

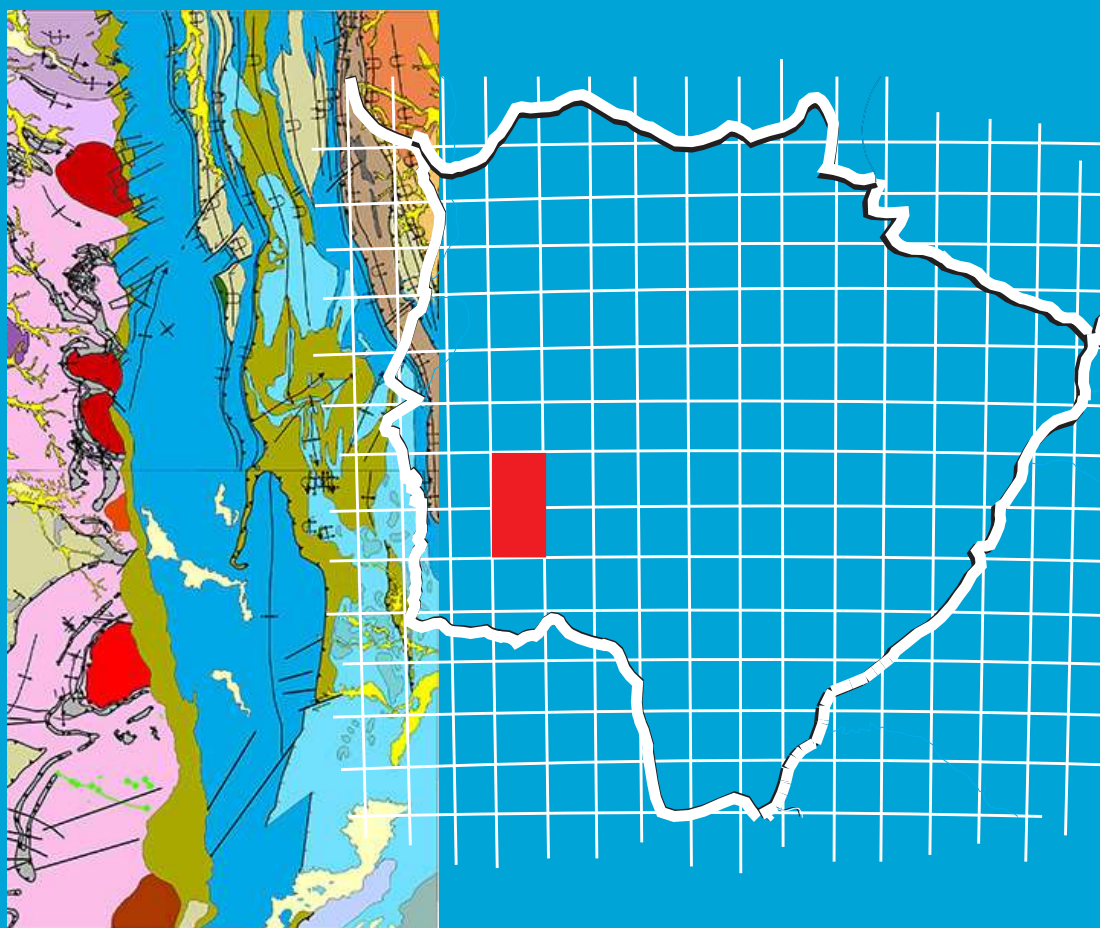
Programa Geologia do Brasil

Levantamentos Geológicos Básicos

NOTA EXPLICATIVA

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

FOLHAS RIO PERDIDO SF.21-X-C-I E VILA CAMPÃO SF.21-X-A-IV



São Paulo/2020

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Bento Albuquerque

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Alexandre Vidigal de Oliveira

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor Presidente

Esteves Pedro Colnago

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Marcio José Remédio

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Chefe do Departamento de Geologia

Lúcia Travassos da Rosa Costa

Chefe da Divisão de Geologia Básica

Vladimir Cruz de Medeiros

Chefe da Divisão de Sensoriamento Remoto e Geofísica

Luiz Gustavo Rodrigues Pinto

Chefe do Departamento de Recursos Minerais

Marcelo Esteves Almeida

Chefe da Divisão de Geologia Econômica

Felipe Matos Tavares

Chefe da Divisão de Geoquímica

Silvana de Castro Melo

Chefe do Departamento de Informações Institucionais

Edgar Shinzato

Chefe da Divisão de Geoprocessamento

Hiran Silva Dias

Chefe da Divisão de Cartografia

Fábio Silva da Costa

Chefe da Divisão de Documentação Técnica

Roberta Pereira da Silva de Paula

Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação

Patrícia Düringer Jacques

Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação

Washington José Ferreira Santos

Chefe do Departamento de Apoio Técnico

Maria José Cabral Cezar

Chefe da Divisão de Editoração Geral

Valter Alvarenga Barradas

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO

Superintendente

Lauro Gracindo Pizzatto

Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Mauricio Pavan Silva

Responsáveis Técnicos do Projeto

Alexandre Alves de Oliveira

Lígia Maria de Almeida Leite Ribeiro

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
| PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL |

LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DAS FOLHAS RIO PERDIDO SF.21-X-C-I E VILA CAMPÃO SF.21-X-A-IV

Escala 1:100.000

Estado de Mato Grosso do Sul

Organização

Alexandre Alves de Oliveira

NOTA EXPLICATIVA



São Paulo
2020

REALIZAÇÃO

Superintendência Regional de São Paulo

ORGANIZAÇÃO

Alexandre Alves de Oliveira

TEXTO EXPLICATIVO

1. Introdução

Alexandre Alves de Oliveira
Ligia Maria de Almeida Leite Ribeiro

2. Contexto Geológico Regional

Alexandre Alves de Oliveira
Maurício Pavan Silva
Frederico Meira Faleiros
Ligia Maria de Almeida Leite Ribeiro

3. Unidades Litoestratigráficas

Alexandre Alves de Oliveira
Ligia Maria de Almeida Leite Ribeiro

4. Geologia Estrutural

Alexandre Alves de Oliveira

5. Geofísica

Luiz Gustavo Rodrigues Pinto
Alexandre Alves de Oliveira

6. Geoquímica Prospectiva

Viviane Carillo Ferrari
Francisco Ferreira de Campos

7. Conclusões e considerações finais

Alexandre Alves de Oliveira

8. Dados físicos do projeto

Alexandre Alves de Oliveira

9. Referências

CARTOGRAFIA GEOLÓGICA

(<http://geosgb.cprm.gov.br>)

Alexandre Alves de Oliveira
Ligia Maria de Almeida Leite Ribeiro
Ivan Pereira Marques

SIG GEOLÓGICO

Alexandre Alves de Oliveira
Ligia Maria de Almeida Leite Ribeiro
Fabrizio Prior Caltabellotta

APOIO TÉCNICO

PROJETO GRÁFICO/EDITORAÇÃO

Capa (DIMARK)

Washington José Ferreira Santos

Miolo (DIEDIG)

Andréia Amado Continentino
Agmar Alves Lopes

Diagramação (ERJ)

Marina das Graças Perin

Serviço Geológico do Brasil – CPRM

www.cprm.gov.br
seus@cprm.gov.br

Dados internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

G345 Geologia e recursos minerais das folhas Rio Perdido SF.21-X-A-IV e Vila Campão SF.21-X-C-I : Escala 1:100.000 : Estado de Mato Grosso do Sul : nota explicativa / Organização Alexandre Alves de Oliveira. – São Paulo : CPRM, 2020.

1 recurso eletrônico : PDF ; il. – (Programa Geologia do Brasil. Levantamentos Geológicos Básicos)

ISBN 978-65-5664-054-9

1. Geologia regional – Mato Grosso do Sul. 2. Estratigrafia – Mato Grosso do Sul. 4. Geologia Estrutural – Mato Grosso do Sul. 5. Geofísica – Mato Grosso do Sul. 6. Prospecção Geoquímica – Mato Grosso do Sul. I. Oliveira, Alexandre Alves, org. II. Série.

CDD 558.171

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Claudia Lopes CRB-8 SP010391/0

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – CPRM

Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

APRESENTAÇÃO

O **Programa Geologia do Brasil – PGB** é desenvolvido pelo **Serviço Geológico do Brasil-CPRM**, empresa vinculada à Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, do Ministério de Minas e Energia, e é responsável pela retomada dos levantamentos geológicos básicos em todo país. O PGB tem por objetivo a ampliação acelerada do conhecimento geológico do território brasileiro, fornecendo subsídios técnicos para atrair novos investimentos em pesquisa mineral, visando a descoberta de novos depósitos. Adicionalmente, dada importância do conhecimento geológico como fonte primordial de conhecimento do meio físico, os levantamentos geológicos são ferramentas importantes para gestores públicos, federais, estaduais e municipais, no desenvolvimento de projetos de ordenamento e gestão territorial. Este projeto foi financiado com recursos do **Programa de Aceleração do Crescimento-PAC**.

O **Projeto Geologia e Recursos Minerais da Folhas Rio Perdido e Vila Campão e Rio Perdido** foi realizado no âmbito do Programa Geologia do Brasil, e executado pela Gerência de Geologia e Recursos Minerais da Superintendência Regional de São Paulo.

As folhas cobrem uma área de aproximadamente 6.000km², com exposições de rochas do paleoproterozoico até depósitos sedimentares recentes. As unidades descritas tem potencialidade geológica para recursos minerais utilizados na construção civil, agricultura e remineralização de solos. No que diz respeito a atratividade turística, a área mapeada recobre parte do Parque Nacional da Serra da Bodoquena e do parques turísticos no arredores de Bonito.

Os dados obtidos neste projeto estão sintetizados nesta Nota Explicativa e ordenados em ambiente SIG – Sistemas de Informações Geográficas e bases de dados, todos disponíveis para download no GeoSGB, banco de dados corporativo do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, que pode ser acessado através do site www.cprm.gov.br.

Esteves Pedro Colnago

Diretor-Presidente

Marcio José Remédio

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

RESUMO

As folhas Rio Perdido e Vila Campão compreendem uma área de aproximadamente 6.000 km² na porção sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul. Estão inseridas na porção meridional do Cráton Amazônico, denominada de Superterreno Rio Apa. Este superterreno corresponde a um fragmento alóctone acrescido à margem do Cráton Amazônico, ao longo da Faixa Tucavaca, durante o Neoproterozoico. Está parcialmente recoberto em discordâncias erosiva e angular por metassedimentos da Faixa Paraguai e por depósitos sedimentares quaternários da Formação Pantanal. Na área de estudo, as rochas do Superterreno Rio Apa afloram em uma faixa, de direção N-S, em toda extensão oeste das duas folhas. É constituído por rochas paleoproterozoicas a mesoproterozoicas, divididas em cinco conjuntos litotectônicos principais, agrupados nos terrenos Oriental e Superior: O Terreno Oriental compreende os gnaisses graníticos do Complexo Caracol; Corpo Gnaiss Morraria; granitos indeformados a heterogeneamente deformados das suítes intrusivas Baía das Garças e Rio Perdido. O Terreno Superior compreende a sucessão metavulcanossedimentar da Formação AltoTererê. As rochas do embasamento estão imbricadas e justapostas por falhas de empurrão com vergência para oeste, apresentam foliação principal paralela a estas falhas e representada por uma xistosidade anastomosada. As rochas da Faixa Paraguai afloram ao longo de uma extensa faixa N-S e perfazem cerca de 90% em área das folhas Vila Campão e Rio Perdido. Estão limitadas, a oeste, em discordância angular, litológica e desconformidade sobre as rochas do Superterreno Rio Apa e a leste pela Bacia do Paraná. Compreendem sucessões metassedimentares (terrígenas e carbonáticas) de baixo grau, pertencentes aos grupos Cuiabá, Jacadigo e Corumbá. Na parte oeste da Faixa Paraguai encontra-se o subdomínio autóctone, onde as rochas exibem aspecto sedimentar, pouco deformadas e sem indícios de metamorfismo. O acamamento horizontal e para leste, apresenta mergulhos suaves para oeste e leste, preferencialmente, definindo antiformais e sinformais abertos, e com planos axiais N-S. Na porção central da área, encontra-se o domínio para-autóctone, no qual as rochas apresentam-se mais deformadas e os metassedimentos adquirem uma clivagem ardosiana, metamorfisados em fácies xisto verde. As dobras aumentam em frequência, sendo antiformais e sinformais apertados, com planos axiais horizontais e inclinados, em geral, com vergência para oeste e noroeste. O acamamento apresenta mergulhos, suaves a íngremes, para leste e sudeste. Neste domínio, observam-se feições rúpteis, principalmente nos calcários, como estilólitos, veios escalonados e extensionais, além de juntas de cisalhamento. Na porção centro-leste, encontra-se o domínio alóctone, composto por lascas tectônicas, imbricadas e com vergência para oeste e noroeste. A clivagem ardosiana ou filítica nos metassedimentos do Grupo Corumbá e Jacadigo e; a xistosidade predomina nos metassedimentos do Grupo Cuiabá. As rochas são deformadas por dobras isoclinais com vergência para oeste e noroeste e plano axiais com mergulhos variados para leste e sudeste. A lineação de estiramento associada, apresenta a mesma atitude. Na base dos empurrões desenvolvem-se também, dobras abertas a apertadas e clivagem de crenulação. As rochas do Grupo Cuiabá afloram no nordeste e leste da Folha Vila Campão e estão empurradas sobre as rochas do Grupo Corumbá e Jacadigo. As rochas do Grupo Corumbá são divididas em: As rochas da Bacia do Paraná ocorrem no sudeste da Folha Rio Perdido, e não foram descritas durante o trabalho de campo, sendo afeitas por geofísica e sensoriamento remoto. Os depósitos sedimentares quaternários compreendem tufas ao longo de drenagens associadas ao sistema cárstico desenvolvido sobre os calcários neoproterozoicos do Grupo Corumbá, rochas e sedimentos siliciclásticos da Bacia do Pantanal e sedimentação aluvionar.

ABSTRACT

The Rio Perdido and Vila Campão sheets comprise an area of approximately 6000 km² in the southwestern portion of the State of Mato Grosso do Sul. They cover an area over the southern portion of the Amazonian Craton, called the Rio Apa Superterrane. The Rio Apa Superterrane is an allochthonous fragment accreted to the Amazonian Craton, along the Tucavaca Belt, formed during the Neoproterozoic. It is partly covered by metasediments of the Paraguai Belt and by sedimentary deposits of the Pantanal Formation in erosive and angular discordance. The rocks belonging to the Rio Apa Superterrane occur in an N-S band on the western extension of the two map sheets. The Eastern Terrane comprises granite gneisses from the Caracol Complex, the Morraria Gneisses, undeformed and heterogeneously deformed granites of the intrusive Baía das Garças Suite and, Rio Perdido Suite. The Upper Terrane comprises meta volcano-sedimentary successions of the AltoTererê Formation. The basement rocks are imbricated and juxtaposed by thrust faults, with the main foliation is parallel to the thrust faults surfaces and is represented by an anastomosed schistosity. In the contact between the units, a mylonitic to protomylonitic foliation develops. The rocks of the Paraguai Belt occur in extensive N-S band constitute about 90% of the area of the Vila Campão and Rio Perdido sheets. They are limited to the west by angular, lithological and nonconformity discordance to the Rio Apa Superterrane and the east by the Paraná Basin. They comprise metasedimentary (terrigenous and carbonate) sequences belonging to the Cuiabá, Jacadigo and Corumbá groups. In the western part of the Paraguai Belt is the autochthonous subdomain, formed by sedimentary rocks, displaying a low degree of deformation and do not present metamorphism. The main structure is horizontal bedding with domains showing soft dips to east and west, defining gentle and open antiforms and synforms with N-S trace of the axial plane. In the central portion of the area is the para-autochthonous domain. The rocks are more deformed, and the metasediments acquire a slaty cleavage, in greenschist facies. The folds increase in frequency, being close antiforms and synforms horizontal inclined or plunging inclined. They have, in general, vergence towards the west and northwest. The primary bedding continues to be the main structure and features gentle to high dips to the east and southeast. In this domain, it is possible to observe brittle and dissolution structures, mainly in limestones, such as stylolite, shear joints, extension and echelon veins. In the center-east portion, is the allochthonous domain, where the rocks compose thrust faults with vergence towards the west and northwest. In the Corumbá and Jacadigo groups rocks, the phyllitic cleavage predominates, and in the Cuiabá Group, the schistosity predominates. It consists of isoclinal folds with vergence to the West and North-West, dipping to the east and southeast, with associated stretching lineation of the same attitude. Open to tight folds develop at the base of the thrusts showing crenulation cleavage. The rocks of the Cuiabá Group occurs in the northeast and east of Vila Campão Sheet and are over the rocks of the Corumbá Group by thrust faults. The rocks of the Paraná Basin occur in the southeast of the Rio Perdido Sheet, were not observed during the fieldwork, being obtained by geophysics and remote sensing. The quaternary sedimentary deposits comprise tufas along drains associated with the karstic system developed on the limestones of Corumbá Group, siliciclastic rocks, and sediments of the Pantanal Basin and alluvial sedimentation.

SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	5
1. INTRODUÇÃO	8
1.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO	8
1.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	8
2 GEOLOGIA REGIONAL	10
3 UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	14
3.1 SUPERTERRENO RIO APA (CRÁTON AMAZÔNICO)	16
3.1.1 Gnaiss Morraria (PP3 γ gm)	16
3.1.2 Complexo Caracol (PP4ca).....	16
3.1.3 Suíte Intrusiva Baía das Garças (PP4 γ g)	17
3.1.4 Formação Alto Terere (PP4at).....	18
3.1.5 Suíte Rio Perdido (MP1 β rp)	18
3.2 FAIXA PARAGUAI	19
3.2.1 Grupo Jacadigo	19
3.2.1.1 Formação Puga (NP3pu)	19
3.2.2 Grupo Cuiabá.....	20
3.2.3 Grupo Corumbá.....	20
3.2.3.1 Formação Cadiuéus (NP3cd)	22
3.2.3.2 Formação Cerradinho (NP3ce)	22
3.2.3.3 Formação Bocaina (NP3bo)	22
3.2.3.4 Formação Tamengo (NP3t).....	23
3.2.3.5 Formação Guaicurus (NP3gu).....	25
3.3 BACIA DO PARANÁ – GRUPO ITARARÉ	25
3.3.1 Formação Aquidauana (C2P1a).....	25
3.4 SEDIMENTAÇÃO QUATERNÁRIA	27
3.4.1 Formação Pantanal (Q12p)	27
3.4.2 Formação Serra da Bodoquena (Q2sb)	27
3.4.3 Depósitos Aluvionares (Q2a)	27
4 GEOLOGIA ESTRUTURAL	29
4.1 DOMÍNIO DO CRÁTON AMAZÔNICO (SUPERTERRENO RIO APA)	29
4.1.1 Estruturas Dúcteis	29
4.1.2 Estruturas Rúpteis	30
4.2 DOMÍNIO DA FAIXA PARAGUAI.....	30
4.2.1 Subdomínio autóctone	30
4.2.2 Subdomínio para-autóctone e alóctone	31
5 GEOFÍSICA	33
5.1 LEVANTAMENTO AEROGEOFÍSICO	33
5.2 DADOS UTILIZADOS	33
5.3 Interpretação Geofísica aerogeofísica qualitativa	33

5.3.1 Magnetometria.....	34
5.3.1.1 Campo magnético total	34
5.3.1.2 Sinal analítico.....	34
5.3.1.3 Primeira derivada	34
5.3.2 Gamaespectrometria	36
5.4 MAPAS DE INTERPRETAÇÃO AEROGEOFÍSICA DE DADOS MAGNETOMÉTRICOS E GAMAESPECTOMÉTRICOS	37
6 GEOQUÍMICA PROSPECTIVA	40
6.1 INTRODUÇÃO.....	40
6.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	40
6.2.1 Generalidades.....	40
6.2.2 Método de campo	42
6.2.3 Método Analítico.....	42
6.2.3.1 Sedimento de corrente.....	42
6.2.3.3 Concentrado de Bateia	42
6.3 TRATAMENTO DOS DADOS E RESULTADOS OBTIDOS.....	42
6.3.1 Sedimentos de corrente	42
6.3.1.1 Estudo de variância	42
6.3.1.2. Sumário dos estimadores.....	43
6.3.1.3. Estudo da distribuição dos teores e definição das anomalias geoquímicas	47
6.3.1.4. Correlações e análise de agrupamentos	47
6.3.1.4.1. Análise de agrupamentos.....	54
6.3.1.4.2. Análise de Principais Componentes (APC)	55
6.3.2. Concentrados de bateia	58
6.3.2.1. Destaques mineralógicos	59
7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
8 DADOS FÍSICOS DO PROJETO	67
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68

1. INTRODUÇÃO

As folhas Rio Perdido e Vila Campão são parte de um projeto de Integração Geológica na escala 1:100.000, desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM, Superintendência Regional de São Paulo. Este estudo teve por objeto a integração e atualização cartográfica de 8 folhas mapeadas em escala 1:50.000 no Projeto Bonito Aquidauana do ano de 1978. Além disso, foi realizada a validação em campo e um novo levantamento geoquímico, bem como, interpretação de dados aerogeofísicos (magnetometria e gamaespectrometria) e atualização do cadastramento de recursos minerais com o intuito de dotar a região de uma cartografia geológica atualizada e caracterizar o seu potencial mineral, visando atrair investimentos para a pesquisa e exploração mineral no estado.

Publicações existentes na literatura geológica sobre a região de abrangência da folha são restritas e, em escalas menores, não havendo até o momento uniformização das informações. Este trabalho apresenta uma síntese das informações geradas neste projeto, contemplando novos dados geológicos de acordo com novos conhecimentos, além de levantamentos geofísicos, geoquímica prospectiva e dados de ocorrências minerais.

Os resultados alcançados neste trabalho passam a fazer parte do SIG geológico final e do GeoSGB, banco de dados corporativo do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, disponibilizados na página geosgb.cprm.gov.br.

1.1. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

As folhas Rio Perdido e Vila Campão estão localizadas na porção sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul. São delimitadas respectivamente pelos meridianos 57°W e 56°30'W e paralelos 21°30'S e 21°S e; meridianos 57°W e 56°30'W e paralelos 21°S e 20°30'S, abrangendo parte dos municípios de Bonito, Jardim e Bodoquena (Figura 1).

O acesso rodoviário à área é feito a partir de Campo Grande pela rodovia BR-060, que corta a porção sudeste do Estado de Mato Grosso do Sul. Posteriormente, pela BR 267 em direção à Porto Murinho e finalmente, pela MS 178 em direção à cidade de Bonito (Figura 1.1). No interior da folha, estradas secundárias sem pavimentação interligam fazendas, assentamentos e comunidades.

1.2. MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto englobava as folhas Vila Campão e Rio Perdido e as atividades foram inicialmente desenvolvidas segundo métodos e normas do SGB/CPRM, tendo



Figura 1.1 - Localização e acessos rodoviários para as folhas (1) Vila Campão SF.21-X-A-IV e (2) Rio Perdido SF.21-X-C-I.

sido definido o período de dois anos para a conclusão. Posteriormente o prazo foi antecipado devido ao término da segunda etapa do Programa de Aceleração de Crescimento (PAC 2), ao qual o projeto estava vinculado, sendo finalizado em um ano.

As atividades de mapeamento geológico e de levantamento de recursos minerais das Folhas Vila Campão e Rio Perdido consistiram em três etapas: preparatória, principal e final.

Na etapa preparatória, procedeu-se à análise do acervo disponível, com aquisição de documentação cartográfica, mapas geológicos preexistentes, bases cartográficas, fotografias aéreas, imagens de satélite LandSat 7 ETM+ (bandas 7, 4 e 2, e fusão com a banda 8), mosaico GeoCover, base de dados aerogeofísicos e dados geocronológicos, litológicos e litoquímicos do GeoSGB.

Esta etapa envolveu a interpretação de imagens de satélite e de fotografias aéreas, bem como dos dados geofísicos disponíveis, com a geração de mapas interpretativos de aerogeofísica, estruturais e litológicos. Tais dados, aliados a projetos de mapeamento geológico regionais preexistentes (CORREIA FILHO; MARTINS; ARAÚJO, 1981; JUSTO, 2000; LACERDA FILHO *et al.*, 2006; NOGUEIRA *et al.*, 1978; REMÉDIO E FALEIROS, 2014), foram utilizados como subsídio para elaboração do mapa geológico preliminar das folhas Vila Campão e Rio Perdido. Todas as informações foram georreferenciadas com base em imagens-âncora GeoCover e integradas em um

SIG geológico preliminar. Em seguida, procedeu-se ao planejamento das atividades de campo para mapeamento geológico e coleta geoquímica.

A etapa principal do projeto focou, no primeiro momento, o reconhecimento geológico em campo e a revisão da interpretação preliminar. Seguiram-se várias campanhas de campo, com caminhamentos ao longo de perfis estratégicos, principalmente transversais às unidades geológicas e à estruturação regional, enfatizando relações de contato, metamorfismo, deformação

e características mineralógicas, incluindo coleta de amostras de rochas para análises petrográficas, geoquímicas e geocronológicas.

Devido a antecipação do término do projeto a etapa principal que incluía a confecção e descrição de lâminas, análises geoquímicas de rocha e análises geocronológicas não foram finalizadas.

A etapa final constou da integração dos dados e resultados obtidos, com a elaboração do mapa geológico final, na escala 1:100.000, em ambiente SIG, e deste relatório.

2. GEOLOGIA REGIONAL

As folhas Vila Campão e Rio Perdido estão inseridas na porção meridional do Cráton Amazônico (figura 2.1), em um fragmento tectônico denominado de Terreno Rio Apa por Ruiz *et al.* (2005) e que posteriormente foi elevado para Superterreno Rio Apa por Faleiros *et al.* (2015). Esta unidade tectônica é constituída predominantemente por rochas neoproterozoicas e paleoproterozoicas, parcialmente recobertas por depósitos sedimentares quaternários da Formação Pantanal.

Dentre as primeiras descrições e relatos geológicos históricos do sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul destacam-se os trabalhos de Fonseca (1880), Evans (1894), Lisboa (1909), Paiva e Leinz (1939) e Almeida (1945, 1964, 1965a, 1965b, 1968).

Mapeamentos geológicos sistemáticos em escalas regionais (CORRÊA *et al.*, 1976; ARAÚJO E MONTALVÃO, 1980; CORREIA FILHO, 1981; ARAÚJO, 1982); THEODOROVICZ e CÂMARA, 1991; GODOI *et al.*, 1999 e 2001; MELLO, 2001) e de semi-detalhe (NOGUEIRA *et al.*, 1978) foram realizados, principalmente, entre as décadas de 1970 e 1990, enquanto trabalhos acadêmicos

ligados a universidades foram realizados a partir do final da década de 1990 (BOGGIANI, 1997; SILVA, 1998; SÁ, 2009; MANZANO *et al.*, 2008, MANZANO, 2013; PLENS, 2012; BRITTES, 2012).

O Cráton Amazônico (Figuras 2.1) ocupa quase toda a região noroeste do Brasil, totalizando uma área de aproximadamente 430.000 km² (GODOY *et al.*, 2009). A relação geotectônica entre o Cráton Amazônico e o Superterreno Rio Apa é controversa na literatura geológica. Alguns autores interpretam o Superterreno Rio Apa como um fragmento alóctone acrescido à margem do Cráton Amazônico, ao longo da Faixa Tucavaca, durante o Neoproterozoico (CORDANI *et al.*, 1979; LITHERLAND e BLOOMFIELD, 1981; LITHERLAND *et al.*, 1986).

Outros autores consideram que o Superterreno Rio Apa constituía parte integrante do Cráton Amazônico em período anterior ao Neoproterozoico, admitindo assim a Faixa Tucavaca como um aulacógeno (ALMEIDA, 1964, 1985; HASUI; ALMEIDA, 1970; RUIZ, SIMÕES e BRITO NEVES, 2005; LACERDA FILHO *et al.*, 2006; GODOY *et al.*, 2009; CORDANI *et al.*, 2010; REMÉDIO e FALEIROS, 2014; FALEIROS *et al.*, 2016).

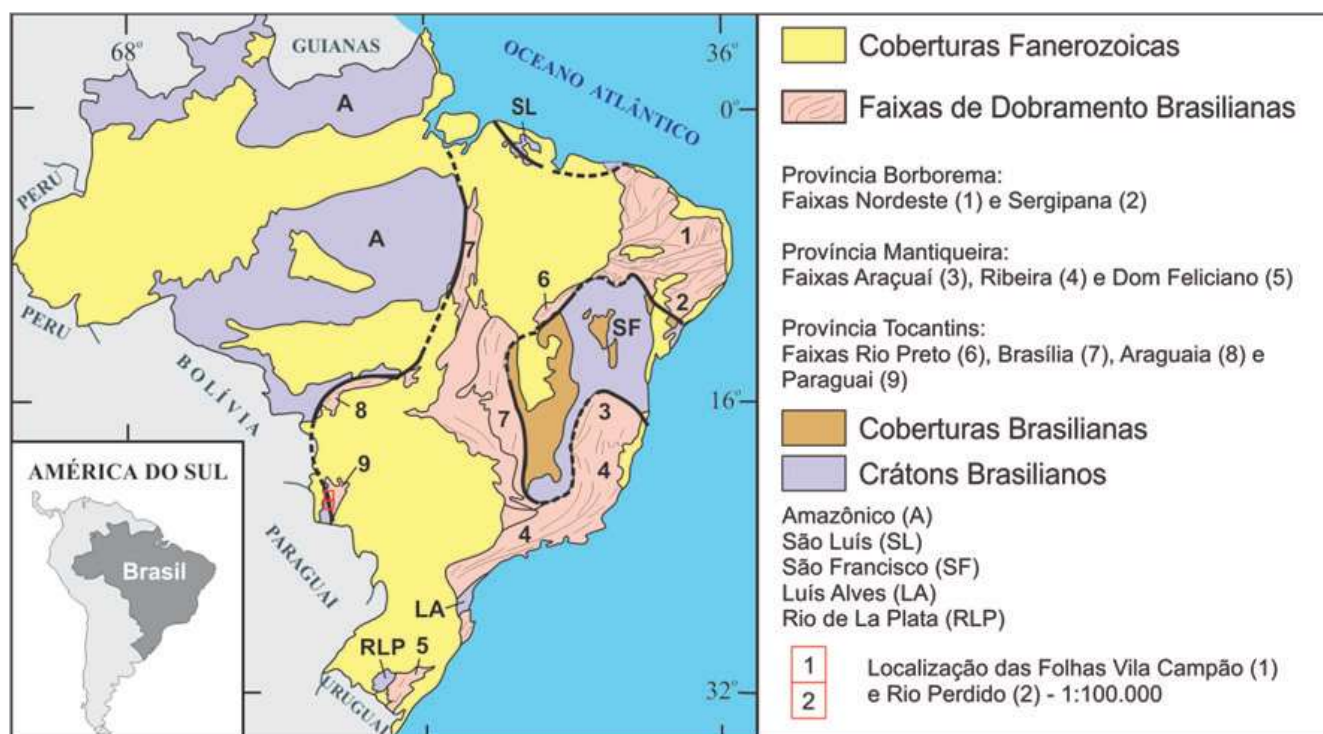


Figura 2.1 - Compartimentação tectônica do território brasileiro adaptada de Schobbenhaus *et al.* (1984), com localização das folhas Vila Campão e Rio Perdido em escala 1:100.000 em vermelho.

O Superterreno Rio Apa se estende da porção sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul ao nordeste do Paraguai. Apresenta uma forma peninsular alongada na direção N-S com suas margens leste-sul-sudoeste continuamente recobertas, em discordância erosiva e angular, por uma cobertura cratônica representada pelos grupos Corumbá e Jacadigo (Formação Puga) no Brasil (Figura 2.2) (BOGGIANI, 1997; CAMPANHA *et al.*, 2011), e pelo Grupo Itapucumi, seu equivalente no Paraguai (WARREN, 2011; WARREN *et al.*, 2011). Em sua porção oeste o Superterreno Rio Apa está parcialmente recoberto por depósitos sedimentares quaternários da Formação Pantanal.

Uma revisão detalhada sobre a evolução da nomenclatura estratigráfica das rochas presentes na região está além do escopo deste trabalho. Remetemos os leitores às revisões apresentadas por Godoy, Martins e Mello (2001), Lacerda Filho *et al.*, (2006), Manzano *et al.*, (2012), Manzano (2013) e Remédio e Faleiros (2014).

O Complexo Caracol é composto por gnaiss bandado com intercalações subordinadas de lentes de anfibolito, e por leucogranito protomilonítico a milonítico. Dados litogeoquímicos de rochas deste complexo apresentados por Lacerda Filho *et al.* (2006) indicam assinaturas cálcio-alcálicas de arco magmático que, em conjunção com dados geocronológicos, foram interpretados como indicativos de uma margem continental ativa entre o período de 1,95 a 1,87 Ga. Posteriormente, essa margem ativa teria sido retrabalhada no período entre 1,87 a 1,75 Ga por outro arco magmático representado pelas rochas intrusivas da Suíte Alumiador e extrusivas da Formação Serra da Bocaina (LACERDA FILHO *et al.*, 2006). Dados isotópicos e geocronológicos apresentados por Cordani *et al.* (2010) indicam uma história mais complexa, e permitem subdividir o Complexo Caracol em três unidades maiores, designadas Gnaiss Porto Murtinho, Gnaiss Morraria e Gnaiss Caracol. Idades U-Pb SHRIMP em

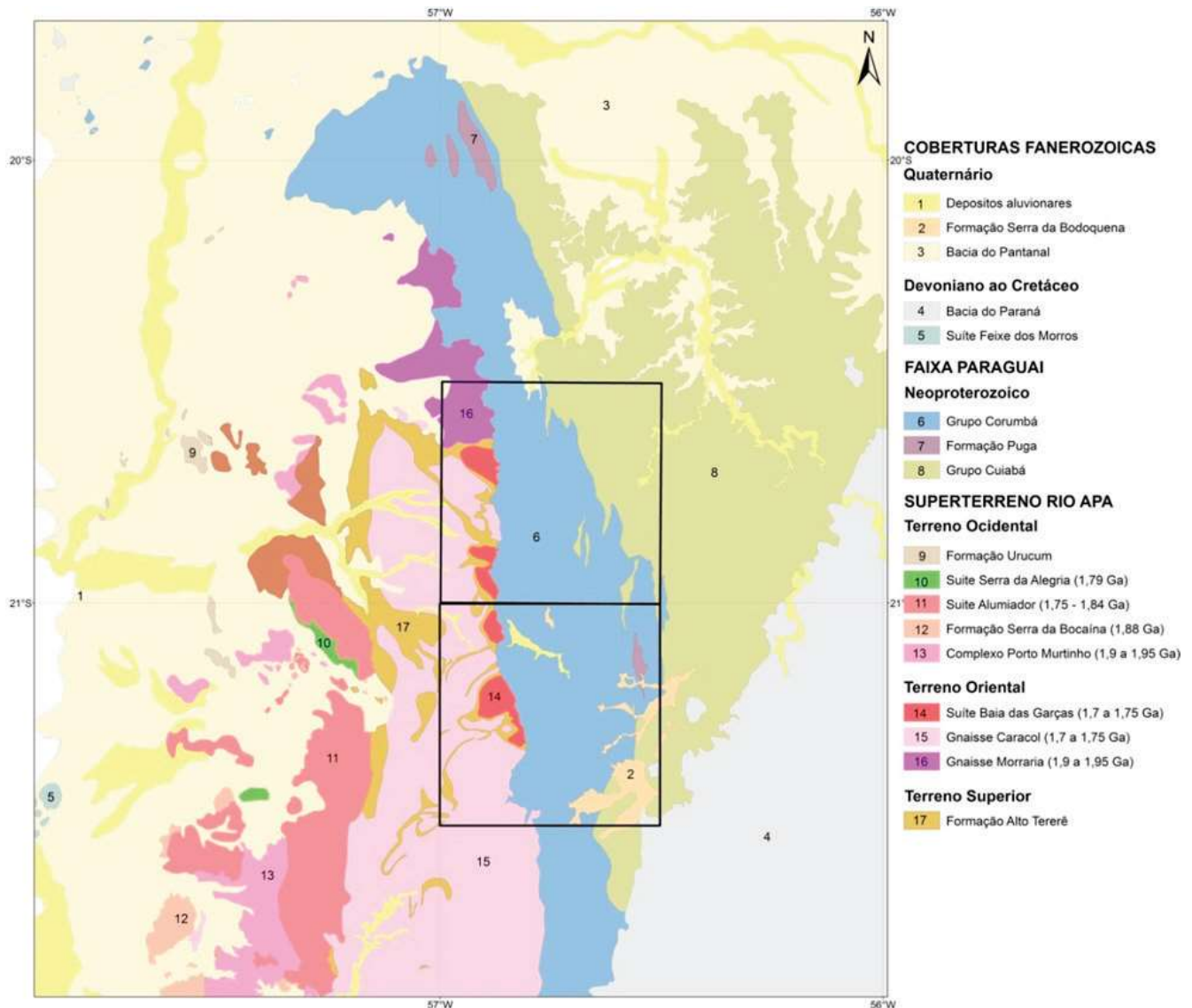


Figura 2.2 - Mapa geológico simplificado. Os quadrados em preto destacam as folhas Vila Campão, ao norte, e Rio Perdido. Fonte: Elaborado pelos autores, 2014.

zircão apresentadas para duas unidades variam de 1.950 ± 23 Ma (Gnaiss Morraria) a 1.774 ± 26 Ma (Gnaiss Caracol), indicando que parte das rochas do complexo apresenta idade concomitante com as rochas da Suíte Alumiador. Com base em assinaturas Sm-Nd e idades Rb-Sr, Cordani *et al.* (2010) sugerem que o Superterreno Rio Apa é composto por dois domínios com histórias evolutivas distintas, nomeados de terrenos Ocidental e Oriental, que teriam sido justapostos em aproximadamente 1,67 Ga. Dados litogeoquímicos apresentados por Remédio e Faleiros (2014) para rochas equivalentes ao Gnaiss Caracol de Cordani *et al.* (2010) indicam assinaturas de magmas alcalinos evoluídos, de ambientes extensionais, mostrando uma história evolutiva ainda mais complexa para o Complexo Caracol.

A Suíte Alumiador compreende uma série de plútons graníticos indeformados a heterogeneamente deformados, compostos, predominantemente, por hornblenda-biotita monzogranito com assinatura cálcio-alcalina de alto-K, e interpretados como intrusivos no Complexo Caracol (ARAÚJO *et al.*, 1982; GODOI, MARTINS e MELLO, 2001; LACERDA FILHO *et al.*, 2006; MANZANO *et al.*, 2012). Uma idade U-Pb SHRIMP em zircão de 1.839 ± 33 Ma foi interpretada como idade de cristalização da suíte (CORDANI *et al.*, 2010). Trabalhos de mapeamento mais detalhados, suportados por dados litogeoquímicos, têm demonstrado a existência de uma série de plútons com características petrológicas distintas, incluindo assinaturas geoquímicas de arco magmático a sincolisionais (corpos Alumiador, Santa Otília, Sanga Bonita, Espinilho e Rio da Areia; SILVA, 1998; LACERDA FILHO *et al.*, 2006; MANZANO *et al.*, 2012; REMÉDIO *et al.*, 2014) e assinaturas alcalinas de ambientes extensionais (granitos Cerro Porã e Scardine; REMÉDIO *et al.*, 2014). Idades U-Pb em zircão se distribuem no intervalo de 1840 a 1710 Ma (CORDANI *et al.*, 2010; PLENS *et al.*, 2013; REMÉDIO e FALEIROS, 2014, FALEIROS *et al.*, 2016). Dados isotópicos Sm-Nd para rochas da Suíte Alumiador forneceram uma idade TDM modelo média de 2.52 Ga e valores de $\epsilon Nd(T)$ entre -5.91 e -2.86 (LACERDA FILHO *et al.*, 2006; CORDANI *et al.*, 2010), sugerindo contribuições de fontes juvenis e de material crustal retrabalhado para o magmatismo. Rochas do Granito Baía das Garças apresentaram idade U-Pb SHRIMP em zircão de 1.754 ± 42 Ma, idade Sm-Nd TDM média de 2,02 Ga e valores de $\epsilon Nd(T)$ fracamente positivos, sugerindo fontes predominantemente juvenis para o magmatismo (CORDANI *et al.*, 2010).

A Formação Serra da Bocaina é composta por rochas riolíticas e andesíticas com assinaturas geoquímicas da série cálcio-alcalina de médio a alto-K de arcos vulcânicos (GODOY *et al.*, 2010; BRITTES, *et al.*, 2013). Em função de suas características petrográficas e composicionais, muitos autores interpretam a Formação Serra da Bocaina como um equivalente vulcânico da Suíte

Alumiador (GODOI *et al.*, 2001; LACERDA FILHO *et al.*, 2006; GODOY *et al.*, 2009, 2010; MANZANO *et al.*, 2012).

A Formação Alto Tererê é largamente dominada por rochas metassedimentares siliciclásticas, incluindo quartzito, meta-arcóseo, metagrauvaca, filito, ardósia e micaxisto. Rochas metavulcânicas são subordinadas e, principalmente, representadas por lentes de epidoto-clorita xisto e anfíbolito. A posição estratigráfica da Formação Alto Tererê tem sido matéria de debates, devido a ausência de dados geocronológicos robustos e por relações de contato ambíguas com as unidades adjacentes, contatos estes exclusivamente milonitizados. Lacerda Filho *et al.* (2006) consideram a Formação Alto Tererê como a unidade mais antiga do Superterreno Rio Apa, baseados na interpretação de que grande parte da formação ocorreria como xenólitos hospedados tanto pelas rochas do Complexo Caracol, como pelas rochas da Suíte Alumiador. Contudo, contatos intrusivos verdadeiros, com auréolas de metamorfismo termal, nunca foram demonstrados. Baseados no empilhamento estratigráfico aparente, CORRÊA *et al.*, 1976; NOGUEIRA *et al.*, 1978; CORREIA FILHO *et al.*, 1981; GODOY *et al.*, 2001, interpretam a Formação Alto Tererê como uma cobertura sedimentar que teria sido depositada sobre o embasamento granito-gnáissico. Entretanto, contatos erosivos verdadeiros não foram demonstrados. Assim, ambas as interpretações são largamente especulativas.

Dados Ar-Ar e K-Ar em micas e anfíbólio para diversas unidades do Superterreno Rio Apa se concentram em aproximadamente 1300 Ma (CORDANI *et al.*, 2010), valor que representa uma idade mínima para a consolidação do Superterreno Rio Apa como um núcleo cratônico.

A porção leste do Superterreno Rio Apa está recoberta em discordância angular e erosiva pelas rochas do Grupo Corumbá (SÁ *et al.*, 2010; CAMPANHA *et al.*, 2011; REMÉDIO *et al.*, 2014). Estas rochas representam uma sucessão sedimentar com cerca de 700 metros de espessura com depósitos de conglomerado, arenito e siltito na base, passando para um pacote de dolomito, calcário e pelito carbonático no topo, que por sua vez é recoberto por um pacote pelítico (BOGGIANI, 1997; CAMPANHA *et al.*, 2011). O conteúdo fossilífero de formações carbonáticas, incluindo os fósseis *Cloudina lucianoi* e *Corumbella wernei* (WALDE *et al.*, 1982), e uma idade U-Pb SHRIMP em zircão de 543 ± 2 Ma para amostra de tufo (BABINSKI *et al.*, 2008) indicam idade de sedimentação ediacarana. O Grupo Corumbá apresenta aumento na intensidade da deformação e do metamorfismo de oeste para leste, como resultado da atividade tectônica da Faixa Paraguai, que evoluiu como um típico *fold-and-thrust belt* com vergência para oeste (CAMPANHA *et al.*, 2011).

A porção oeste do Grupo Itapucumi, equivalente do Grupo Corumbá no Paraguai, foi deformada e metamorfizada na Faixa Vallemi, a qual apresenta vergência

estrutural e polaridade deformacional e metamórfica contrária à da Faixa Paraguai (CAMPANHA *et al.*, 2010 e 2011). A Faixa Vallemi é pobremente exposta, estando largamente encoberta por sedimentos quaternários equivalentes à Formação Pantanal (CAMPANHA *et al.*, 2011).

Em sua porção leste o Grupo Corumbá ocorre intercalado tectonicamente, por falhas de empurrão, com as rochas do Grupo Jacadigo, ambos sobrepostos por rochas metapelíticas (micaxisto e filito) do Grupo Cuiabá.

Os primeiros relatos sobre as rochas do Grupo Jacadigo foram de Fonseca (1880) que descreveu depósitos constituídos por óxidos de ferro e manganês sobre rochas ígneas em Urucum, próximo à cidade de Corumbá. Lisboa (1909) fez a primeira caracterização estratigráfica e introduziu a denominação “Série Jacadigo”, além da “Série Bodoquena” (Grupo Corumbá). Agrupou a Série Jacadigo em uma formação basal, constituída por sedimentos clásticos, denominada “Brécia do Urucum” e a superior de “Arenito Conglomerático Ferruginoso” constituída por depósitos ferromanganesíferos.

O Grupo Jacadigo é compreendido, da base para o topo, pelas formações Santa Cruz, Puga e Urucum. Formação Urucum é representada por arenito silicificado fino a grosso, com estratificação plano-paralela,

intercalado com camadas de arenito fino, conglomerado, grauvaca e siltito. A Formação Puga é constituída por depósitos de paraconglomerado, tilito, arenito, arenito arcoseano e quartzo arenito. A Formação Santa Cruz é constituída pelos Membros: Banda Alta, representado por pacotes de jaspilito com intercalações de arcóseo e camadas de minério de Manganês, formados por sedimentação química predominantemente em ambiente glácio-marinho; e Córrego das Pedras, representado por diamictitos, conglomerados e arcóseo hematítico, com nódulo de concreções manganésíferas, que transiciona para arcóseo manganésífero e lentes de criptomelana impura.

A posição estratigráfica do Grupo Jacadigo é bastante controversa e tem sido matéria de debates. Corrêa *et al.* (1976) posicionaram-no sob o Grupo Corumbá. Walde & Oliveira, 1980; Ferran, 1980; Del’Arco, 1982 e outros, consideraram que os mesmos se interdigitam. Walde & Moraes (1981) concluíram que o Grupo Corumbá é posterior, pelo menos em parte, à precipitação do Fe e Mn do Grupo Jacadigo. Na área de estudo foram observados fragmentos de rochas dos grupos Corumbá e Cuiabá, em diamictitos da Formação Puga, entre as cidades de Bonito e Bodoquena.

3. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

As unidades geológicas presentes nas folhas Rio Perdido e Vila Campão (Figuras 3.1 e 3.2), estão associadas a três unidades geotectônicas principais: Cráton

Amazônico (Superterreno Rio Apa), Província Tocantins (Faixa Paraguai) e Coberturas Fanerozoicas (Bacia do Paraná e sedimentos cenozoicos).

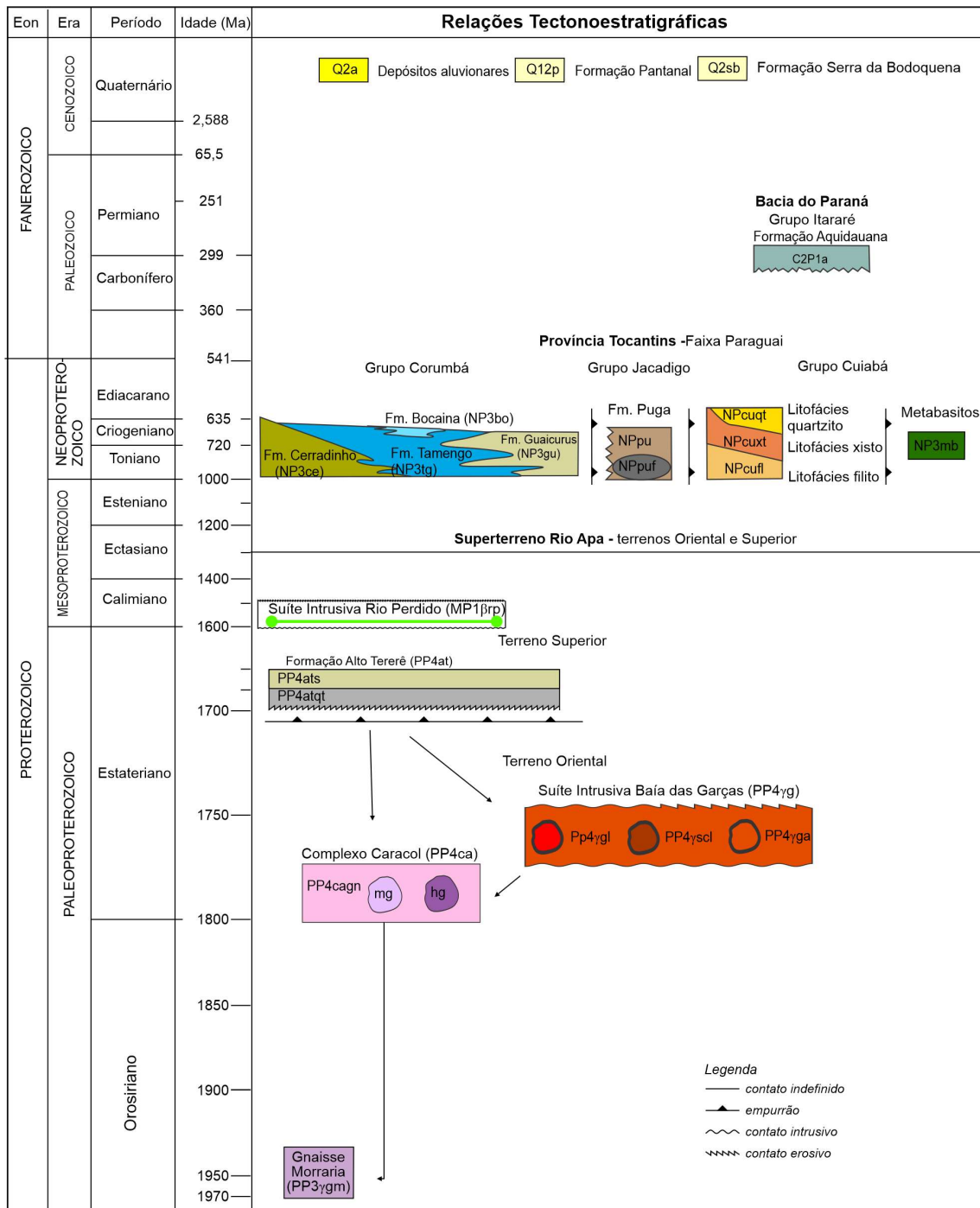


Figura 3.1 - Relações tectonoestratigráficas entre as unidades geológicas presentes nas folhas Rio Perdido e Vila Campão (escala 1:100.000). Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

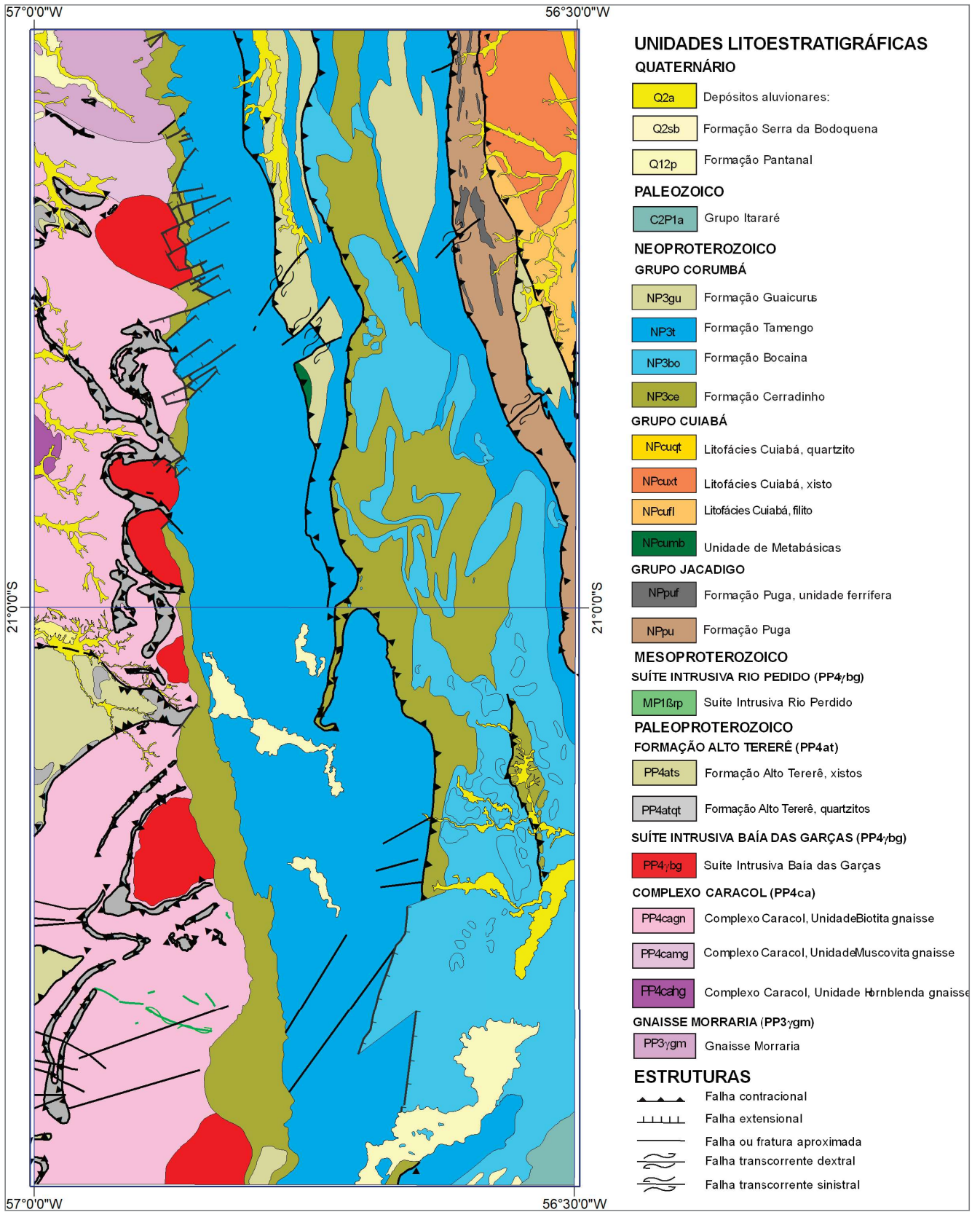


Figura 3.2 - Mapa geológico simplificado das folhas Rio Perdido (Sul) e Vila Campão (Norte).
Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

3.1. SUPERTERRENO RIO APA (TERRENO ORIENTAL)

Na área de estudo, as rochas do Superterreno Rio Apa afloram em uma faixa N-S em toda extensão oeste das duas folhas, inclusive ao longo da Serra da Bodoquena. É constituído por rochas paleoproterozoicas a mesoproterozoicas, divididas em cinco conjuntos litotectônicos principais: gnaisses graníticos (Complexo Caracol), gnaisses Morraria, sucessão metavulcanossedimentar (Formação Alto Tererê), granitos indeformados a heterogeneamente deformados (Suíte Intrusiva Baía das Garças) e Suíte Intrusiva Rio Perdido. Estas unidades antes pertencentes ao Complexo Rio Apa foram incluídas no Terreno Oriental do Superterreno Rio Apa (FALEIROS *et al.*, 2016).

Deve-se ressaltar que neste trabalho elas foram pouco estudadas devido a maior parte dos afloramentos estarem dentro da reserva indígena Kadiwéus, sendo o acesso limitado e em maior parte restrito. A maior parte dos corpos rochosos foi definida através de compilação de mapas antigos e através de interpretação geofísica.

3.1.1. Gnaiss Morraria (PP3 γ gm)

As rochas desta unidade afloram a NW da Folha Vila Campão, perfazendo cerca de 120 km² de área total. Constituem morrarias imbricadas paralelas com a foliação principal, plano axial de dobras isoclinais de traços NNW-ESE e NS, redobradas por dobras abertas a apertadas de traço axial ENE-WSW

Esta unidade é constituída por hornblenda-biotita gnaiss de composição granítica (1.950 \pm 23 Ma, U-Pb SHRIMP em zircão), estrutura bandada (Figura 3.3A), granulação média, com frequentes intercalações de lentes de anfibolito (Figura 3.3B).

3.1.2. Complexo Caracol (PP4ca)

A unidade descrita como integrante do Complexo Basal (CORRÊA *et al.*, 1976; CORREIA FILHO; MARTINS; ARAÚJO, 1981; NOGUEIRA *et al.*, 1978), foi redefinida para unidade Gnaiss Caracol (FALEIROS *et al.*, 2014; PAVAN *et al.*, 2014).

As rochas desta unidade afloram em grandes extensões nas porções oeste das folhas Vila Campão e Rio Pedido. Constituem relevos residuais, representados por escarpas e morrarias, com as mesmas atitudes estruturais do Complexo Morraria.

Apresentam a foliação principal, plano axial de dobras isoclinais de traço NNW-ESE e NS, redobradas por dobras abertas a apertadas de traço axial ENE-WSW.

O Complexo Caracol foi subdividido em três unidades informais: Biotita-hornblenda gnaiss (PP4cahg), Muscovita gnaiss e muscovita granito (PP4camg) e, Biotita gnaiss e epidoto-biotita gnaiss (PP4cagn).

A unidade Biotita-hornblenda gnaiss (PP4cahg) é constituída por litofácies de composição monzogranítica a sienogranítica, equigranular média (Figura 3.4A), protomilonítico a milonítico, cinza, localmente com bandamento composicional. Plagioclásio, microclínio, quartzo, hornblenda e biotita são as fases essenciais; enquanto titanita, apatita, zircão e minerais opacos os acessórios principais.

A unidade Muscovita gnaiss e muscovita granito (PP4camg) é constituída por litofácies sienogranítica e monzogranítica, inequigranulares fina a média. Ocorrem litotipos com foliação definida por orientação preferencial de muscovita e grãos alongados de quartzo e feldspato, litotipos com bandamento composicional de espessura milimétrica a centimétrica, marcado por intercalações entre bandas ricas e pobres em muscovita. Alguns mostram lineação de estiramento. São constituídas essencialmente por microclínio, quartzo, muscovita

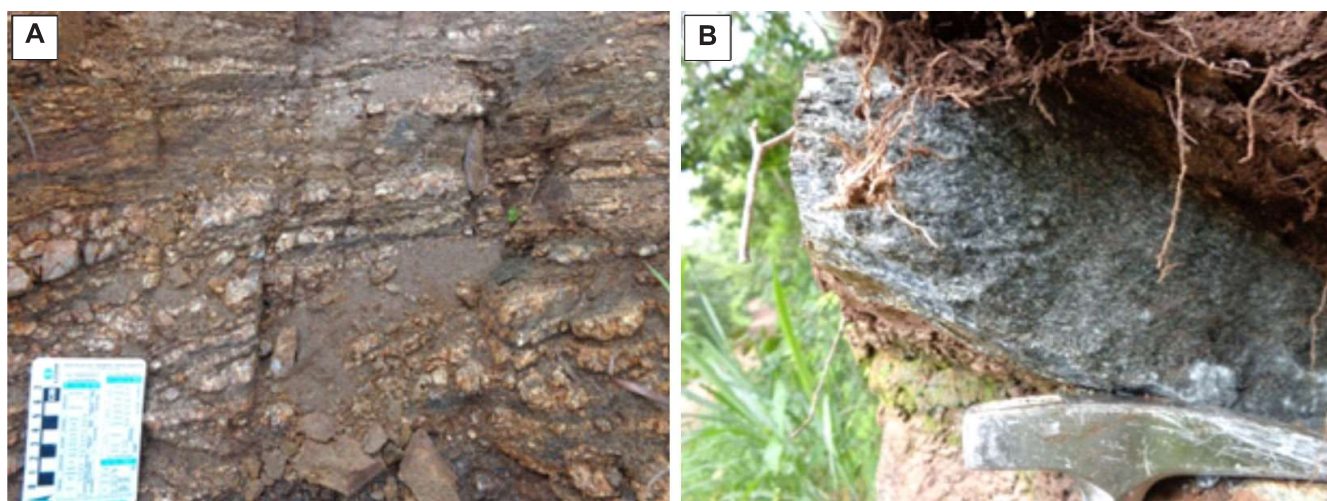


Figura 3.3 - (A) Hornblenda-biotita gnaiss bandado (Gnaiss Morraria) e (B) Anfibolito intercalado em ortognaiss saprolitizado. (Gnaiss Morraria).

e plagioclásio. Granada, biotita, apatita, minerais opacos, zircão e monazita são os acessórios principais. Veios e vênulas de epidoto cortam as rochas.

A unidade Biotita gnaiss e epidoto-biotita gnaiss (PP4cagn), constitui o litotipo amplamente dominante do Gnaiss Caracol. São cinza-rosado a rosa, localmente com bandamento composicional, milonítico, de granulação fina a grossa e composição monzogranítica a sienogranítica. Apresenta bandamento anastomosado onde lentes quartzofeldspáticas com textura granoblástica são envoltas por leitões lepidoblásticos ricos em biotita, conferindo à rocha um aspecto de augengnaiss. Os leitões granoblásticos apresentam uma foliação interna dada por orientação preferencial de grãos alongados de feldspato, quartzo e epidoto. Macroscopicamente ocorrem duas fácies principais, uma constituída por rochas inequigranulares a porfiroclásticas, de cor rosa (dominante); outra por rochas equigranulares de granulação fina ou média e cor cinza, subordinada (Figura 3.4B). Plagioclásio, microclínio, quartzo e biotita são as fases

essenciais, enquanto epidoto, titanita, apatita, zircão e minerais opacos os acessórios principais. Hornblenda, titanita, muscovita, granada e monazita ocorrem como fases acessórias em algumas rochas.

3.1.3. Suíte Intrusiva Baía das Garças (PP4 γ g)

A Suíte Intrusiva Baía das Garças é constituída por rochas plutônicas ácidas incluindo sieno e monzogranitos róseos (Figura 3.5 A), levemente foliados, microgranitos e granófiros deformados ou não e, hornblenda biotita gnaiss protomilonítico a milonítico de cor cinza a róseo. Ortoclásio, microclínio, quartzo e biotita são as fases essenciais, enquanto titanita, apatita, zircão e minerais opacos os acessórios principais.

As rochas da Suíte intrusiva Baía das Garças afloram em blocos e matacões (Figura 3.5B) na Serra da Bodoquena. Compreendem 6 corpos de dimensões quilométricas, incluindo o Ortognaiss Santa Clarinha (PP4 γ scl), Granito Baía das Garças e Granito Rio Branco (PP4 γ rb).



Figura 3.4 - (A) Biotita-hornblenda gnaiss cinza equigranular médio e (B) epidoto-biotita gnaiss com textura milonítica.



Figura 3.5 - (A) Granito róseo equigranular médio xenomórfico, levemente foliado e (B) Blocos e matacões de granito pertencentes ao Corpo Baía das Graças.

Ocorrem encaixadas nas unidades Gnaiss Morraria e Gnaiss Caracol. Devido a restrições de acesso estes corpos foram individualizados através de gamaespectrometria e por poucos afloramentos observados em campo.

3.1.4. Formação Alto Tererê (PP4at)

A unidade foi redefinida para Formação Alto Tererê (REMEDIO *et al.*, 2014), sendo constituída por rochas metassedimentares (quartzito, filito, micaxisto, metaconglomerado, metarcóseo) e metabasitos, metamorizadas em condições variando de fácies xisto-verde inferior a anfibolito intermediário, com aumento do grau metamórfico de oeste para leste.

A Formação Alto Tererê, na área das folhas Vila Campão e Rio Perdido, inclui duas unidades informais: (i) muscovita quartzito cinza-claro a branco (Figura 3.6A) com acamamento composicional e granulométrico de espessura centimétrica a milimétrica, granulação fina a grossa, comumente com grânulos, localmente com estratificação cruzada (Figura 3.6B); inclui litotipos milonitizados e não milonitizados. Intercalações de metarcóseo,

metaconglomerado oligomítico, filito e micaxisto (PP4a-tqt); (ii) quartzo-muscovita xisto, muscovita xisto e granada-muscovita xisto (Figura 14) (PP4ats).

As maiores ocorrências contínuas dessa unidade afloram no sudoeste da Folha Vila Campão e noroeste da Folha Rio Perdido. Incluem intercalações de pacotes espessos a muito espessos, decamétricos, de quartzitos em camadas delgadas a médias, bem selecionados a moderadamente selecionados, com estratificação cruzada planar e laminação plano paralela; e pacotes espessos de quartzo muscovita xisto, ambos em condições de fácies xisto-verde. Comumente apresentam estruturas primárias preservadas, mas ocorrem termos bastante deformados com clivagem e lineação de estiramento/mineral dada pela orientação de grãos de muscovita e quartzo, além de localmente textura milonítica.

3.1.5. Suíte Intrusiva Rio Perdido (MP18rp)

Os afloramentos dos diques da Suíte Rio Perdido ocorrem no noroeste da Folha Vila Campão e sudoeste da Folha Rio Perdido. Os diques (Figura 3.7A) são orientados NE e



Figura 3.6 - (A) Muscovita quartzito médio cinza-claro; (B) Estratificação cruzada planar em quartzito cinza-claro a branco com acamamento de espessura centimétrica a milimétrica; (C) Granada-muscovita xisto parcialmente alterado.

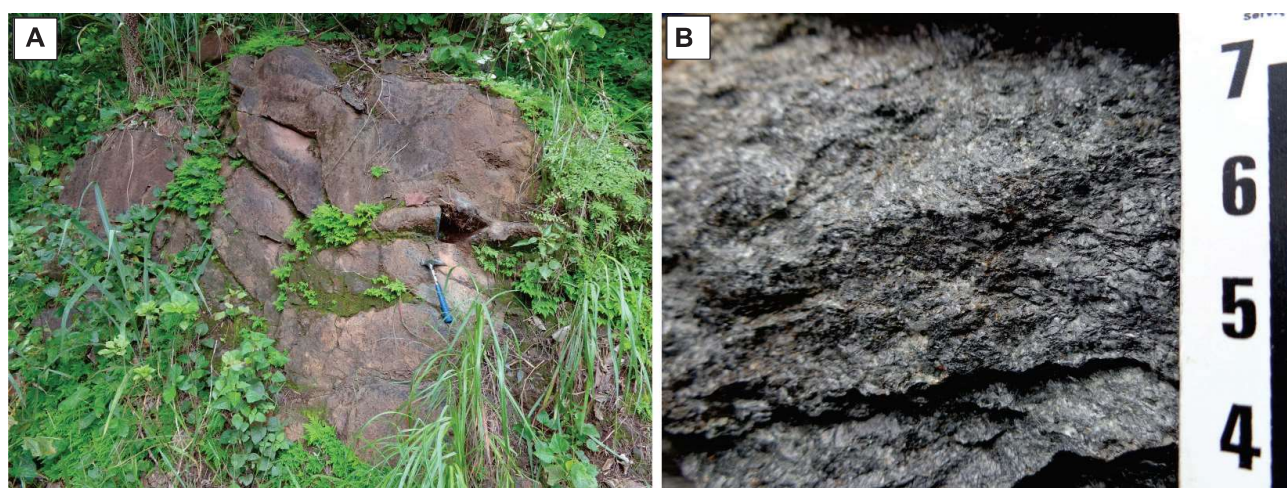


Figura 3.7 - (A) Diques lenticular espesso da Suíte Rio Perdido e (B) Anfibolito equigranular médio.

NW, tabulares a lenticulares, com espessura métricas a decamétricas. São constituídos por diabásio, microgabro e anfíbolito (Figura 3.7B), equigranulares finos a médios.

3.2. FAIXA PARAGUAI

As rochas da Faixa Paraguai afloram ao longo de uma extensa faixa N-S e perfazem cerca de 90% em área das folhas Vila Campão e Rio Perdido. Estão limitadas a oeste em discordância angular, litológica e em desconformidade sobre as rochas do Superterreno Rio Apa e a leste pela Bacia do Paraná (Figura 5). Compreendem sucessões metassedimentares (terrígenas e carbonáticas) e formações ferríferas, de baixo grau, pertencentes aos grupos Jacadigo, Cuiabá e Corumbá.

3.2.1. Grupo Jacadigo

Na área de estudo o Grupo Jacadigo é representado pela Formação Puga. Para maiores informações sobre a tectônica e sedimentação do Grupo Jacadigo recomenda-se Freitas (2010).

3.2.1.1. Formação Puga (NPPu e NPpuf):

Ocorre na porção nordeste da Folha Rio Perdido e principalmente numa extensa faixa WNW-ESE na porção leste da Folha Vila Campão. Está empurrada tectonicamente sobre as rochas da Formação Tamengo. É constituída por rochas conglomeráticas polimíticas (Figura 3.8A), com matriz filítica e também com matriz ferruginosa (Figura 3.8B), *metawackes*, filitos e formações ferríferas bandadas (Figura 3.8C), além de intercalações métricas de quartzito a quartzito seixoso.

O arcabouço dos conglomerados é composto por clastos sub-arredondados a subangulosos, de dimensões centimétricas a decimétricas, perfazendo cerca de 20-25% da rocha. É composto por fragmentos de rochas graníticas do Superterreno Rio Apa e também por uma grande variedade de clastos de rochas do Grupo Corumbá (calcários, siltitos, arenitos, folhelhos e dolomititos), além de filitos e xistos pertencentes ao Grupo Cuiabá e também autoclastos de diamictitos. A matriz, de cor cinza a verde, é fina e possui textura filítica.

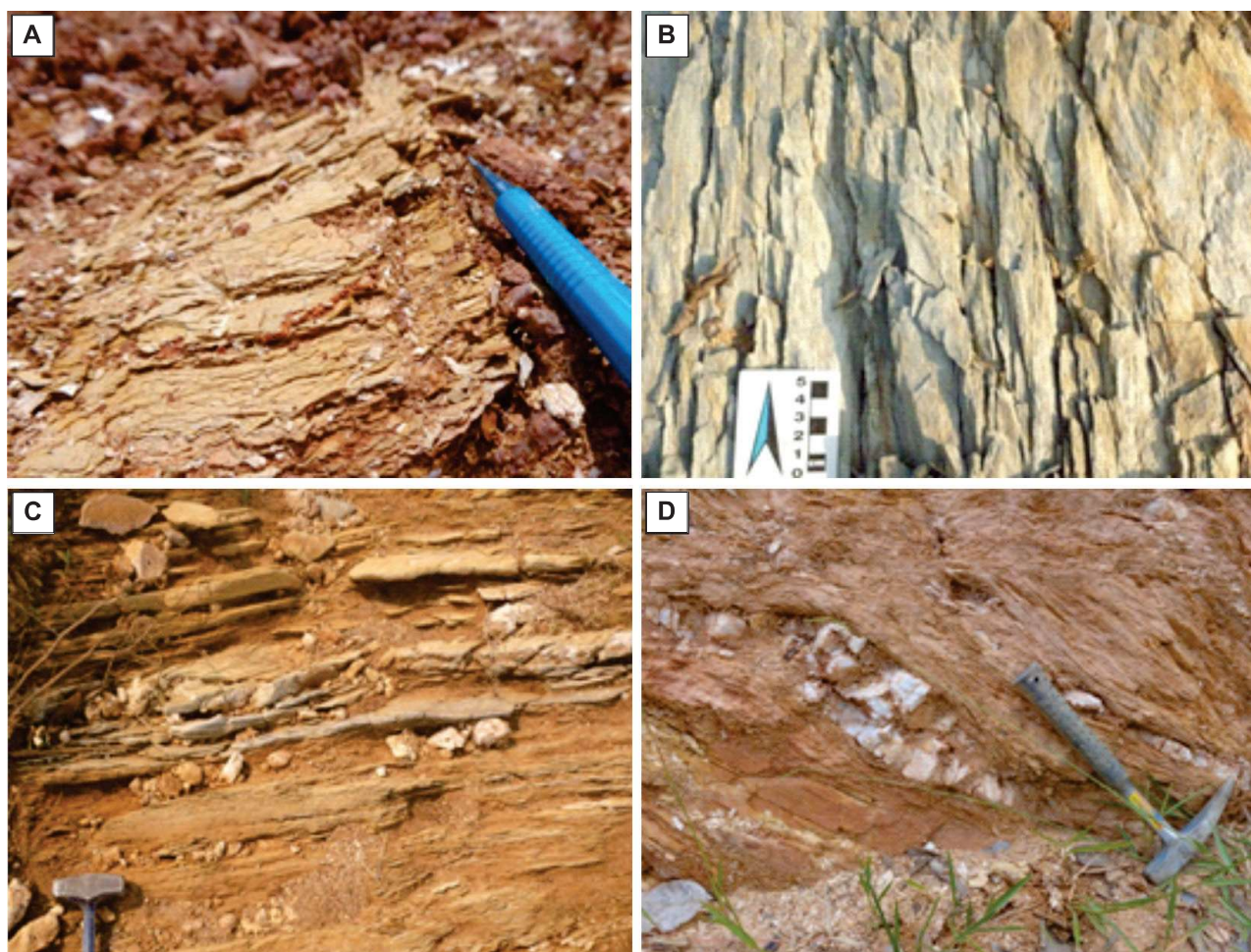


Figura 3.8 - (A) Conglomerado polimítico, com arcabouço constituído por seixos e blocos arredondados e matriz cinza esverdeada fina. (B) Conglomerado oligomítico, com arcabouço constituído por seixos e blocos arredondados e matriz cinza ferruginosa. (C) Formação ferrífera bandada intercalada em conglomerado de matriz ferruginosa.

Os conglomerados com matriz ferruginosa e as formações ferríferas bandadas ocorrem em camadas espessas e dobradas. A formação ferrífera bandada é constituída por alternância de bandas milimétricas à centimétricas ricas em magnetita e hematita e; lâminas ricas em quartzo e subordinadamente por muscovita. Piacentini *et al.* (2007) estimaram teores de Fe^{2+} variando entre 76% na base e 56% nas porções intermediárias e de topo do pacote.

3.2.2. Grupo Cuiabá

As rochas do Grupo Cuiabá afloram somente no nordeste e leste da Folha Vila Campão e estão empurradas tectonicamente sobre as rochas do Grupo Corumbá. São metassedimentos deformados e metamorfizados em fácies xisto-verde. O acamamento (S_0) define dobras isoclinais a apertadas reviradas, redobradas por dobras coaxiais abertas a apertadas. Possuem clivagem (S_{n+2}) com mergulhos variados para leste e sudeste e lineação de estiramento (L_{x2}) associada de mesma atitude, localmente crenulados (S_{n+3}). Este grupo foi dividido em 4 unidades informais: (i) Quartzitos (Figura 3.9A) intercalados grânulo quartzitos (figura 3.9B) (NPcuqt); (ii) Sericita-quartzo xistos e xistos grafitosos intercalados com quartzo xistos e quartzitos (NPcuxt); (iii) Filito cinza intercalado com sericita xistos (Figura 3.9C); quartzo xistos e quartzitos subordinados; além de intercalações com metacalcário (NPcuf); (iv) Metabasitos (NPcumb).

3.2.3. Grupo Corumbá

A litoestratigrafia adotada para o Grupo Corumbá nas folhas Vila Campão e Rio Perdido é descrita em Boggiani, (1997) que adiciona a Formação Cadiués na base do Grupo Corumbá proposto por Almeida (1965) (Figura 3.10). O Grupo Corumbá engloba as formações Cadiués, Cerradinho, Bocaina, Tamengo

e Guaicurus, depositadas em ambiente de margem continental passiva sujeita a ressurgências marinhas e eventos fosfogenéticos (Boggiani 1990; Boggiani *et al.* 1992, 1993; Boggiani & Coimbra 1996).

As ocorrências de fosfato distribuem-se ao longo da Serra da Bodoquena, sendo que três ocorrências foram descritas no âmbito do Projeto Fosfato Brasil – Parte 1 (CPRM, 2011). O fosforito tipo laminito algal preto, maciço, muito duro, apresenta teores de P_2O_5 na Fazenda Ressaca em torno de 40% (JUSTO, 2000). Essa tipologia está associada a dolomitos estromatolíticos e dolomitos do topo da Formação Bocaina, sendo este o minério mais importante. Os fosforitos tipo intraclasto cinza escuro e clastos do fosforito maciço e clastos de origem diversa, em sua maioria de estromatólitos da Formação Bocaina, associados a base da Formação Tamengo, com teores de 9,3% e 7,4% de P (JUSTO, 2000). Metapelitos siltosos fosfáticos e fosforitos argilosos, normalmente com pellets e nódulos de fosfato preto, ocorrem intercalados aos dolomitos da Formação Bocaina (LUZ *et al.* 1980).

Este grupo estaria sobreposto aos sedimentos da Formação Puga relacionados a glaciação Varanger do Proterozóico Superior, entre 610-590 Ma (ALVARENGA; TROMPETTE 1992). Ressalta-se que a posição stratigráfica atribuída à Formação Puga é questionável. Ela possui no seu arcabouço fragmentos de rochas pertencentes a outras formações, teoricamente mais novas, como por exemplo, fragmentos de calcários, filitos e conglomerados. Campanha *et al.* (2011), posicionam a Formação Puga intercalada com a Formação Cerradinho (Figura 3.11).

A Formação Cerradinho é constituída por arenitos e folhelhos que gradacionam para dolomitos da Formação Bocaina. A Formação Tamengo está em paraconformidade sobre estas unidades ou interdigitada com as mesmas, caracteriza-se pela alternância de folhelhos e calcários que transicionam para espessos pacotes de folhelhos da Formação Guaicurus.



Figura 3.9 - (A) Quartzito branco, fino, bem selecionado, em camadas delgadas tabulares; (B) Grânulo quartzito moderadamente selecionado a mal selecionado em camada espessa; (C) Filito Cinza com intercalações de lâminas milimétricas de sericita xisto e quartzito fino.

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

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

Figura 3.10 - Estratigrafia do Grupo Corumbá. O quadrado vermelho dá destaque ao posicionamento estratigráfico das rochas fosfáticas (modificada de BOGGIANI 1997). FONTE: Projeto Fosfato Brasil - Parte 1.

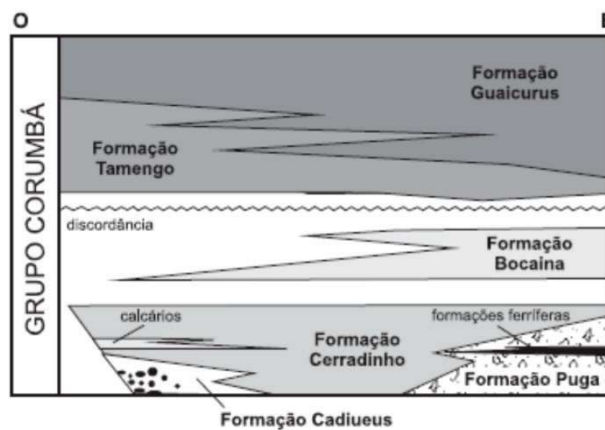


Figura 3.11 - Coluna estratigráfica para o Grupo Corumbá. Fonte: Campanha et al., 2011.

3.2.3.1. Formação Cadiuéus

A Formação Cadiuéus foi originalmente definida por Almeida (1965) como um conjunto de sedimentos conglomeráticos e arcoseanos sobreposto ao embasamento ganáissico-granítico, com exposições restritas à borda oeste do Planalto da Bodoquena. Aflora na porção sudoeste da Folha Rio Perdido com pequenas exposições não mapeáveis na escala 1:100.000. É possível observar ortoconglomerados polimíticos de cor rósea a arroxeadada com matriz arcoseana grossa, micácea com clastos variando de tamanho entre 20-30 cm (Figura 3.12). Os conglomerados transicionam para camadas de arenito arcoseano róseo grosso e passam para folhelhos de cor vermelho-arroxeadada.



Figura 3.12 - Ortoconglomerados polimíticos de cor rósea, na base, gradando a arcóseo alaranjado, no topo.

3.2.3.2. Formação Cerradinho (NP3ce)

A Formação Cerradinho foi definida por Almeida (1965) e apresenta distribuição por toda a borda oeste do Planalto da Bodoquena, na porção mais ocidental da Faixa Paraguai. Aparentemente, na área de estudo a Formação Cadiuéus transiciona para a Formação Cerradinho.

Esta unidade aflora na porção oeste das folhas Rio Perdido e Vila Campão, em desconformidade sobre as rochas do Superterreno Rio Apa, sendo constituída predominantemente por rochas sedimentares como arenitos brancos (Figura 3.13A) a róseos em camadas tabulares delgadas à espessas, maciços, bem selecionados, com grãos médios a grossos, subarredondados; arcóseos alaranjados (Figura 3.13B) a avermelhados em camadas espessas, maciças; pelitos laminados vermelhos a alaranjados (Figura 3.13C); e subordinadamente, por conglomerados e dolomitos intercalados. Foram observadas algumas camadas de silexitos.

Estas rochas também afloram em uma faixa N-S no centro da folha Vila Campão, empurradas tectonicamente sobre as rochas da Formação Tamengo, onde se apresentam deformadas e metamorfizadas em fácies xisto verde com clivagem (S_{n+2}) com mergulhos variados para leste e sudeste.

Sua passagem para a Formação Tamengo é gradacional, ora ocorre interdigitada com calcários (Figuras 3.14 e 3.15) ora os pelitos laminados estão intercalados com cálcio-pelitos de coloração beges.

3.2.3.3. Formação Bocaina (NP3bo)

A Formação Bocaina foi definida por Almeida (1945) na região de Corumbá. É caracterizada por dolomitos com silexitos no topo, com presença de níveis fosfáticos. No Planalto da Bodoquena estes dolomitos constituem morrarias e morros isolados distribuídos ao lado oeste da rodovia entre Bonito e Bodoquena onde se



Figura 3.13 - (A) Arenitos brancos, maciço, bem selecionado, com grãos médios a grossos, subarredondados. (B) Arcóseo alaranjado parcialmente alterado, médio, moderadamente selecionado, com grãos sub-angulosos a sub arredondados. (C) Pelito com intercalações de lâminas de siltito de cor alaranjada e lâminas de argillito cinza escuro.

encontram dobrados, tectonizados e marmorizados. Na região central da área de estudo, está em discordância litológica e desconformidade com a Formação Cerradinho. Juntas, estas duas formações, constituem uma lasca tectônica empurrada sobre as rochas das formações Tamengo e Guaicurus. Apesar de sua relação com as rochas da Formação Tamengo na porção mais oriental não estar bem definida.



Figura 3.14 - Pelito laminado intercalado com lâminas milimétricas de cálcio-lutito e com nódulos de calcário calcítico.

Aparentemente, ocorre como nódulos e pequenos corpos dentro da mesma, em porções onde os calcários estão bastante silicificados e ou deformados. Ocorrem sob a forma de blocos fraturados e silicificados com uma cobertura de solo pouco espessa. A paisagem tem uma aparência de bem mais arrasada em relação à área de ocorrência dos calcários da Formação Tamengo. Os afloramentos são mais restritos e de menores dimensões.

Os dolomitos são cinza claro (Figura 3.16A) a róseos (Figura 3.16B), maciços, bastante silicificados e apresentam sílica na forma de lâminas e camadas, preenchendo fraturas em *boxworks* (Figura 3.16C) ou formando brechas com clastos angulosos dolomíticos e calcíticos circundados por silexito. Às vezes, nos planos de fraturas, ocorre preenchimento por argilomineral amarelo (Figura 3.16D) rico em fosfato. Estromatólitos fosforíticos (Figura 3.16E) afloram na área da Folha Vila Campão.

3.2.3.4. Formação Tamengo(NP3t)

As rochas da Formação Tamengo são as mais abundantes nas áreas das folhas Rio Perdido e Vila Campão. Ocorrem em extensas faixas de orientação geral N-S, na porção autóctone em paraconformidade ou em discordância angular, às vezes interdigitadas, com a Formação Cerradinho. Ocorrem também como lascas tectônicas

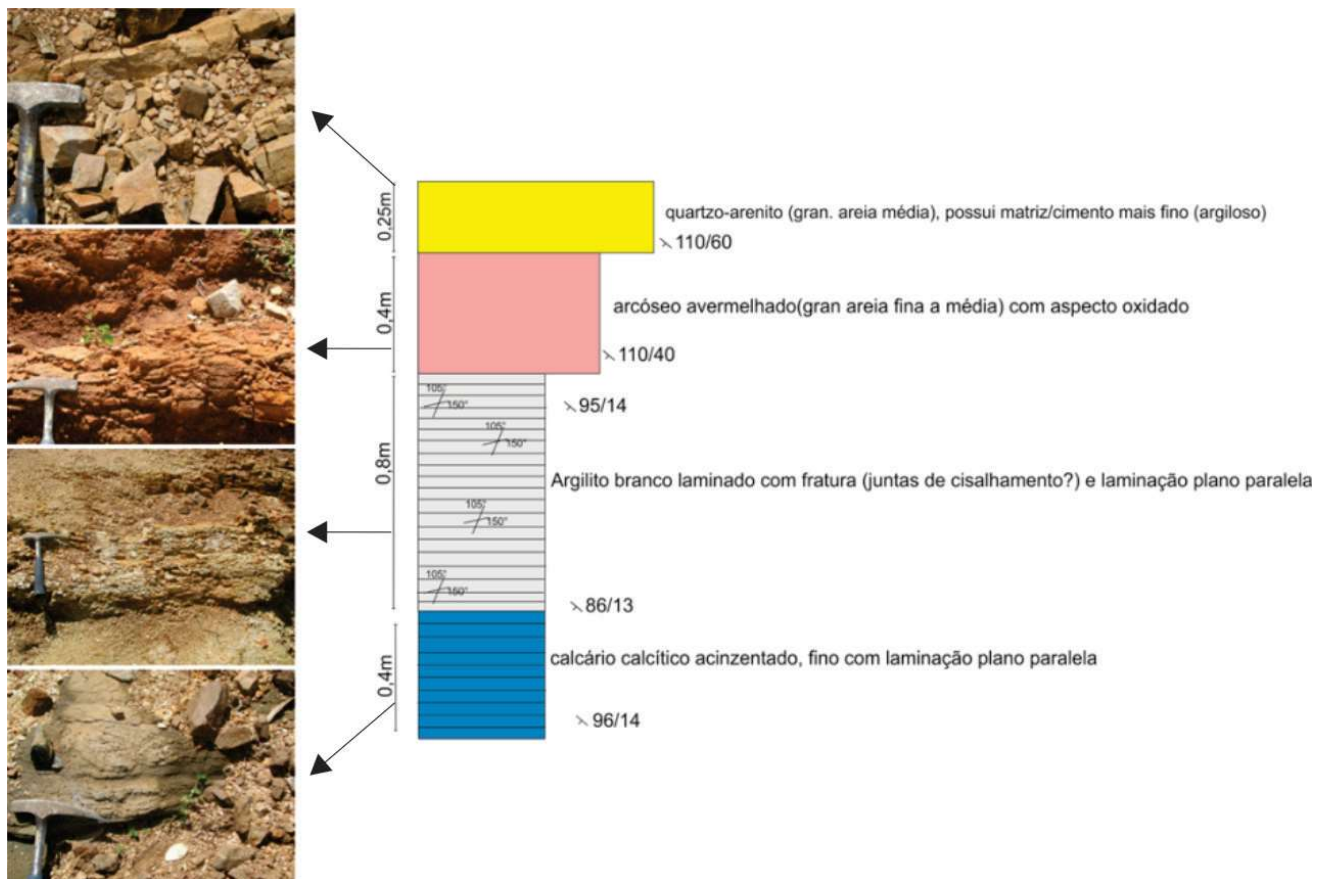


Figura 3.15 - Perfil estratigráfico das rochas da Formação Cerradinho realizado na Folha Rio Perdido indicando camadas de quartzo-arenitos, arcóseos, argilitos e calcários.

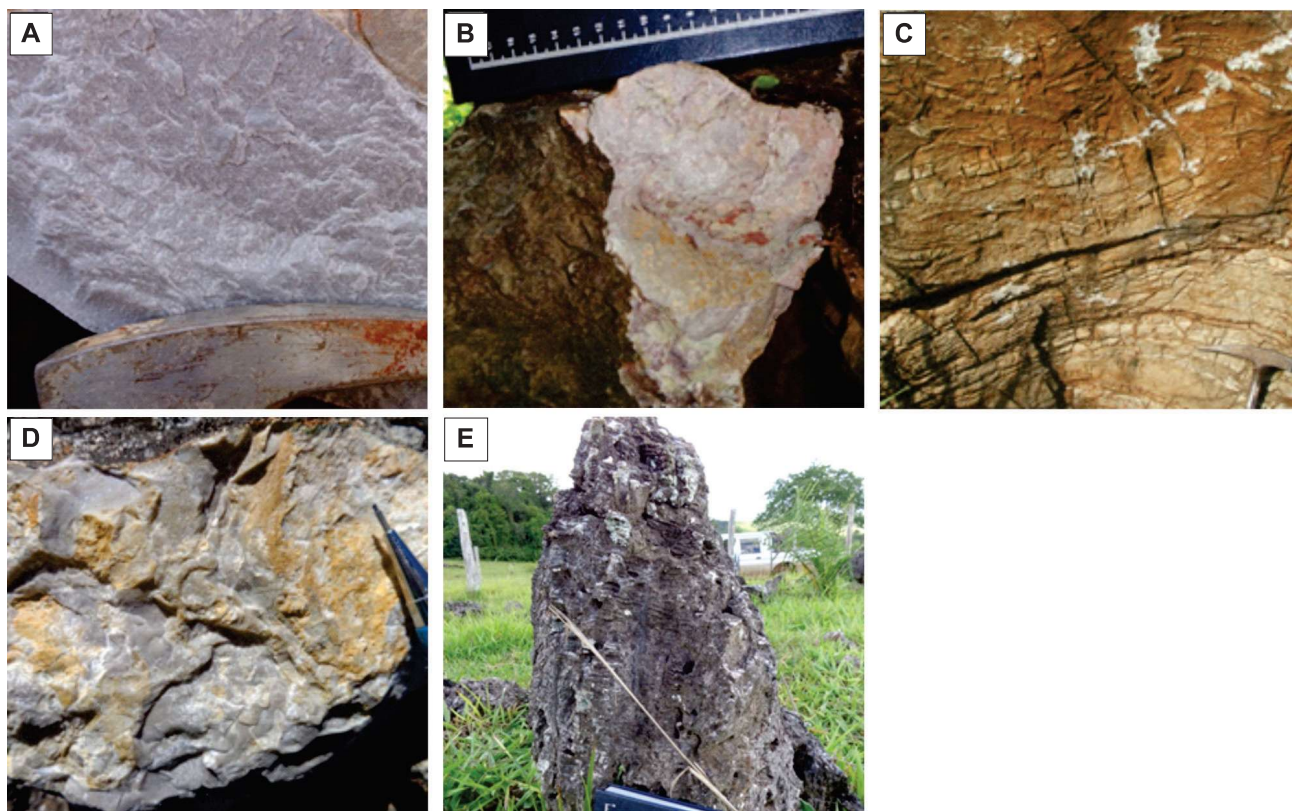


Figura 3.16 - (A) Calcário dolomítico cinza claro, maciço. (B) Calcário dolomítico róseo, maciço, parcialmente alterado. (C) Dolomito silicificado com fraturas em *boxwork*, preenchidas por sílica. (D) Argilomineral amarelo rico em fosfato em fratura em calcário dolomítico cinza claro. (E) Estromatólito colunar rico em fosfato em calcários dolomíticos.

empurradas tectonicamente sobre as demais formações. É constituída predominantemente por calcários calcíticos e cálcio-lutitos cinza-escuros a pretos. Os afloramentos desta unidade ocorrem na forma de lajes e blocos soltos, por vezes recobertos por solos pouco espessos (Figura 3.17A).

Os afloramentos de calcário são os mais abundantes, podendo ser encontrados em como corpos maciços, em camadas de espessura centimétrica a decimétrica, e laminados (Figura 3.17B), além de exibir brechas intraformacionais. Apresenta também uma fácies de ritmitos (Figura 3.17C) representada por intercalações de camadas de margas, pelitos, cálcio-lutitos e arenitos.

Estes calcários são predominantemente calcíticos, fortemente reativos ao ácido clorídrico (HCl). Observam-se blocos com laminação centimétrica sub-horizontal entre níveis calcíticos e dolomíticos e blocos laminados predominantemente de calcário calcítico com níveis de calci-lutitos e calcarenitos. Esta laminação sub-horizontal é frequentemente truncada por venulações oblíquas de calcita branca subcentimétrica à centimétrica que ocorrem também paralelas à laminação (Figura 3.18A). São comuns blocos de brechas intraformacionais com estrutura maciça (Figura 3.18B) a gradacional.



Figura 3.17 - (A) Afloramento de calcário calcítico cinza escuro laminado. (B) Calcário calcítico cinza escuros com estrutura maciça em camadas médias. (C) Ritmitos formados por intercalações de cálcio lutito e marga.



Figura 3.18 - (A) Calcário calcítico cinza escuro laminado com vênulações de espessura subcentimétricas à centimétricas preenchidas por calcita branca, com orientação oblíqua e paralela a laminação. (B) Brecha intraformacional em calcário calcítico.

Estruturas rúpteis como estilólitos, fraturas de tensão (*tension gashes*) e fraturas preenchidas por calcita são bastante comuns. O padrão deformacional da unidade é caracterizado por dobras com vergência para oeste e mergulho suave a subvertical. É a unidade mais importante da folha do ponto de vista econômico, por seu grande potencial para extração de calcário, devido a sua pureza e grande extensão. Análises realizadas no laboratório do Centro Nacional de Treinamento para o Controle da Poluição na Mineração (CECOPOMIN-CPRM) apresentaram teores de CaO de até 61,6% e de MgO limitado a 0,9% para a Formação Tamengo no âmbito da Folha Fazenda Margarida localizada a sul da Folha Rio Perdido onde a esta formação tem continuidade.

3.2.3.5. Formação Guaicurus (NP3gu)

A Formação Guaicurus foi definida por Almeida (1965b) e interpretada como depositada em ambiente distal da paleobacia que deu origem à Faixa Paraguai. Aflora somente na Folha Vila Campão, na forma de corpos alongados na direção N-S. Está em paraconformidade com a Formação Tamengo ou empurrada tectonicamente sobre a mesma.

É constituída predominantemente por folhelhos e metapelitos bege a avermelhados (Figura 3.19A), às vezes cinza prateado (Figura 3.19B), e subordinadamente, por metamargas e quartzitos brancos acinzentados. Nota-se a presença de ritmitos (Figura 3.19C) compostos por alternância de lâminas e camadas centimétricas de metapelito, metamarga e quartzito fino. Em geral, os metapelitos possuem textura ardósiana, gerada em condições de fácies xisto-verde e apresentam o acamamento (S_0) discordante com a clivagem (S_{n+2}). Mais a leste, o grau de deformação aumenta e a rocha apresenta clivagem filítica (S_{n+2}) subparalela ao acamamento (S_0) além de desenvolver uma clivagem de crenulação (S_{n+3}). Próximo à

cidade de Bodoquena, localmente o acamamento (S_0) e a clivagem (S_{n+2}) são transpostos por S_{n+3} . Ocorrem veios de quartzo (Figura 3.19D) de espessura centimétrica paralelos ao acamamento (S_0) e à clivagem (S_{n+2}), alguns dobrados e *boudinados*.

3.3. BACIA DO PARANÁ - GRUPO ITARARÉ

Rochas da Bacia do Paraná ocorrem na porção sudeste da Folha Rio Perdido e se restringem à Formação Aquidauana (Grupo Itararé). A denominação de Grupo Itararé foi proposta Schneider *et al.* (1974) para designar camadas glaciais e carbonosas, de idade permio-carbonífera, que ocorrem na borda oriental da Bacia do Paraná. Este termo foi proposto em substituição à denominação de Grupo Tubarão (WHITE, 1908), que por sua vez era subdividido nas formações Campo do Tenente, Mafra, Rio do Sul e Aquidauana. Esta concepção foi modificada por França e Potter (1988), a partir de dados de sondagens, com a subdivisão do grupo nas formações Lagoa Azul, Campo Mourão, Taciba e Aquidauana. A unidade apresenta espessura máxima estimada em 1.310 metros e idade de deposição entre o Carbonífero Superior e o Permiano Inferior (DAEMON e QUADROS, 1970). Somente a Formação Aquidauana ocorre no Estado do Mato Grosso do Sul.

3.3.1. Formação Aquidauana (C2P1a)

A Formação Aquidauana ocupa o extremo sudeste da Folha Rio Perdido e foi interpretada por geofísica e sensoriamento remoto no contato com a Folha da Fazenda Margarida.

Definida originalmente por Lisboa (1909), a Formação Aquidauana apresenta área-tipo no cruzamento da estrada de ferro sobre o vale do rio Aquidauana. No Estado do Mato Grosso do Sul a unidade ocupa área de

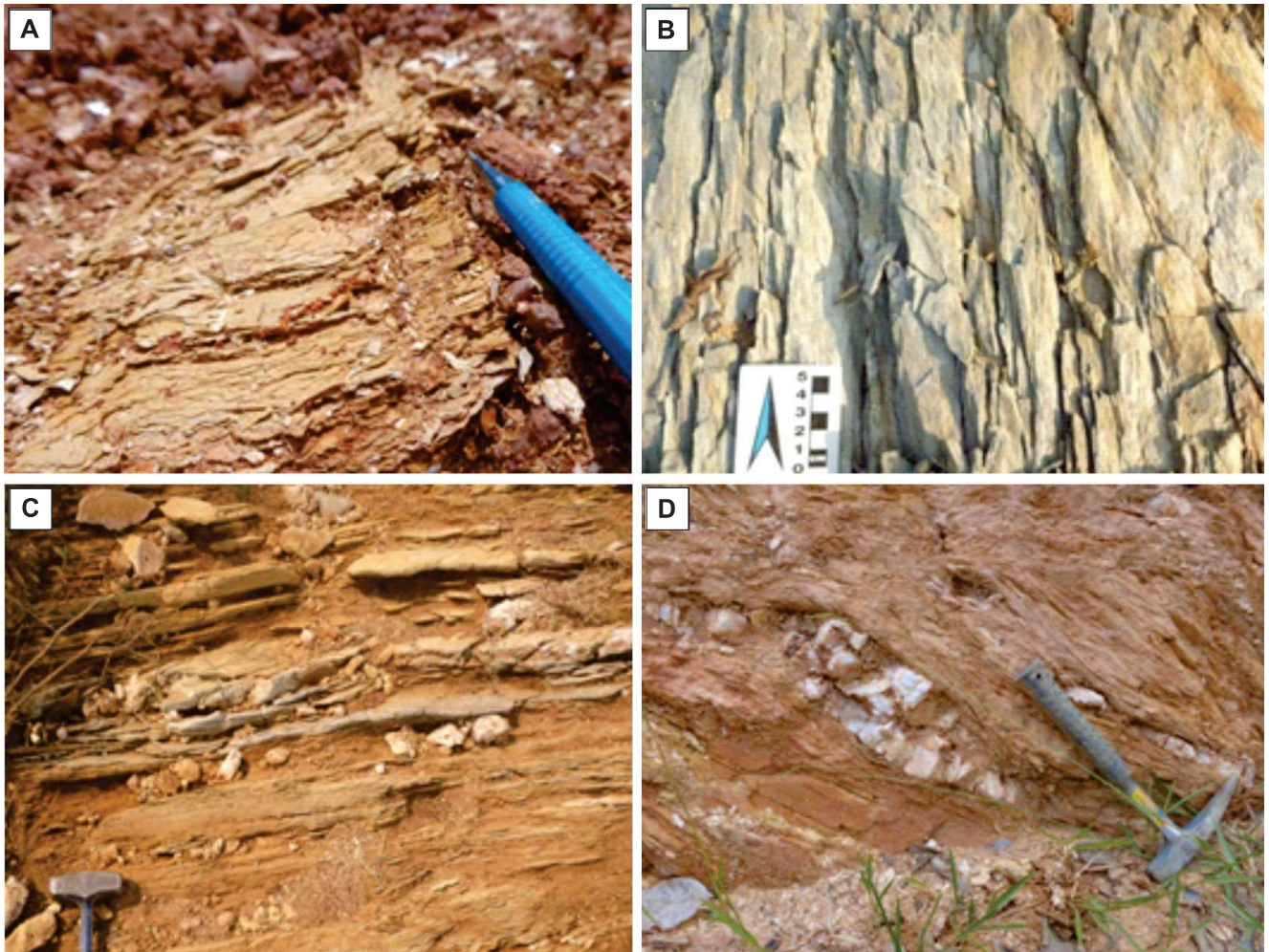


Figura 3.19 - (A) Ardósia de cor bege avermelhada bastante alterada. (B) Filito cinza prateado intensamente fraturado. (C) Ritmito constituído por alternância de lâminas de ardósia bege alaranjada e lâminas e camadas centimétricas de quartzito muito fino cinza claro. (D) Veio de quartzo de espessura centimétrica paralelo a clivagem e o acamamento.

pouco mais de 14.000 km², ao longo de uma faixa de direção NE-SW, com cerca de 35 km de largura média e mais de 500 km de comprimento.

Schneider *et al.* (1974) dividem esta formação em três intervalos estratigráficos:

- i. Intervalo inferior: caracterizado por conglomerado basal seguido de arenito vermelho a róseo, médio a grosso, com estratificação cruzada acanalada e intercalações de camadas de diamictito e arenito esbranquiçado;
- ii. Intervalo médio: compreende camadas de siltito, folhelho e arenito fino vermelho a róseo, laminado, com intercalações de camadas de diamictito e folhelho cinza-esverdeado;
- iii. Intervalo superior: dominado por camadas de arenito vermelho com estratificação cruzada, interpretado como produto de deposição em ambiente fluvial e lacustre.

Corrêa *et al.* (1976) mantêm a mesma subdivisão e descrevem rochas arcoseanas presentes nos intervalos inferior e superior da Formação Aquidauana.

Gesicki (1997) reconheceu onze fácies sedimentares controladas por oscilações glácio-climáticas neopaleozoicas na Formação Aquidauana e as reuniu em três intervalos informais:

- a. Intervalo inferior: predominantemente arenoso, apresenta espessura média de 120 metros, interpretado como depositado em sistemas aluvial e fluvial entrelaçados com retrabalhamento eólico localizado;
- b. Intervalo médio: compreende cerca de 40 metros de espessura de pelito depositado por corrente de turbidez de baixa densidade, interpretado como relacionado a uma fase interglacial de afogamento generalizado da bacia.
- c. Intervalo superior: pacote com cerca de 330 metros de espessura formado por arenito depositado em ambiente progradacional intercalado com níveis de ritmito, lamito, folhelho, siltito e calcário relacionados à deposição em ambiente continental e transicional.

3.4. SEDIMENTAÇÃO CENOZOICA

3.4.1. Formação Pantanal (Q12P)

Os sedimentos da Bacia do Pantanal preenchem uma depressão tectônica interior cujo embasamento é constituído por rochas metamórficas pré-cambrianas do Superterreno Rio Apa, metassedimentos do Grupo Cuiabá e sedimentos da Bacia do Paraná (sequências paleozoicas e mesozoicas).

Segundo Weyler (1962) a bacia foi preenchida predominantemente por sedimentos siliciclásticos com afinamento granulométrico para o topo. Na porção inferior a Formação Pantanal é constituída por arenitos grossos e conglomerados e na parte superior ocorrem areias quartzosas finas a médias (localmente grossas). Intervalos de cor avermelhada são frequentes e destacam a cimentação por óxido de ferro, com ocorrências localizadas de perfis lateríticos. Almeida (1964) define a Formação Pantanal como constituída de sedimentos de natureza arenosa fina e siltico-argilosa com pouco cascalho disperso. O autor faz referência à existência de um terraço mais antigo pleistocênico que não é inundável nas épocas de cheia. Figueiredo e Olivatti (1974) englobam dentro da Formação Pantanal os sedimentos que compõe todos os níveis de terraços fluviais, sendo o mais elevado caracterizado como planície aluvial antiga (Qp1), o nível intermediário como terraço aluvial recente (Qp2) e o nível mais baixo como aluviões recentes (Qp3). Ramalho (1978) subdivide os aluviões da depressão mato-grossense em sete tipos, sendo cinco aluviões essencialmente fluviais e dois de espraiamento aluvial sobre área pediplanizada.

Segundo Assine (2003), não há informação precisa sobre o início da sedimentação da bacia do Pantanal, no entanto o autor infere que a sedimentação pode ter iniciado no Plioceno, após o soerguimento e desmantelamento da superfície sul-americana e subsidência tectônica da região do Pantanal.

3.4.2. Formação Serra da Bodoquena (Q2sb)

Depósitos sedimentares quaternários formados por tufas calcárias ocorrem extensamente na região do Planalto da Bodoquena. A deposição destes carbonatos cenozoicos ocorreu ao longo de drenagens associadas ao sistema cárstico desenvolvido sobre os calcários neoproterozoicos do Grupo Corumbá. Estes depósitos constituem feições construtivas associadas ao sistema cárstico e representam o maior registro deste tipo na América do Sul.

A primeira referência da ocorrência de depósitos de tufa calcária no Estado de Mato Grosso do Sul foi publicada por Almeida em 1943, denominando-a como Formação Xaraiés. Descrição com maior grau de detalhe foi feita pelo mesmo autor em 1945, em uma escarpa na

região de Corumbá (MS). Atribuiu idade pleistocênica a estes carbonatos em razão de seu conteúdo fóssilífero (vegetais e moluscos fósseis). Os depósitos de tufa da Serra da Bodoquena são correlacionados à Formação Xaraiés por Almeida (1965) aos depósitos ativos dos rios Aquidabã e Formoso.

Os trabalhos de mapeamento conduzidos na região da Serra da Bodoquena no Projeto Bonito-Aquidauana (NOGUEIRA e OLIVEIRA, 1978) e pelo projeto RADAM-BRASIL (ARAÚJO *et al.*, 1982) mantiveram a denominação de Formação Xaraiés, proposta por Almeida (1965) para estes depósitos. Boggiani e Coimbra (1995) sugerem pela primeira vez uma denominação própria para estes depósitos nomeando-os como “Tufas da Serra da Bodoquena”. Boggiani *et al.* (2002) reconheceram 2 tipos principais de depósitos para os carbonatos cenozoicos da Serra da Bodoquena: represas e cachoeiras de tufas e micritas inconsolidadas (calcários pulverulentos). No trabalho de Sallun Filho *et al.* (2007) propõe-se a formalização dos depósitos de tufa da Serra da Bodoquena como unidade distinta da Formação Xaraiés, definindo a Formação Serra da Bodoquena que nesse mesmo trabalho é subdividida em 2 membros: Membro Rio Formoso que corresponde aos depósitos na forma de represas e cachoeiras (Figura 3.20A) ao longo das drenagens e o Membro Fazenda São Geraldo que corresponde aos depósitos de micritas inconsolidadas (Figura 3.20B).

Estes depósitos ocorrem de maneira expressiva em planícies associados ao desenvolvimento de antigas áreas alagadas, lagos ou meandros nas bacias de drenagens dos rios locais.

Os dados geocronológicos disponíveis na literatura para a Formação Serra da Bodoquena (Tabela 3.1) atribuem idades holocênicas para os depósitos de tufas. No entanto o trabalho de Ribeiro *et al.*, (2015) obteve idades pleistocênicas para dois terraços de tufas amostrados na Folha Fazenda Margarida (a sul das folhas Rio Perdido e Vila Campão).

Estes depósitos têm importância econômica, pois representam grande parte da atividade turística da região com grande valor paisagístico e ambiental. Além disso, estes carbonatos cenozoicos são explorados pela Mineração Xaraiés, na Folha Rio Perdido, que produz corretivos de solo a partir de um depósito de tufa microdetritica (pulverulenta). Nesse depósito encontram-se uma lavra abandonada onde hoje é a Praia da Figueira, famoso balneário próximo à cidade de Bonito, e uma lavra ativa na Fazenda São Geraldo, mesmo local, do escritório e as instalações da Mineração Xaraiés.

3.4.3. Depósitos Aluvionares (Q2a)

Compreende depósitos compostos predominantemente por areia, subordinadamente cascalho, lentes silto-argilosas e turfa. Nas frações mais grossas podem

ocorrer concentrações de minerais pesados, eventualmente com minerais de interesse econômico. Tais depósitos distribuem-se principalmente nas planícies de inundação e ao longo dos canais das drenagens de maior porte e baixo gradiente. Ao longo das drenagens que

correm sobre o embasamento (Superterreno Rio Apa), na porção oeste das folhas, estes depósitos possuem áreas mais restritas, limitadas às calhas e margens dos principais rios e córregos, fora da zona de influência da planície do Pantanal.

Tabela 3.1 - Dados geocronológicos obtidos para as tufas calcárias da Formação Serra da Bodoquena.

REFERÊNCIA	MÉTODO	MATERIAL	IDADE (ANOS)	LOCAL
Turcq (1987)	14C	Conchas/carvão	5200-2150 A. P.	Rio Salobra
Boggiani et al.(2002)	14C		3410±70-2130±60 A. P.	Rio Aquidabã
Sallun Filho et al. (2009)	14C	Conchas	5650±60-2630±60 A. P.	Pedreira Xaraés
Sallun Filho et al. (2009)	14C	Carvão	650±40 A. P.	Rio Perdido
Ribeiro et al. (2014)	OSL	Quartzo	6000±480	Rio Miranda
Ribeiro et al. (2014)	OSL	Quartzo	700±120	Rio Perdido
Ribeiro et al. (2014)	OSL	Quartzo	4500±730	Córrego Anhumas
Ribeiro et al. (2014)	OSL	Quartzo	117.500±10.800	Rio da Prata
Ribeiro et al. (2014)	OSL	Quartzo	55.600±13.700	Rio da Prata

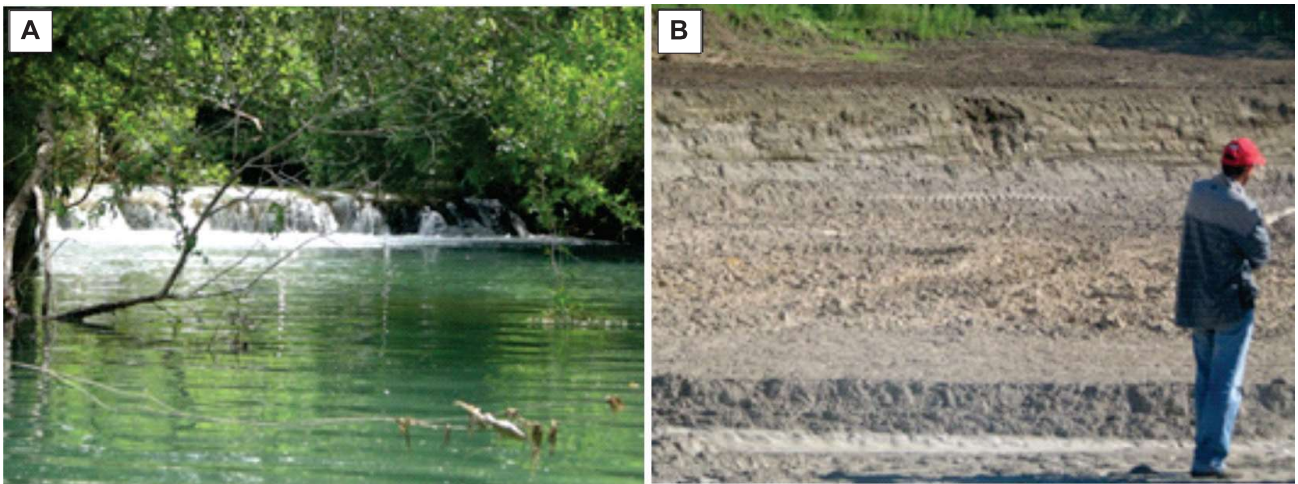


Figura 3.20 - (A) Membro Rio Formoso da Formação Serra da Bodoquena: barragens e cachoeiras de tufa ao longo das drenagens. Córrego Anhumas em Bonito MS. (B) Micritas inconsolidadas na Pedreira Xaraiés na cidade de Bonito. No trabalho de Sallun Filho (2007) estes depósitos são classificados como o membro Fazenda São Geraldo da Formação Serra da Bodoquena.

4. GEOLOGIA ESTRUTURAL

A análise estrutural foi realizada com base em procedimentos clássicos (RAMSAY; HUBER, 1983, 1987; TURNER; WEISS, 1968), envolvendo descrição e análise em campo das relações geométricas e cinemáticas das estruturas tectônicas, tomada de atitude de estruturas com bússola, hierarquização destas com base em critérios de superposição, coleta e análise de amostras orientadas e tratamento dos dados em escritório com auxílio de seções e mapas. Os domínios geotectônicos maiores (Superterreno Rio Apa e Faixa Paraguai) foram considerados separadamente. Em relação as informações sobre o Domínio do Superterreno Rio Apa, pouco foi levantado neste presente trabalho, devido à restrição de acesso a área, citada anteriormente. Pode-se extrair uma boa informação sobre a tectônica do Superterreno Rio Apa nos trabalhos de Remédios *et al.*, (2014) e Faleiros *et al.*, (2016).

Na região de estudo foram observadas quatro fases de deformação dúctil e uma rúptil (Figura 4.1). No Superterreno Rio Apa, a fase D_n foi responsável pela geração de falhas de empurrão, pela foliação principal (S_n), dobras isoclinais e lineação de estiramento (L_{x1}). A fase D_{n+1} foi responsável pelo redobrimento das estruturas relacionadas a D_n e localmente por geração de clivagem de crenulação (S_{n+1}) observada somente nos metassedimentos da Formação Alto Tererê.

A fase D_{n+2} é uma tectônica rúptil que afeta tanto a porção leste das rochas do embasamento, próximo ao contato com as rochas da Faixa Paraguai, quanto o domínio autóctone da Faixa Paraguai. É responsável por falhas normais nas bordas da bacia e consequente associadas a própria abertura da bacia, falhas normais e fraturas em rochas do embasamento e rochas sedimentares das formações Cerradinho e Tamengo.

A fase D_{n+3} foi responsável pela geração de dobras abertas a apertadas no domínio autóctone e de falhas de empurrão, foliação principal (S_{n+2}), dobras isoclinais e lineação de estiramento (L_{x2}) nos subdomínios para-autóctone e alóctone nos metassedimentos a Faixa Paraguai.

A deformação D_{n+4} é observada no subdomínio alóctone da Faixa Paraguai. É uma deformação coaxial com D_{n+3} , deformando as estruturas pretéritas D_{n+3} sendo responsável por geração de clivagem de crenulação (S_{n+3}) e dobras, principalmente nas bases dos empurrões. Dado a relação geométrica e a falta de outros elementos não apreciados no presente trabalho, foi interpretada como uma deformação progressiva associada à evolução da deformação D_{n+3} .

4.1. DOMÍNIO DO SUPERTERRENO RIO APA

Engloba todas as rochas do embasamento paleoproterozoico pertencentes ao Superterreno Rio Apa. Foram observadas estruturas dúcteis relacionadas à formação e consolidação do Cráton Amazônico em si e rúpteis, relacionadas à abertura da bacia onde se depositaram as sucessões sedimentares da Faixa Paraguai.

4.1.1. Estruturas Dúcteis (D_n e D_{n+1})

As rochas do embasamento estão imbricadas e justapostas por falhas de empurrão (Figura 4.1) e a foliação principal (S_n) é paralela a estas superfícies de empurrão. Apresenta mergulhos suaves a íngremes predominantemente para sudoeste e subordinadamente para nordeste (Figura 4.2A). No contato entre as unidades se desenvolve uma foliação milonítica (Figura 4.2B) a protomilonítica e, raramente nos ortognaisses ocorrem pseudotaquilitos (Figura 4.2C).

A foliação principal (S_n) constitui uma xistosidade anastomosada que nos ortognaisses das unidades Caracol e Morraria é definida por grãos de feldspato e quartzo deformados e estirados. Nos metassedimentos da Formação Alto Tererê a foliação é definida pelo alinhamento de muscovita e agregados de grãos quartzo, sendo plano axial de dobras isoclinais (D_n) de traço NNW-ESE e NS (figura 4.3A e 4.3B), redobradas por dobras abertas a apertadas (D_{n+1}) de traço axial ENE-WSW (Figura 4.3B), adquirindo mergulhos variados para sudoeste e nordeste

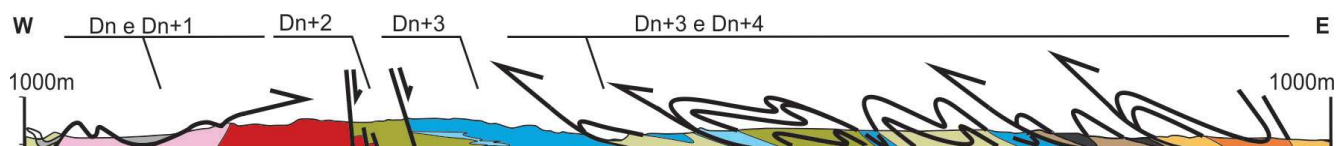


Figura 4.1 - Seção geológica (C-D), na Folha Vila Campão. Vide Mapa geológico da Folha Vila Campão (Oliveira *et al.*, 2020).



Figura 4.2 - (A) Diagrama estereográfico equal-área hemisfério inferior demonstrando os pólos (N=312) e contornos de pólos da foliação principal (S_n) em gnaisses e metassedimentos pertencentes ao embasamento. (B) Hornblenda biotita gnaisse com textura milonítica (ortogneisse Morraria). (C) Pseudotaquilito em biotita ortogneisse Caracol.



Figura 4.3 - (A) Dobras isoclinais em biotita ortogneisse Caracol. (B) Dobras isoclinais em flanco de antiformal. Muscovita gnaisse pertencente a unidade Caracol. (C) Quartzito com textura milonítica., Apresenta lineação mineral e estiramento com mergulho oblíquo a foliação (Formação Alto Tererê).

(Figura 46). Associado à foliação (S_n) também ocorre lineação de estiramento, ora de mesma atitude, ora com mergulhos para sudoeste, oblíquos em relação a foliação (Figura 4.3C). Localmente os metassedimentos desenvolvem clivagem de crenulação (S_{n+1}).

4.1.2. Estruturas Rúpteis (D_{n+2})

No embasamento foram observadas diversas estruturas rúpteis, como falhas e fraturas, de mesma orientação que as estruturas que ocorrem na base da Formação Cerradinho. São Falhas normais N-S (Figura 4.4A) e pares de fraturas de cisalhamento verticais a subverticais, com orientação NNW e NNE (Figura 4.4B) respectivamente. Esta orientação é condizente com um campo de esforços onde o σ_1 é vertical e o σ_3 é W-E, direção subparalela ao eixo principal da bacia onde foram depositados os sedimentos da Faixa Paraguai. Estas estruturas possivelmente estariam associadas à abertura da bacia.

4.2. DOMÍNIO DA FAIXA PARAGUAI

A porção meridional da faixa Paraguai na região de estudo apresenta um padrão relativamente simples. A intensidade de deformação aumenta significativamente de oeste para leste (Figura 4.1).

4.2.1. Subdomínio autóctone (D_{n+3})

Na parte oeste da Faixa Paraguai encontra-se o subdomínio autóctone, onde as rochas são sedimentares, muito pouco deformadas e não apresentam metamorfismo. A estrutura principal é o acamamento horizontal e à medida que nos dirigimos para leste, apresenta mergulhos suaves para oeste e leste preferencialmente, definindo antiformais e sinformais horizontais em pé suaves a abertos e com traço do plano axial N-S (Figura 4.5A e B).

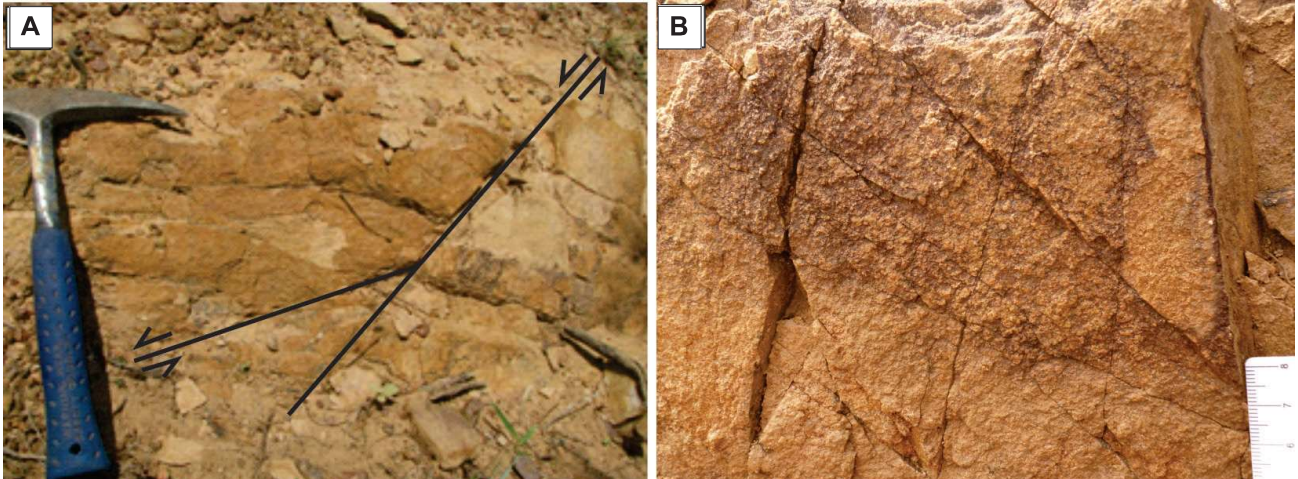


Figura 4.4 - (A) Fraturas de cisalhamento em ortognaisse Caracol. Detalhe para falhas desenvolvidas em regime distensional. (B) Fraturas de cisalhamento em ortognaisse Caracol.

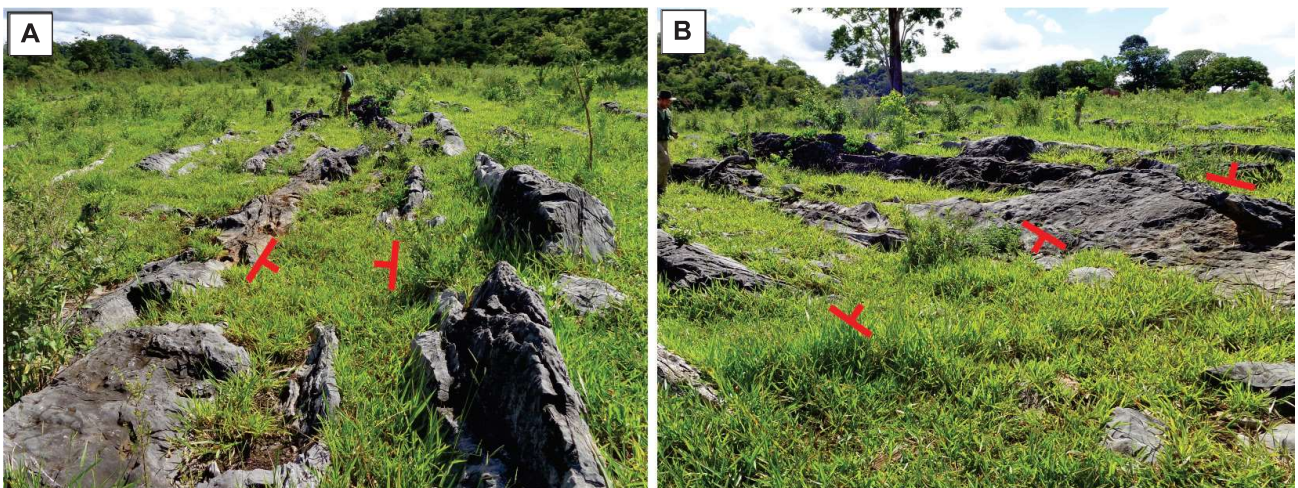


Figura 4.5 - (A) Sinformal horizontal em pé suave em calcários da Formação Tamengo (sentido de mergulho das camadas em vermelho). (B) Sinforme e antiforme suaves horizontais em pé em calcários da Formação Tamengo (sentido de mergulho das camadas em vermelho).

4.2.2. Subdomínio para-autóctone e alóctone (D_{n+3} e D_{n+4})

Na porção central da área, encontra-se o domínio para-autóctone. As rochas apresentam-se mais deformadas e os metassedimentos adquirem uma clivagem ardosiana (S_{n+2}), em fácies xisto verde. As dobras aumentam em frequência e passam a ser abertas a apertadas, sendo antiformais e sinformais horizontais inclinados e inclinados com caimento para sul e sudoeste (Figuras 4.6 A, B e D). Possuem, em geral, vergência para oeste e noroeste (Figura 4.1). O Acamamento (S_0) continua sendo a estrutura principal e em geral apresenta mergulhos suaves a íngremes para leste e sudeste (Figura 4.6C). Neste domínio, observam-se estruturas rúpteis, principalmente nos calcários, como estilólitos, veios escalonados, veios extensionais e juntas de cisalhamento.

Na porção centro-leste, encontra-se o domínio alóctone, onde as rochas compõem lascas tectônicas (Figura 4.1), imbricadas e com vergência para oeste e noroeste. Estes empurrões foram definidos por inversão estratigráfica e foliações miloníticas observadas em campo.

A clivagem ardosiana ou filítica (S_{n+2}) predomina nos metassedimentos do Grupo Corumbá e, a xistosidade predomina nos metassedimentos do Grupo Cuiabá (Figura 4.7A). Corresponde ao plano axial de dobras isoclinais com vergência para oeste e noroeste (Figura 4.7B). Apresentam mergulhos variados para leste e sudeste e com lineação de estiramento (L_{x2}) associada de mesma atitude (Figura 4.7C). Na base dos empurrões desenvolve-se também, dobras abertas a apertadas e clivagem de crenulação S_{n+3} (Figura 4.7D e E).

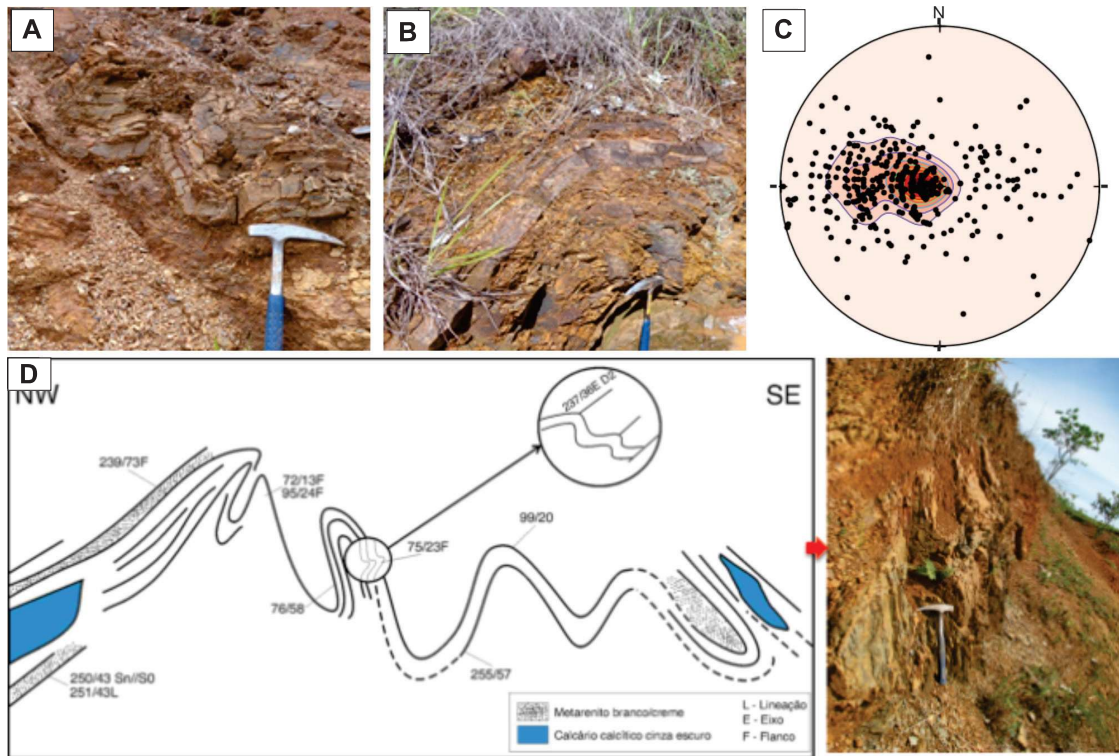


Figura 4.6 - (A) Dobras abertas horizontais inclinadas em calcários da Formação Tamengo intercalados com siltitos bege da formação Cerradinho. (B) Antiformal inclinado em calcários da Formação Tamengo. (C) Diagrama estereográfico equal-área hemisfério inferior demonstrando os pólos do acamamento (S₀) em rochas sedimentares e metassedimentos pertencentes aos domínios para-autóctone e alóctone da Faixa Paraguai. (N polos =517). (D) Camadas dobradas e padrão estrutural dos arenitos/ siltitos e calcários da Formação Cerradinho na porção oeste da Folha Rio Perdido.

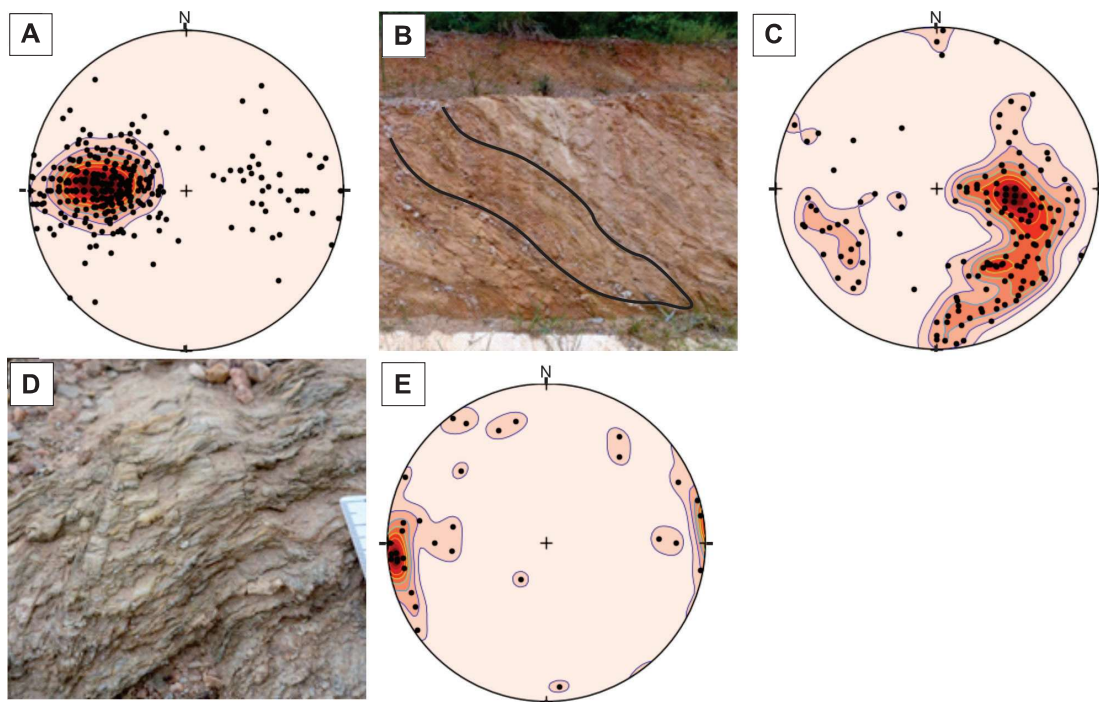


Figura 4.7 - (A) Diagrama estereográfico equal-área hemisfério inferior demonstrando os pólos da foliação principal (S_{n+2}) em metassedimentos pertencentes aos domínios para-autóctone e alóctone da Faixa Paraguai. (N polos = 484). (B) Dobras isoclinais redobradas por dobras abertas em filito da Formação Guaiçurus. (C) Diagrama estereográfico equal-área hemisfério inferior demonstrando as atitudes das lineações de estiramento (L_{x2}) em metassedimentos pertencentes aos domínios para-autóctone e alóctone da Faixa Paraguai. (N = 167). (D) Clivagem de crenulação (S_{n+3}) em xisto do Grupo Cuiabá. (E) Diagrama estereográfico equal-área hemisfério inferior demonstrando os pólos da foliação (S_{n+3}) em metassedimentos pertencentes ao domínio alóctone da Faixa Paraguai. (N polos = 33).

5. GEOFÍSICA

5.1. LEVANTAMENTO AEROGEOFÍSICO

Os dados aerogeofísicos utilizados foram provenientes do projeto aerogeofísico Bonito-Porto Murtinho (1090) datado do ano de 2010. A área de cobertura deste projeto, bem como a área das folhas Vila Campão (SF.21-X-A-IV) e Rio Perdido (SF.21-X-C-I) na escala 1:100.000 são apresentadas na Figura 5.1.

5.2. DADOS UTILIZADOS

No Projeto Bonito – Porto Murtinho, as linhas de voo (LV) apresentam direção N-S com espaçamento de 500 metros e linhas de controle (LC) espaçadas de 5 km com direção E-W. A frequência de leitura dos dados foi de aproximadamente, uma leitura a cada segundo para os dados gamaespectométricos e de dez leituras por segundo para os dados magnetométricos, sendo a altura média de voo de 100 metros com relação ao solo.

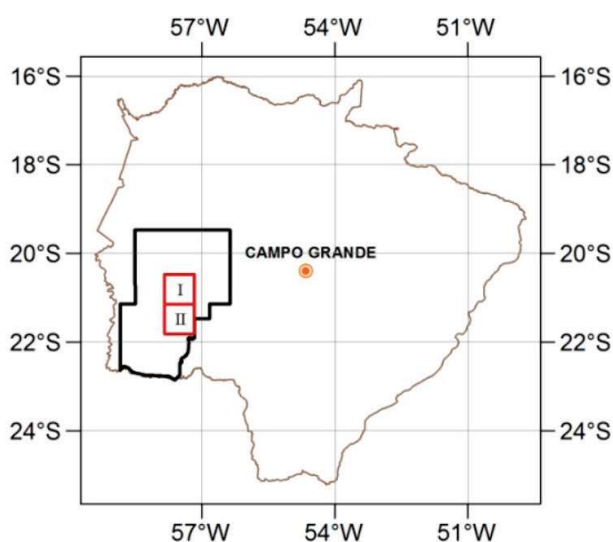


Figura 5.1 - A área do Projeto aerogeofísico Bonito – Porto Murtinho (1090) está destacada pelo polígono de cor preta no mapa. Folhas: (I) Vila Campão e (II) Rio Perdido.

O processamento de dados tem por objetivo a geração de diferentes temas sob a forma de *grids*, que são elaborados de acordo com a necessidade da utilização das informações aerogeofísicas. As dimensões destes *grids* obedecem a limitações que são estabelecidas através dos parâmetros do levantamento aéreo. Adotou-se

como espaçamento na interpolação dos dados o valor de um quarto do espaçamento das LV, ou seja, 125 m.

Na geração dos *grids* utilizou-se o *software Oasis Montaj* (Versão 8.2) da Geosoft, adotando-se para os diversos temas, magnetométrico e gamaespectométrico, as dimensões de 125 x 125 metros.

Os mapas gerados foram os seguintes:

- Magnetométricos – Campo magnético residual (nT – nanoTesla), Primeira derivada vertical (nT/°) e Sinal analítico do campo magnético residual (nT/°).
- Gamaespectométricos - Contagem total ($\mu\text{R/h}$ – microRoentgen/h), Tório (ppm), Urânio (ppm), Potássio (%), as razões U/Th, U/K, Th/K e Composição ternária dos três elementos (U, Th, K).

Neste relatório serão apresentadas apenas as imagens dos *grids* de maior importância para os trabalhos de interpretação, sendo eles: magnetométricos (campo magnético total, sinal analítico e primeira derivada) e os gamaespectométricos (tório, urânio, potássio e composição ternária).

5.3. INTERPRETAÇÃO GEOFÍSICA AEROGEOFÍSICA QUALITATIVA

A interpretação qualitativa dos dados aerogeofísicos de magnetometria e gamaespectrometria teve como finalidade auxiliar os trabalhos de atualização da cartografia geológica das folhas 1:100.000 Vila Campão e Rio Perdido.

De modo geral, o estudo restringiu-se à análise de feições geofísicas circunscritas, a partir dos contrastes laterais de propriedades físicas de minerais (susceptibilidade magnética e emissão de radiação gama – elementos Th, U e K) existentes na litologia do terreno. Os sinais físicos são emitidos pelo terreno e registrados por sensores diretamente abaixo da linha do levantamento aerogeofísico.

A partir de tabelas de propriedades físicas das rochas, juntamente com as intensidades e as formas das feições geofísicas obtidas no processamento dos dados aéreos (imagens dos *grids*), pode-se sugerir a existência de determinados tipos litológicos e/ou estruturas geológicas nos terrenos.

Desta forma, pode-se obter, preliminarmente, um mapa lito-estrutural (geológico) utilizando-se apenas os dados geofísicos.

A interpretação geofísica qualitativa foi e deve ser inicialmente realizada de maneira independente das informações geológicas disponíveis, pois desta maneira, evita-se a influência das primeiras durante a análise dos dados aerogeofísicos.

5.3.1. Magnetometria

Os mapas magnetométricos foram os que mais contribuíram com informações relacionadas à geologia estrutural da área, tornando-os útil para a definição do arcabouço tectono-estrutural da região.

5.3.1.1. Campo magnético total

A Figura 5.2 mostra o mapa de campo magnético total reduzido do *International Geomagnetic Reference Field* (IGRF) das folhas 1:100.000 Vila Campão e Rio Perdido. Nota-se uma característica comum a este tipo de mapa que é a bi-polaridade. Esta nada mais é, do que a existência de valores positivos (em magenta/vermelho) associados a valores negativos (em azul) representando um único corpo magnético.

5.3.1.2. Sinal analítico

De maneira simplificada, a realização do sinal analítico em um mapa magnetométrico do campo total reduzido do IGRF nada mais é do que um artifício matemático utilizado para que as anomalias magnéticas, que inicialmente possuem um caráter bi-polar, passem a ser mono-polar. Outra utilidade deste método é que a amplitude do sinal fica posicionada imediatamente

acima dos limites das estruturas/corpos, facilitando assim a identificação e o posicionamento dos corpos magnéticos ou não magnéticos.

Na Figura 5.3 é mostrado o mapa do sinal analítico do campo magnético total reduzido do IGRF das folhas 1:100.000 Vila Campão e Rio Perdido. Nestas duas folhas, a predominância de corpos magnéticos se dá principalmente na porção oeste das folhas. A porção central de ambas caracteriza-se pela ausência de corpos magnéticos, afloram metacalcários e metassedimentos siliciclásticos do Grupo Corumbá. Na Folha Vila Campão, existe um expressivo corpo magnético na porção nordeste da folha, este corresponde a Formação Puga constituída por meta-diamictitos com matriz ferruginosa e formações ferríferas bandadas. O corpo magnético à oeste das folhas, corresponde a gnaisses e metassedimentos do Superterreno Rio Apa.

5.3.1.3. Primeira derivada

A aplicação da primeira derivada vertical do campo magnético total reduzido do IGRF caracteriza-se por realçar as estruturas magnéticas (falhas/fraturas e diques magnéticos). Nestas duas folhas, as principais feições magnéticas estão localizadas na porção oeste das folhas (Figura 5.4) correspondem a falhas e a diques de metabasitos da Suíte Rio Perdido. Não

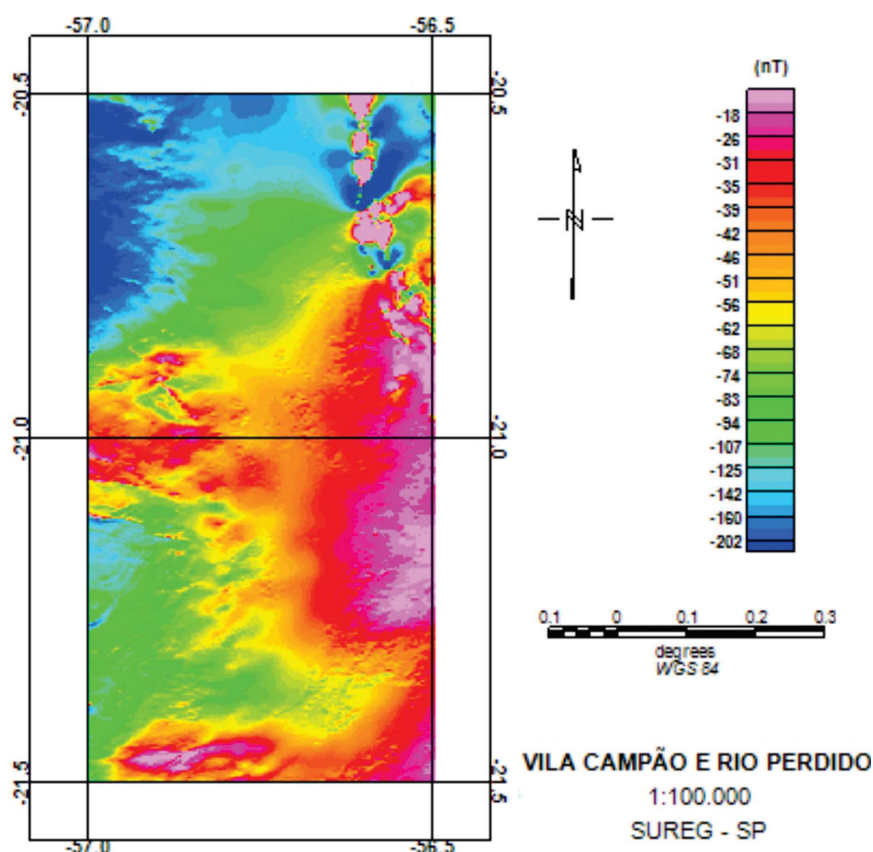


Figura 5.2 - Mapa magnetométrico do campo total reduzido do IGRF das folhas 1:100.000 Vila Campão e Rio Perdido.

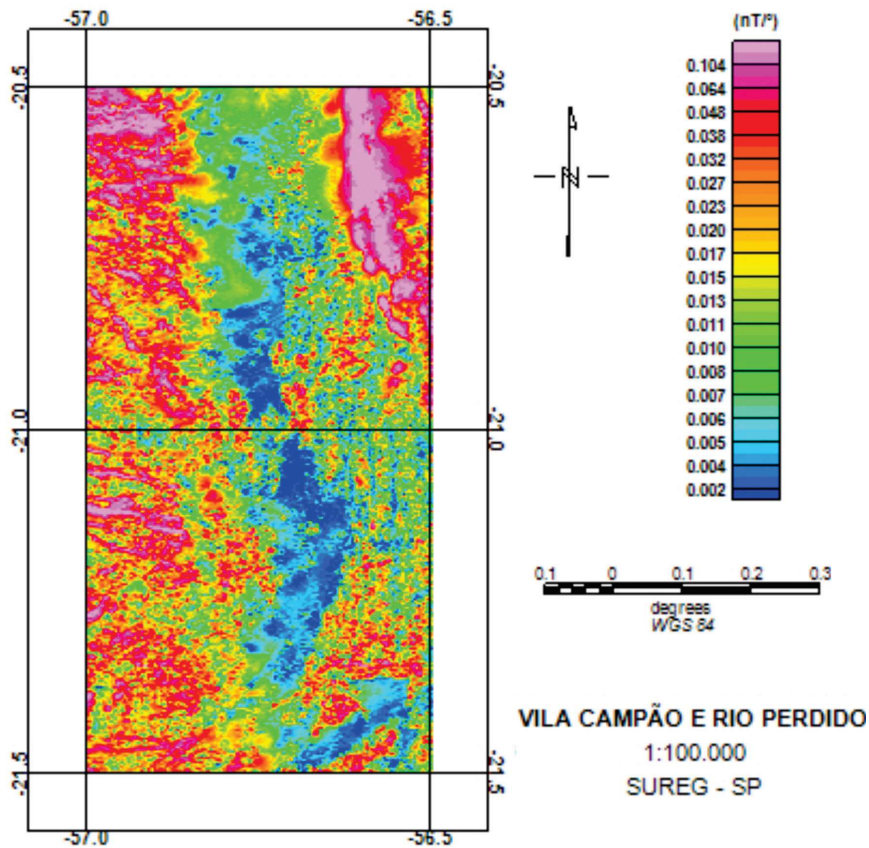


Figura 5.3 - Mapa do sinal analítico do campo magnético total reduzido do IGRF das folhas 1:100.000 Vila Campão e Rio Perdido. Anomalias em magenta/vermelho representam rochas com magnetização e em azul rochas com ausência de magnetização.

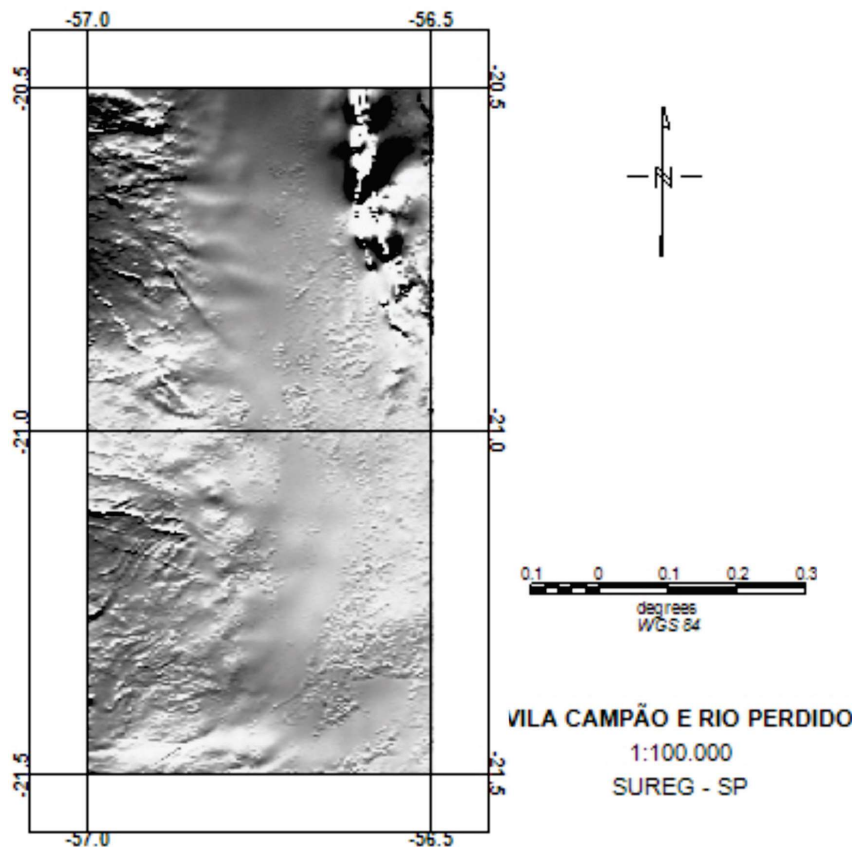


Figura 5.4 - Mapa da primeira derivada vertical do campo magnético total reduzido do IGRF das folhas 1:100.000 Vila Campão e Rio Perdido.

existe uma uniformidade na distribuição das direções preferenciais destas feições. Na Folha Vila Campão, falhas/diques de direção E-W são cortadas por feições, aparentemente, mais jovens de direção NW-SE, estas provavelmente geradas durante a abertura da bacia onde se depositaram os sedimentos que deram origem aos grupos Corumbá e Cuiabá da Faixa Paraguai. Já na folha Rio Perdido, feições de direção SW-NE são cortadas por feições, aparentemente, mais jovens de direção NW-SE.

5.3.2. Gamaespectrometria

Os mapas dos radioelementos Th, U e K correspondem à geologia de superfície e representam a distribuição das diferentes rochas aflorantes e solos. Na área do projeto aerogeofísico Bonito – Porto Murtinho, o nível

radiométrico inicialmente medidos em cps (choques por segundo) estão convertidos para concentrações de U e Th, em ppm, e K em percentagem através do método *backcalibration*. A Contagem total é expressa como taxa de exposição, em $\mu\text{R/h}$ (micro Röengten por hora).

A gamaespectrometria ou radiometria costuma ser vista como um guia para localizar rochas com radioatividades acima do *background*, como granitóides e rochas alcalinas, mas não deve esquecer-se da sua importância nas feições com radiação decrescente ou com baixas emissões de radiação gama, como muitas existentes nesta área.

A seguir temos os mapas gamaespectrométricos das folhas 1:100.000 Vila Campão e Rio Perdido (Figuras 5.5 e 5.6). Na figura 5.5, são mostrados os mapas de contagem total, potássio, tório e urânio, e na figura 5.6, a composição ternária RGB (RED-GREEN-BLUE) dos canais potássio, tório e urânio respectivamente.

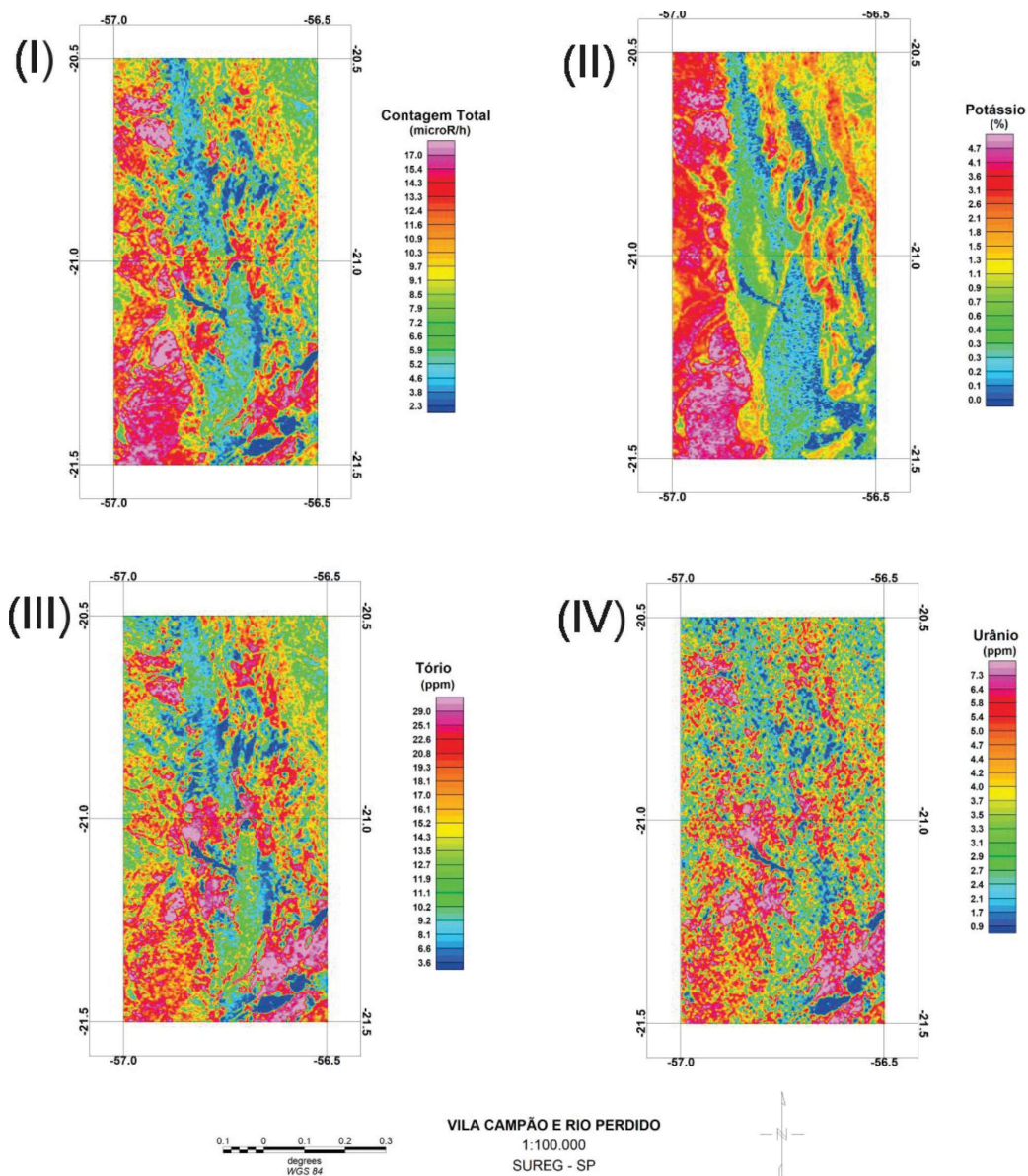


Figura 5.5 - Mapas gamaespectrométricos das folhas 1:100.000 Vila Campão e Rio Perdido: (I) contagem total, (II) potássio, (III) tório, (IV) urânio.

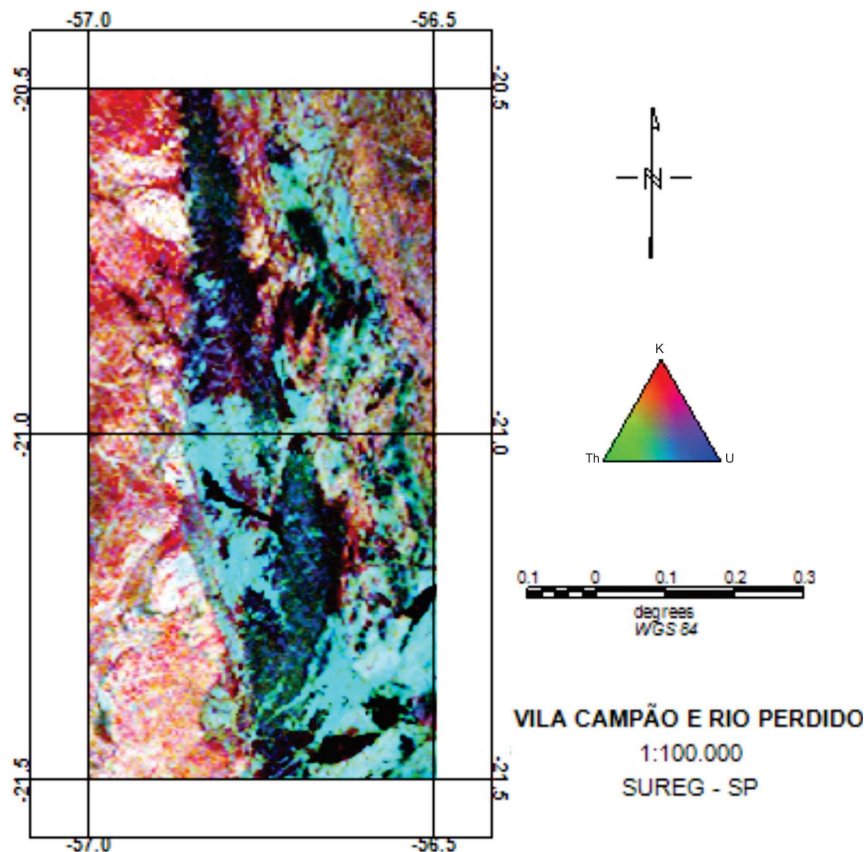


Figura 5.6 - Mapa de composição ternária RGB dos elementos potássio, tório e urânio das folhas 1:100.000 Vila Campão e Rio Perdido.

Altos índices gamaespectométricos estão presentes na porção oeste de ambas as folhas, principalmente relacionada aos altos valores de potássio. Outra região com destaque com altos valores gamaespectométrico é a porção sudeste da Folha Rio Perdido, principalmente com relação aos elementos tório e urânio.

Na figura 5.6 é mostrado um mapa de composição ternária RGB dos elementos radioativos potássio, tório e urânio, o que facilita na visualização integrada dos três elementos. De maneira geral, pode-se dizer que este mapa representaria uma aproximação da geologia superficial local.

Na porção oeste de ambas as folhas, os altos valores de potássio relacionam-se a gnaisses e metassedimentos do Superterreno Rio Apa. Os corpos com altos valores em potássio, tório e urânio, correspondem a granitóides pertencentes a Suite Intrusiva Baía das Graças.

Na porção central e sudeste das folhas, os corpos de altos valores de urânio e tório correspondem a metacalcários e cálcio lutitos das formações Tamengo e Bocaina. Os corpos de baixos valores de urânio, tório e potássio correspondem a dolomitos ou regiões planas com plantações e/ou corpos d'água perenes, além de depósitos sedimentares quaternários da Formação Pantanal, Serra da Bodoquena e depósitos aluvionares recentes.

Na porção central e nordeste das folhas, os corpos de altos valores de potássio correspondem a metassedimentos siliciclásticos pertencentes aos grupos Corumbá e Cuiabá.

5.4. MAPAS DE INTERPRETAÇÃO AEROGEOFÍSICA DE DADOS MAGNETOMÉTRICOS E GAMAESPECTOMÉTRICOS

A análise do mapa de derivada vertical do campo magnético total reduzido do IGRF (Figura 5.3) resultou no mapa de lineamentos magnéticos da região (Figura 5.7), os quais representam estruturas lineares como tanto falhas, fraturas e diques.

Através do mapa apresentado na figura 5.3, sinal analítico do campo magnético reduzido do IGRF, podemos fazer um mapa de domínios magnéticos (Figura 5.8), onde este indicariam de forma mais abrangente o comportamento magnético das rochas existentes na folha. De maneira geral, como já citado anteriormente, as folhas são caracterizadas pelo predomínio de uma faixa central não magnética, com exceção de corpos localizados na porção oeste das folhas e uma faixa na porção nordeste da Folha Vila Campão, corpos estes indicados em vermelho na figura 5.8.

A interpretação aerogeofísica dos dados magnetométricos e gamaespectométricos produz um mapa qualitativo de feições geofísicas baseado nas propriedades geofísicas presentes em cada um dos corpos. Este mapa é mostrado na Figura 5.9.

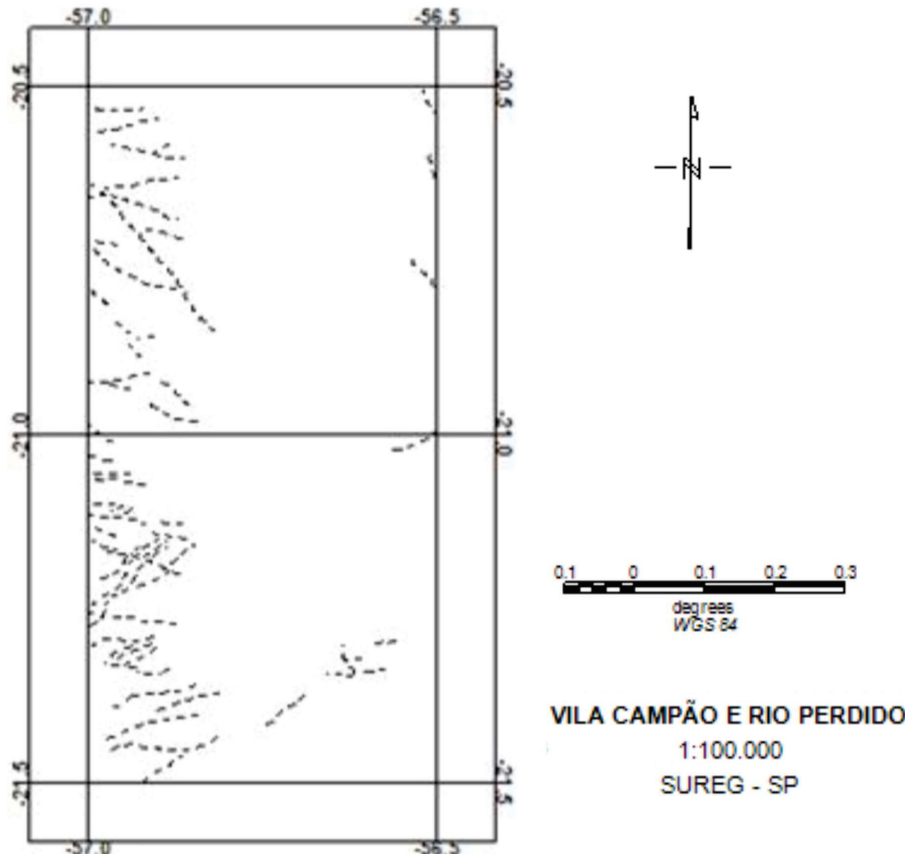


Figura 5.7 - Mapa de lineamentos magnéticos das folhas 1:100.000 Vila Campão e Rio Perdido. Linhas tracejadas indicam possíveis falhas, fraturas e diques.

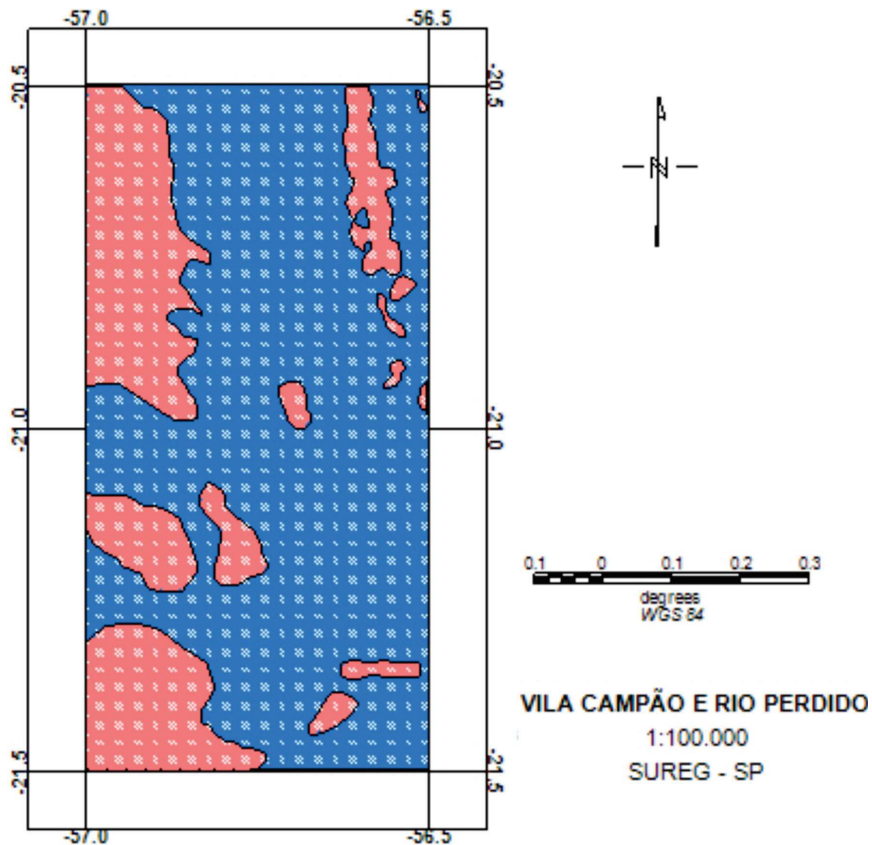


Figura 5.8 - Domínios magnéticos (vermelho) e não magnéticos (azul) das folhas 1:100.000 Vila Campão e Rio Perdido.

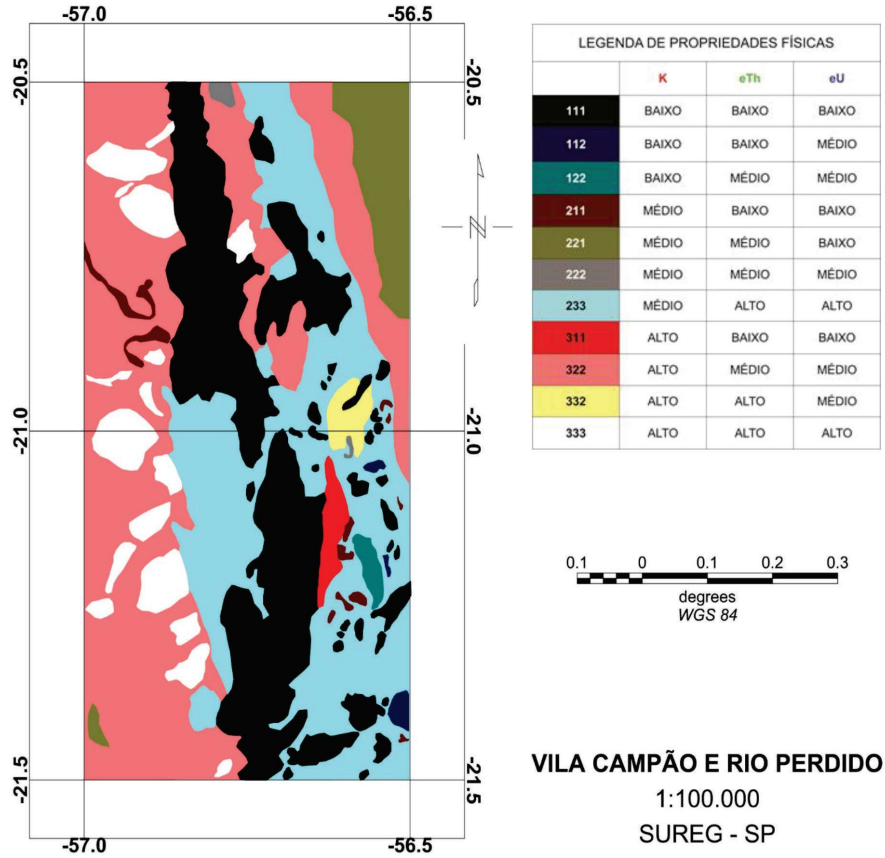


Figura 5.9 - Mapa de interpretação geofísica qualitativa das folhas 1:100.000 Vila Campão e Rio Perdido.

6. GEOQUÍMICA PROSPECTIVA

A geoquímica pode ser usada para a exploração mineral, para o mapeamento da geoquímica de superfície ou mapeamento geológico. No levantamento geoquímico são efetuadas medições sistemáticas das propriedades químicas e mineralógicas de amostras de aluviões representadas pelos sedimentos de corrente e concentrado de bateia. No sedimento de corrente é medida a concentração do elemento químico e no concentrado de bateia é analisada a sua constituição mineral. O objetivo destas medições é a descoberta de "anomalias" geoquímicas, destaque mineral ou padrão químico-mineralógico que aponte para um processo geológico ou ambiental.

6.1. INTRODUÇÃO

As folhas Rio Perdido e Vila Campão foram objeto de levantamentos geoquímicos no Projeto Bonito-Aquidauana (1978) e Projeto Fosfato no Brasil com a coleta de amostras de sedimento de corrente e concentrado de bateia (Figura 6.1). No relatório do projeto Bonito-Aquidauana estão disponíveis os resultados das análises químicas de sedimento de corrente obtidas por Espectrofotometria de Absorção Atômica (Ag, Au, Cd, Cu, Mn, Pb e Zn), Colorimetria (Sb) e Espectroscopia Ótica de emissão (Ag, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Cd, Cr, Cu, La, Mn, Mo, Nb, Ni, Sb, Sc, Sr, V, W, Y, Zn). As amostras de concentrado de bateia foram analisadas por ICP-EOS (B, Ba, Be, Co, Cr, Cu, La, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Sc, Sn, Sr, V, W, Y, Zn, Zr) e por Mineralometria.

No Levantamento Geoquímico no Projeto Fosfato no Brasil as amostras de sedimento de corrente foram analisadas para determinação de elementos traço por Espectrometria de Massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) e Espectrometria de Emissão Ótica por plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) após digestão multiácida. As amostras de concentrado de bateia foram analisadas por mineralometria.

Os resultados analíticos destes projetos antigos não puderam ser totalmente utilizados, pois as análises químicas em sedimento de corrente foram feitas por diferentes métodos analíticos nos projetos Fosfato do Brasil e Bonito Aquidauana. Análises mineralógicas de concentrado de bateia foram efetuadas apenas no Projeto Fosfato do Brasil. Optou-se por reanalisar alíquotas das amostras coletadas no projeto Bonito Aquidauana e aproveitar as análises mineralométricas de amostras de concentrado de bateia coletadas no projeto Fosfato do Brasil.

A interpretação dos dados obtidos e os considerados neste trabalho obedeceu a dois critérios principais:

1. Ordenamento das informações (dados analíticos) através de um tratamento simples (cálculo dos estimadores da população, estatística univariada e multivariada básica);
2. Interpretação dos dados tratados sobre uma base geológica simplificada com ênfase na litologia e no arcabouço estrutural e relacionada com as ocorrências minerais pertinentes.

Todos os dados estão disponibilizados neste relatório, de forma a poderem ser retomados e reinterpretados mais detalhadamente.

6.2. MÉTODOS DE TRABALHO

6.2.1. Metodologia de campo

A distribuição das estações de amostragem seguiu critérios determinados pela metodologia de mapeamento geoquímico dos levantamentos geológicos regionais do Serviço Geológico do Brasil - CPRM para as folhas do corte internacional na escala 1:100.000 (aproximadamente 2.800 km²).

Foram coletadas 159 amostras de sedimento de corrente (68 na Folha Rio Perdido e 91 na Folha Vila Campão) e 133 amostras de concentrado de bateia (83 na Folha Rio Perdido e 50 na Folha Vila Campão). Foram inseridas no levantamento 232 amostras de sedimento de corrente coletadas no Projeto Bonito Aquidauana (142 na Folha Rio Perdido e 90 na Folha Vila Campão) e 153 amostras de concentrado de bateia coletadas no Projeto Fosfato no Brasil (78 na Folha Rio Perdido e 75 na Folha Vila Campão), figura 6.1.

A distribuição das estações planejadas obedeceu a um padrão regular, de forma a abranger a maior quantidade de território possível, tanto para as amostras de sedimento de corrente como para as de concentrado de bateia. As amostras de sedimento ativo de corrente foram coletadas, de forma composta, no canal ativo da drenagem, em trechos mais retilíneos, em 5 a 10 porções e num raio máximo de 50 metros. As amostras de concentrado de bateia foram coletadas também de forma composta, porém diferentemente dos sedimentos de corrente, apenas nos trechos da drenagem com concentradores naturais (curvas, corredeiras, etc).

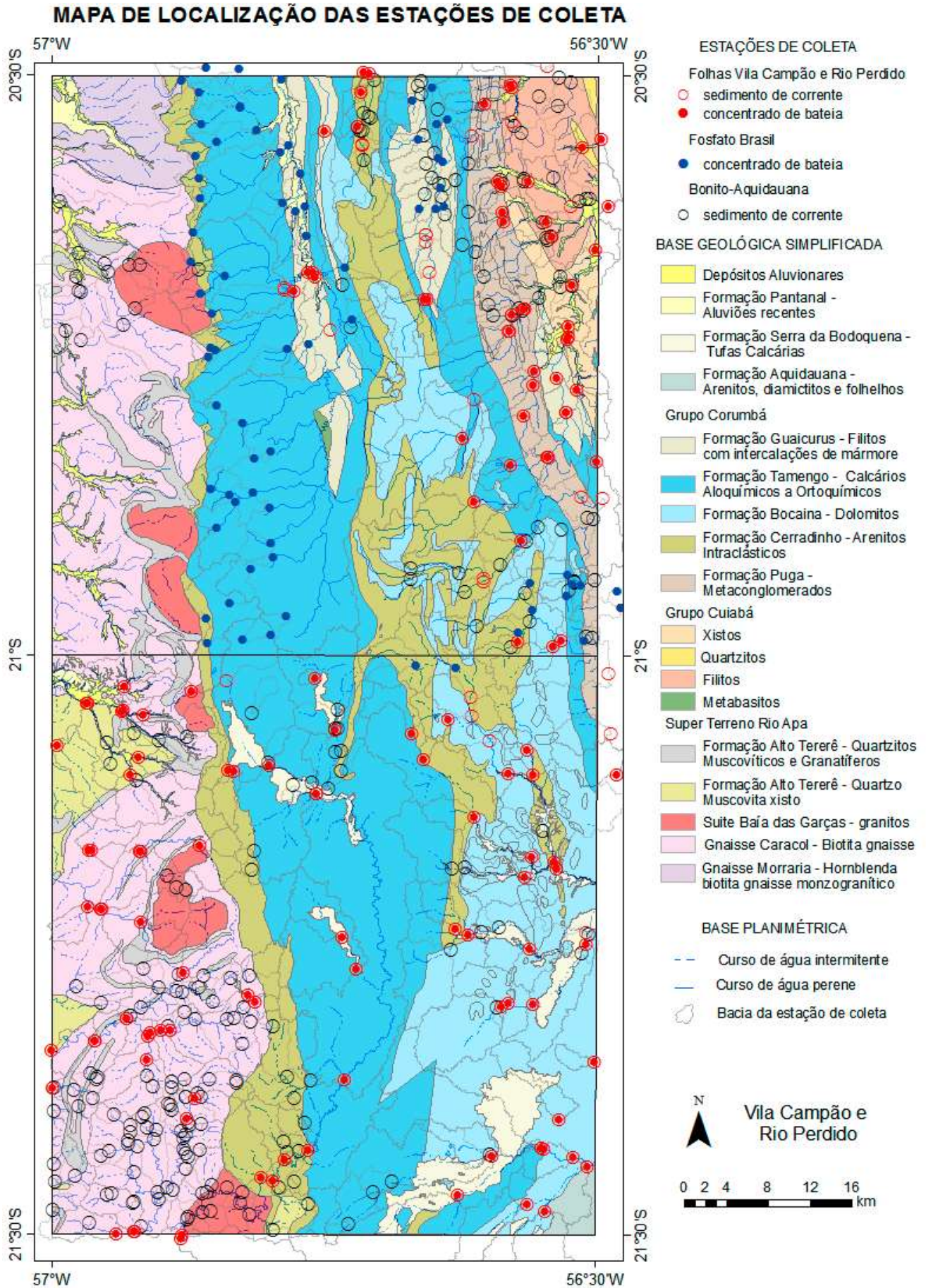


Figura 6.1 - Mapa de localização das estações de coleta das amostras de sedimento de corrente e concentrado de bateia.

As amostras do Projeto Bonito Aquidauana foram coletadas numa maior densidade amostral e estão concentradas na porção sudoeste da folha. Amostras de concentrado de bateia do Projeto Fosfato do Brasil concentram-se nas sequências carbonáticas do Grupo Corumbá.

Em 16 estações, aleatoriamente distribuídas nas folhas Vila Campão e Rio Perdido, foram coletadas duplicatas de campo das amostras de sedimento de corrente para teste de variância. A amostragem de pares foi complementada com 10 pares do Projeto Bonito Aquidauana.

Todas as informações de campo das amostras de sedimento ativo de corrente e de concentrados de bateia foram registrados em formulário próprio (caderneta de campo geoquímica) para posterior arquivamento, junto com os resultados analíticos, na base de dados geoquímicos da CPRM no GeoSGB.

6.2.2. Metodologia Analítica

6.2.2.1. Sedimentos de corrente

As amostras de sedimentos foram analisadas pelo Laboratório da SGS-GEOSOL, e obedeceu ao seguinte processo analítico:

- Secagem a 60°C e peneiramento a 80 mesh;
- Pulverização e digestão com água régia (0,5 g com 3 ml 2-2-2 HCl-HNO₃-H₂O a 95°C por uma hora, diluída para 10 ml).
- Análise para 56 elementos traços por ICP-MS e ICP-OES

Ag, Al*, As, Au, B*, Ba*, Be*, Bi, Ca*, Cd, Ce*, Co, Cr, Cs*, Cu, Fe*, Ga, Ge*, Hf*, Hg, In, K*, La*, Li*, Lu, Mg*, Mn*, Mo, Na*, Nb*, Ni*, P*, Pb, Pd, Pt, Rb*, Re, S*, Sb, Sc*, Se, Sn*, Sr*, Ta*, Tb, Te, Th*, Ti*, Tl, U*, V*, W*, Y*, Yb, Zn, Zr*.

A solubilidade dos elementos assinalados* foi limitada pelas espécies minerais presentes (geralmente resistatos). Pt e Pd foram analisados para 57 amostras.

Na reanálise das amostras do Projeto Bonito Aquidauana foram quantificados os mesmos elementos exceto Lu, Yb e Tb.

6.2.2.2. Concentrado de Bateia

As amostras de concentrado de bateia foram analisadas no Laboratório da SGS-GEOSOL, de acordo com a seguinte metodologia:

- Conferência, deslamagem e secagem em estufa.
- Quarteamento da amostra com quarteador Jones em duas partes ficando uma para reserva e outra parte para análise.
- Peneiramento a 0,300 mm.
- Separação por líquidos densos.

- Separação magnética com o imã de mão e análise sob luz ultravioleta para verificar a presença de scheelita. Se necessário a amostra é passada no Separador Eletromagnético Frantz para separação dos minerais com diferentes graus de magnetismo.
- Análise em lupa binocular onde são identificados os vários minerais que compõe a amostra assim como a quantidade existente. Quando é encontrado mineral cuja identificação visual é dificultada pelo intemperismo ou desconhecido é encaminhado para análise por Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) e Difração de Raios-X

A proporção dos minerais identificados é convertida em porcentagem e cadastrada no formulário apropriado e reportada, após conferência, em formulário padronizado pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM.

A análise mineralógica foi reportada categorizada de forma semiquantitativa nos seguintes intervalos:

- < 1% equivalente a classe 1
- 1 – 5% equivalente a classe 3
- 5 – 25% equivalente a classe 15
- 25 – 50% equivalente a classe 40
- 50 – 75% equivalente a classe 60
- > 75 % equivalente a classe 85

6.3. RESULTADOS

6.3.1. Sedimentos de Corrente

Os dados analíticos de sedimento de corrente das folhas Rio Perdido, Vila Campão e das alíquotas do Projeto Bonito Aquidauana foram submetidos a um processo de interpretação sequencial: estudo da variância; cálculo dos estimadores estatísticos; estudo do tipo de distribuição (histogramas, correlações e análise de agrupamentos); análise da distribuição espacial dos elementos e; cálculo e consistência das anomalias.

6.3.1.1. Estudo da Variância analítica e de amostragem

Foram aplicados testes estatísticos para estimar o grau de precisão das análises do laboratório e de confiança da amostragem.

No conjunto de 17 pares de replicatas de laboratório utilizou-se a técnica estatística para estimar os níveis reais de precisão das amostras através do método de *Thompson Howarth*. Para esta análise a reta do intervalo de confiança foi estabelecida em 95%, com precisão de 10%. A exceção dos elementos Cr e Sn todos os elementos passaram no teste, como exemplificado pelo cobre e o fósforo (Figura 6.2).

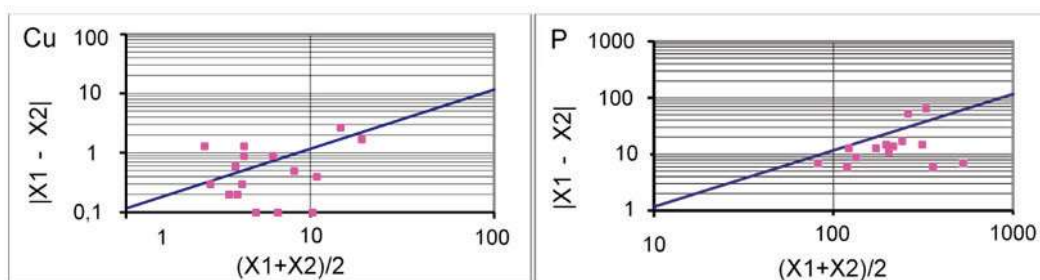


Figura 6.2 - Gráfico Tompson Howarth do cobre e do fósforo. X1 concentração do elemento na amostra e X2 concentração do elemento na duplicata de campo.

Foi aplicado nos dados geoquímicos de amostras duplicatas de campo (26 pares) o teste de variância. A variância foi usada aqui para avaliar a variabilidade da composição regional (entre as estações) e local (na mesma estação) e pode fornecer informações sobre precisão analítica de uma série de concentrações e para dar alguma estimativa da representatividade da amostra ou variação geológica. (MATYSEK; SINCLAIR, 1983).

Elementos com quantidade maior do que 10% de valores abaixo do limite de detecção nos pares foram excluídos da análise estatística. A média da variância entre os pares (MVP) foi comparada a variância total entre as estações (VT) e só foram aceitos no teste elementos com MVP/VT menor do que 25%. De acordo com os resultados obtidos (Tabela 3.1) foram aceitos para a análise estatística os elementos que passaram nos dois filtros do teste: Al, Ba, Be, Ca, Ce, Co, Cs, Cu, Fe, Ga, K, La, Mg, Mn, Mo, Nb, Ni, P, Pb, Rb, Sc, Sn, Sr, Th, Tl, U, V, Y, Zn e Zr se aproximam mais da distribuição log-normal, enquanto que os elementos Ca, Be, Cd, Ge, Hf, Li, Na, S, Sb, e Ti não se ajustaram a uma distribuição definida. Os gráficos de Ag, As, Hf, Hg, In, Lu, Re, S, Ta, Tb, Te, Yb, W não foram representados devido à baixa detecção analítica.

Os elementos de importância econômica como Ag, As, Cu, Hg, Mn, Nb, W e Ti foram tratados separadamente e os resultados interpretados com cuidado, pois os métodos de amostragem e analítico não garantem que as diferenças encontradas sejam significativas.

Tabela 6.1 - Teste de variância entre as amostras e suas duplicatas de campo.

ELEMENTOS	MVP/VT
Mg, Bi, Ca, U, Sr, Fe, Zn, Th	0 a 5 %
V, Zr, Ce, Y, Ni, Co	5 a 10 %
P, Cr, Cs, Sc, Ga, La, Al, Pb, Be, Ba	10 a 25 %

6.3.1.2. Estatística univariada

Os elementos que não foram detectados ou apresentaram grau de detecção inferior a 70% foram: Ag (110), As (241), Ge (51), In (90), Na (152), S (187), Se (21),

Ta (59), Te (40) e W (163). Au, B, Pd, Pt e Re não foram detectados em nenhuma das amostras analisadas. Lu, Tb e Yb foram analisados em 105 amostras. São apresentados na tabela 6.2 os parâmetros estatísticos calculados para cada elemento químico analisado considerando as amostras das duas folhas integradas.

Foram elaborados histogramas e gráficos *box-plot* e *Q-Q Plot* para os elementos com grau de detecção igual ou superior a 70% (Figura 6.3). O teste de normalidade Shapiro-Wilk (Shapiro e Wilk, 1965) mostrou que os elementos Al, Ba, Bi, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, K, La, Mg, Mn, Mo, Nb, Ni, P, Pb, Rb, Sc, Sn, Sr, Th, Tl, U, V, Y, Zn e Zr se aproximam mais da distribuição log-normal, enquanto que os elementos Ca, Be, Cd, Ge, Hf, Li, Na, S, Sb, e Ti não se ajustaram a uma distribuição definida. Os gráficos de Ag, As, Hf, Hg, In, Lu, Re, S, Ta, Tb, Te, Yb, W não foram representados devido à baixa detecção analítica.

Foram calculados os limiares estatísticos de estimadores não paramétricos obtidos pela análise do gráfico *Box-Plotboxplot*, (1ª. ordem: $Q3+3xIQR$ e 2ª. ordem: $Q3+1,5xIQR$), tabela 6.2. Os valores dos limiares *boxplot* foram calculados para os dados log-transformados e apresentados na tabela 6.3 após ser retro transformados para valores de concentração. Assim, foram identificadas 48 amostras com teores anômalos para os elementos selecionados (25 na Folha Rio Perdido e 23 na Folha Vila Campão), tabelas 6.4 e 6.5.

Os elementos Bi, Cd, Ce, Cu, Ga, La, Mn, Sn, Ti, Y e Zn apresentaram teores anômalos com valores bem acima do valor médio da crosta superior (UCC – RUDNICK; GAO, 2003).

Os mapas geoquímicos do fósforo e do cobre são apresentados nas figuras 6.4 e 6.5 e as simbologias dos pontos seguem a classificação *boxplot* para dados log-transformados.

As amostras de sedimento de corrente, coletadas em bacias que drenam principalmente a Formação Tamengo (Grupo Corumbá), em áreas com exposição de unidades carbonáticas, apresentaram concentrações mais altas de fósforo (entre 1000 e 1134 ppm). Essa informação reforça a potencialidade desta

Tabela 6.2 - Tabela 6.2. Sumário estatístico dos elementos com mais de 30% de dados válidos.

ELEMENTO	LIMITE INFERIOR DE DETECCÃO	GRAU DE DETECCÃO	ABAIXO DO LIMITE DE DETECCÃO (%)	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)	MÉDIA ARITMÉTICA	MÍNIMO	1º QUARTIL	MEDIANA	3º QUARTIL	LIMITE DE 2ª ORDEM (Q3+1,5[Q3-Q1])	LIMITE DE 1ª ORDEM (Q3+3[Q3-Q1])	MÁXIMO	UCC
Al (%)	0,01	392/392	0	81	0,87	0,11	0,42	0,62	1,06	4,18		4,97	7,7
As (ppm)	1	241/392	39	125	3	1	1	1	4			21	
Ba (ppm)	5	392/392	0	99	76	11	43	59	89	265	789	888	668
Be (ppm)	0,1	390/392	1	76	0,9	0,1	0,4	0,6	1,1	5,0		4,1	3,1
Bi (ppm)	0,02	365/392	7	111	0,15	0,01	0,07	0,11	0,19	0,85		1,75	0,123
Ca (%)	0,01	327/392	17	127	4,57	0,02	0,12	0,82	9,23			15,00	2,9
Cd (ppm)	0,01	338/392	14	126	0,04	0,01	0,01	0,02	0,04	0,32	2,56	0,39	0,102
Ce (ppm)	0,05	392/392	0	73	54,68	6,71	28,79	43,04	68,87	254,74		275,25	65,7
Co (ppm)	0,1	392/392	0	70	4,9	0,3	2,5	3,8	6,4			19,1	11,6
Cr (ppm)	1	383/392	2	91	9	1	4	6	11			46	35
Cs (ppm)	0,05	392/392	0	83	0,80	0,10	0,40	0,60	0,92	3,25		5,39	5,8
Cu (ppm)	0,5	392/392	0	66	7,6	0,9	4,1	6,0	9,9	36,5		40,8	14,3
Fe (%)	0,01	392/392	0	65	1,68	0,13	0,90	1,41	2,15			6,12	3,1
Ga (ppm)	0,1	392/392	0	75	4,0	0,4	2,1	3,0	4,9	17,9		19,0	14
Hf (ppm)	0,05	250/392	36	120	0,10	0,03	0,03	0,07	0,11	1,02		1,09	5,8
Hg (ppm)	0,01	249/392	36	97	0,02	0,01	0,01	0,02	0,04			0,15	
K (%)	0,01	391/392	0	67	0,12	0,01	0,07	0,10	0,14	0,43		0,73	2,9
La (ppm)	0,1	392/392	0	68	22,0	4,0	13,1	18,3	26,5	75,8		102,8	32,2
Li (ppm)	1	346/392	12	97	6	1	2	4	7			35	22
Mg (%)	0,01	390/392	1	89	0,15	0,01	0,06	0,11	0,18			0,83	1,4
Mn (ppm)	5	392/392	0	82	396	9	203	300	470	1650		2795	527
Mo (ppm)	0,05	373/392	5	67	0,21	0,03	0,12	0,19	0,27	0,91		1,22	1,4

Tabela 6.2. Sumário estatístico dos elementos com mais de 30% de dados válidos (continuação).

ELEMENTO	LIMITE INFERIOR DE DETECCÃO	GRAU DE DETECCÃO	ABAIXO DO LIMITE DE DETECCÃO (%)	COEFICIENTE DE VARIACÃO (%)	MÉDIA ARITMÉTICA	MÍNIMO	1º QUARTIL	MEDIANA	3º QUARTIL	LIMITE DE 2ª ORDEM (Q3+1,5[Q3-Q1])	LIMITE DE 1ª ORDEM (Q3+3[Q3-Q1])	MÁXIMO	UCC
Na (%)	0,01	152/392	61	101	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02			0,11	
Nb (ppm)	0,05	363/392	7	120	0,71	0,03	0,21	0,48	0,83	6,39		7,13	26
Ni (ppm)	0,5	391/392	0	74	6,5	0,3	2,9	5,1	8,6			25,0	18,6
P (ppm)	50	352/392	10	88	217	25	90	164	287			1134	665
Pb (ppm)	0,2	392/392	0	61	10,7	2,0	6,4	8,1	13,3	40,2		36,8	17
Rb (ppm)	0,2	392/392	0	81	18,1	2,4	10,3	14,9	21,6			207,3	110
S (%)	0,01	187/392	52	113	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02			0,12	
Sb (ppm)	0,05	293/392	25	98	0,19	0,03	0,03	0,13	0,28			1,17	
Sc (ppm)	0,1	392/392	0	82	2,8	0,2	1,4	2,0	3,2	11,1		14,0	84
Sn (ppm)	0,3	382/392	3	62	1,2	0,2	0,7	1,0	1,4	4,0		5,7	2,5
Sr (ppm)	0,5	392/392	0	159	102,7	1,5	9,0	21,4	126,7			973,7	316
Th (ppm)	0,1	392/392	0	73	6,3	0,4	2,8	5,3	8,7			28,4	10,3
Ti (%)	0,01	217/392	45	168	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,44		0,54	0,3
Tl (ppm)	0,02	328/392	16	96	0,07	0,01	0,03	0,05	0,08	0,35		0,71	
U (ppm)	0,05	392/392	0	91	0,85	0,07	0,24	0,46	1,33			3,62	2,5
V (ppm)	1	392/392	0	84	21	1	10	15	26			102	53
W (ppm)	0,1	163/392	58	218	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,8	4,4	
Y (ppm)	0,05	392/392	0	70	11,84	1,78	6,41	9,87	14,68	50,92		64,99	20,7
Zn (ppm)	1	386/392	2	79	15	1	7	12	19	85		91	52
Zr (ppm)	0,5	399/392	14	125	4,2	0,3	1,2	2,5	5,0			35,5	237

Tabela 6.3 - Sumário estatístico elementos com menos de 30% de dados válidos.

ELEMENTO (PPM)	LIMITE INFERIOR DE DETECÇÃO	GRAU DE DETECÇÃO	ABAIXO DO LIMITE DE DETECÇÃO (%)	COEFICIENTE DE VARIACÃO (%)	MÉDIA ARITMÉTICA	MÍN	MEDIANA	95º PERCENTIL	97,5º PERCENTIL	99º PERCENTIL	MÁX	UCC
Ag	0,01	110/392	72	276	0,09	0,01	0,01	0,59	0,87	1,56	2,10	
Ge	0,1	51/392	87	110	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	
In	0,02	90/392	77	77	0,02	0,01	0,0	0,0	0,1	0,1	0,08	0,056
Se	1	21/392	95	28	1	1	0,5	1,0	1,0	1,0	2	
Ta	0,05	59/392	85	411	0,11	0,03	0,0	0,4	1,3	1,9	7,19	
Te	0,05	40/392	90	225	0,04	0,03	0,0	0,1	0,2	0,5	1,22	

Tabela 6.4 - Amostras com teores de elementos anômalos pela classificação boxplot a partir de dados log-transformados Folha Rio Perdido.

AMOSTRA	UTM E	UTM N	ANOMALIAS	AMOSTRA	UTM E	UTM N	ANOMALIAS
GAM697	519085	7657249	Mo1	GAR731	507456	7632228	Bi1
GAM754	519018	7672185	Ga1 Mn1	GAR735	508166	7630798	La1
GAM926	528333	7623394	Mn1	GAR789	504651	7644569	La1
GAM968	517329	7643148	La1	ICG360	549774	7629809	Sc1
GAN001	507805	7670361	Ag1	ICG367	551010	7650219	Cs1
GAN050	550592	7649286	Mn1	ICG369	546742	7630700	Mn1
GAR704	509618	7636623	Bi1	ICG398	503390	7673264	Cd1
GAR705	504197	7637301	Ce1 La1	ICG406	527732	7650809	Al1 Sc1
GAR706	504312	7637454	La1	ICG408	525180	7675547	Cs1
GAR720	509047	7632650	Bi1	ICG979	543531	7644576	Cs1
GAR722	511285	7634752	Ce1 Cs1 Cu1 K1 La1 Sc1 Ti1 Y1 Zn1	IC1165	516712	7675428	Cs1
GAR723	511380	7634322	La1	IC1175	503784	7659156	Tb1 Ti1
GAR730	507462	7632866	Bi1				

Tabela 6.5 - Amostras com teores de elementos anômalos pela classificação *boxplot* a partir de dados log-transformados Vila Campão.

AMOSTRA	UTM E	UTM N	ANOMALIAS	AMOSTRA	UTM E	UTM N	ANOMALIAS
GAM681	545153	7683660	Ag1	GAM826	550318	7721156	Ba1
GAM729	551004	7679541	Cd1 Zn1	GAM831	528521	7709091	Ba1
GAM730	551531	7679415	Mo1	GAU518	506826	7709331	Y1
GAM746	548670	7689748	Ag1 Cd1	ICH058	535769	7711850	Hf1 Nb1 Sn1 Tl1
GAM779	539777	7724779	Mn1	ICH059	539238	7698506	Tl1
GAM783	544840	7727665	Sn1	ICH072	541185	7684859	K1 Sc1
GAM792	550984	7721420	Ba1	ICI192	543027	7720138	Cd1
GAM802	545014	7723055	Ba1	ICI195	549579	7720674	Ba1 Tb1
GAM808	547143	7717618	Ba1	ICI196	541355	7730440	Nb1
GAM810	549696	7713062	Ba2	ICI233	526555	7708841	Mn1
GAM819	546464	7731144	Sn1				

formação para depósitos fosfatados, corroborando os resultados apresentados no levantamento do Projeto Fosfato Brasil.

O cobre apresentou valor anômalo (40,8 ppm) numa amostra coletada no domínio do Gnaiss Caracol, litofácies biotita gnaiss e epidoto-biotita gnaiss, provavelmente associado a intrusões de diques máficos que cortam a unidade. A anomalia de cobre identificada no Projeto Brasil ocorre próxima a estruturas a estruturas de falha que cortam a Formação Bocaina.

6.3.1.3. Estatística bivariada

Os dados brutos foram usados para o cálculo da correlação de *Spearman* (Spearman, 1904) permitindo o estudo das relações entre os diversos elementos analisados. Consideraram-se as seguintes classes de valores do coeficiente de correlação hierárquico (rho de Spearman): elevados (entre 0,99 e 0,80); intermediários (entre 0,60 e 0,79) e baixos (entre 0,50 e 0,59).

Na elaboração da matriz foram considerados apenas os elementos com maior número de teores

quantificados ($\geq 70\%$). A matriz foi então elaborada com os 33 elementos, (Figura 6.6).

A análise da matriz de correlação reforça as principais relações ($> 0,8$) entre os elementos V-Ga-Al-(Sc-Sn-Be-Li) possivelmente ligados a silicatos aluminosos. Ce-Y-La -(U-Th). O fósforo se correlacionou fracamente (rho entre 0,5 e 0,6) com Cd-Zn-Ca-Mg de acordo com sua afinidade em ambientes marinhos relacionados na área com as rochas calcáreas calcárias do Grupo Corumbá. O ferro se correlacionou moderadamente com elementos Ni-Cr-Co-Cu-Ni-Sb-Sc-V (rho entre 0,6 – 0,8) e esta assinatura está relacionada a presença de óxidos e hidróxidos de ferro encontrados sobre as unidades terrígenas e diques máficos.

6.3.1.4. Estatística Multivariada

A análise multivariada foi usada para avaliar a significância das anomalias geoquímicas encontradas na análise univariada e para identificar correlações espaciais entre grupos de elementos e ambientes favoráveis de mineralizações de fósforo e de metais base.

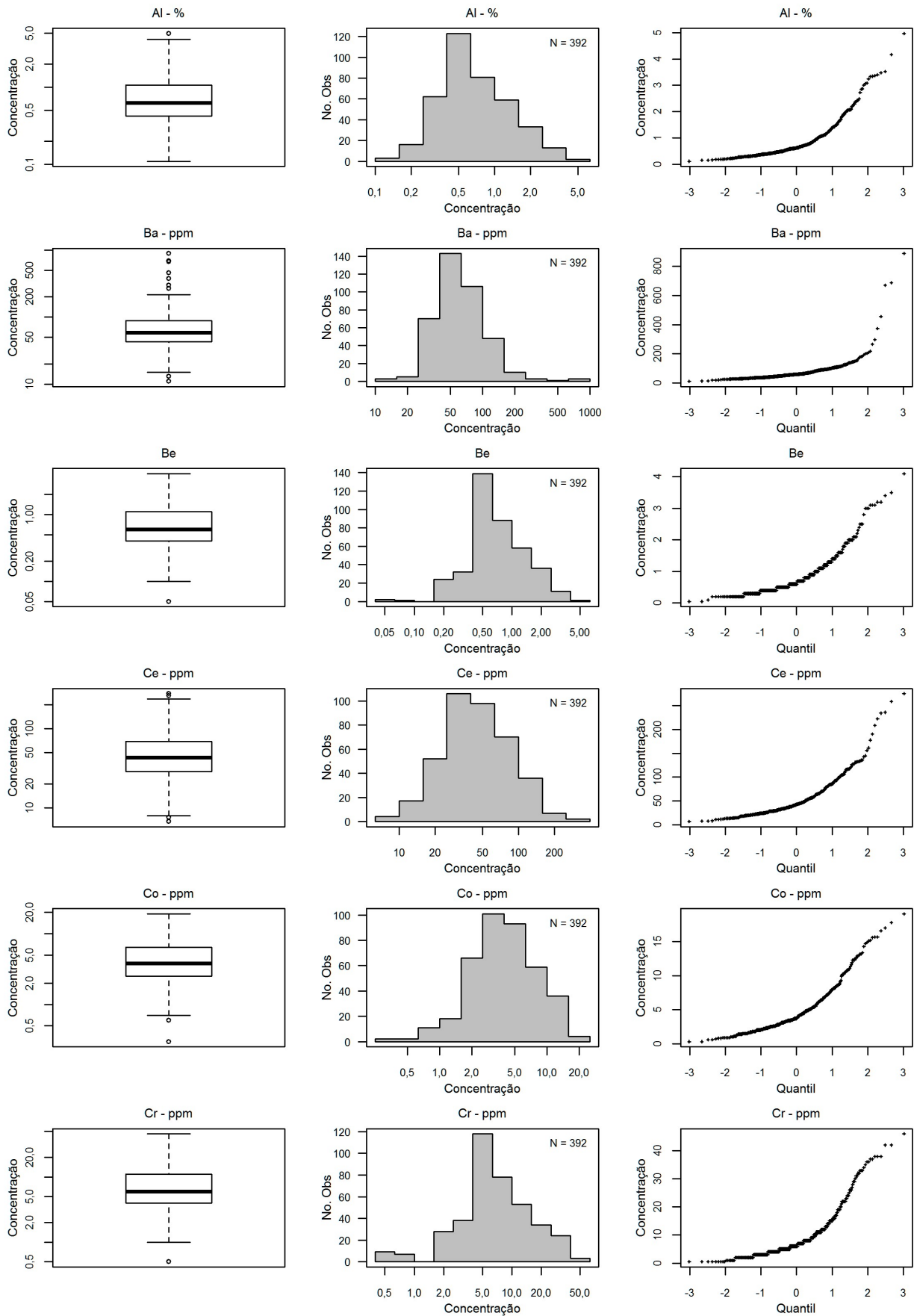


Figura 6.3 - Boxplot (dados logtransformados), histograma de distribuição (dados logtransformados) e gráfico QQ-Plot (Quantis da distribuição normal) dos elementos.

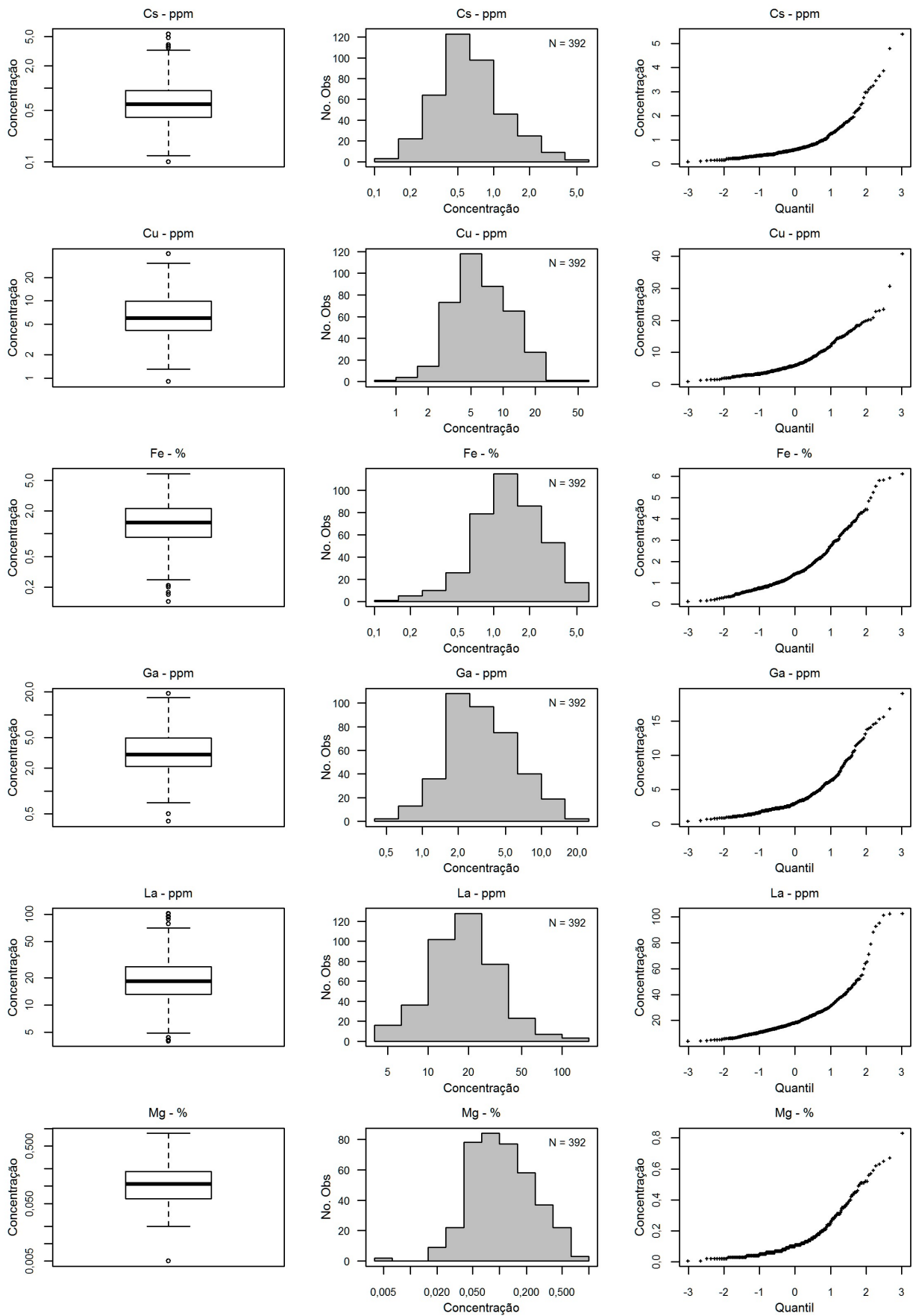


Figura 6.3 (continuação) - Boxplot (dados logtransformados), histograma de distribuição (dados logtransformados) e gráfico QQ-Plot (Quantis da distribuição normal) dos elementos.

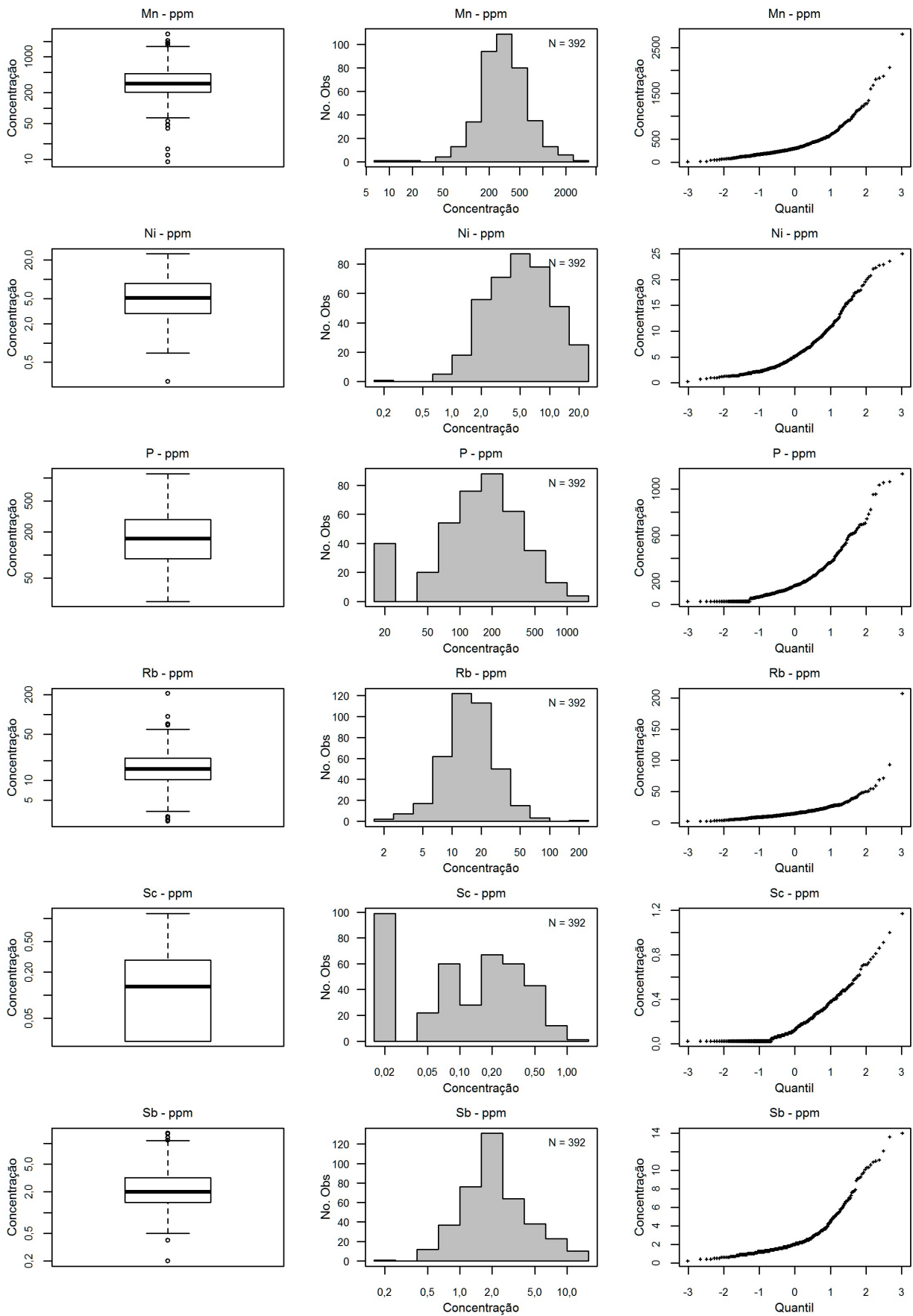


Figura 6.3 (continuação) - Boxplot (dados logtransformados), histograma de distribuição (dados logtransformados) e gráfico QQ-Plot (Quantis da distribuição normal) dos elementos.

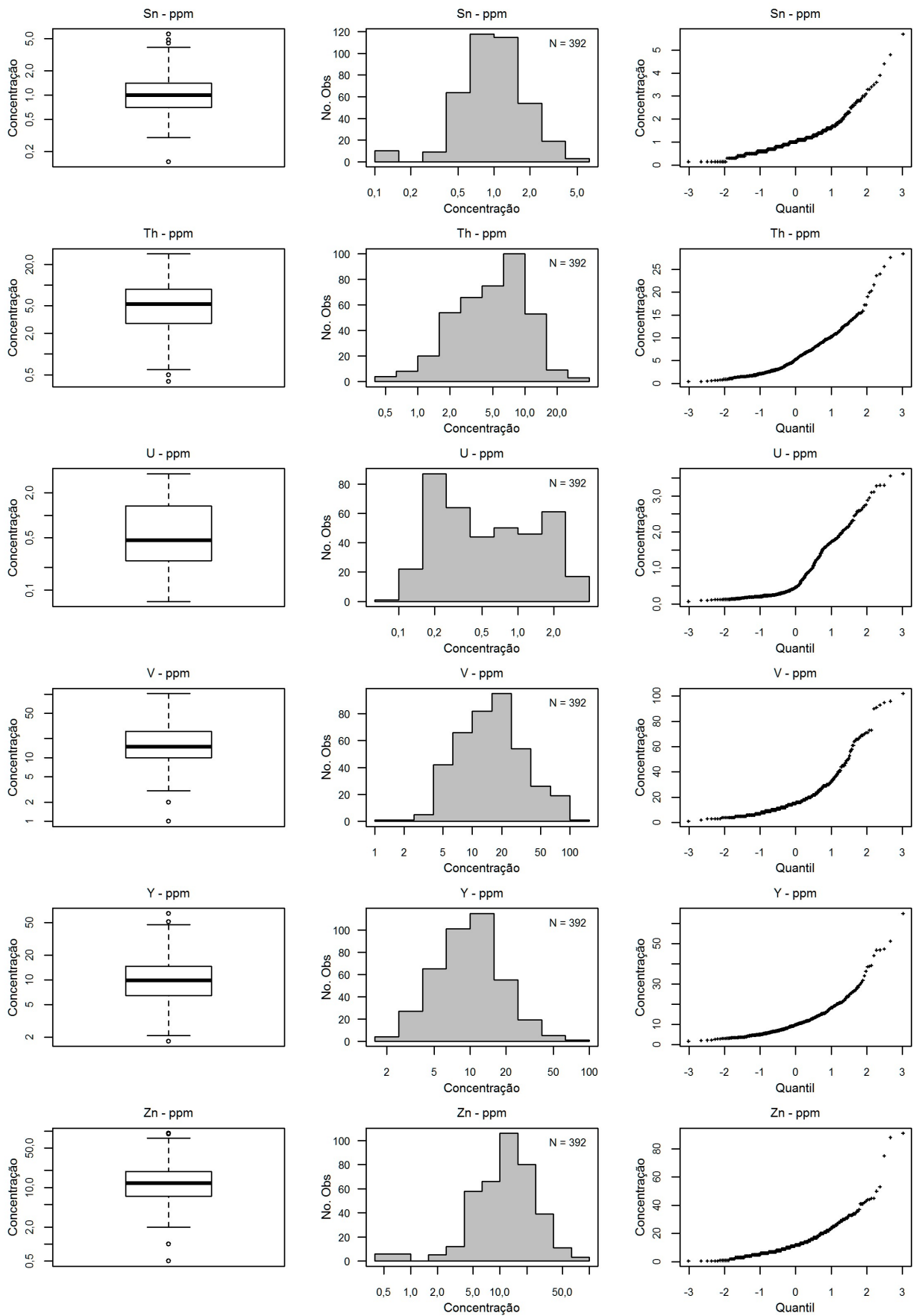


Figura 6.3 (continuação) - Boxplot (dados logtransformados), histograma de distribuição (dados logtransformados) e gráfico QQ-Plot (Quantis da distribuição normal) dos elementos.

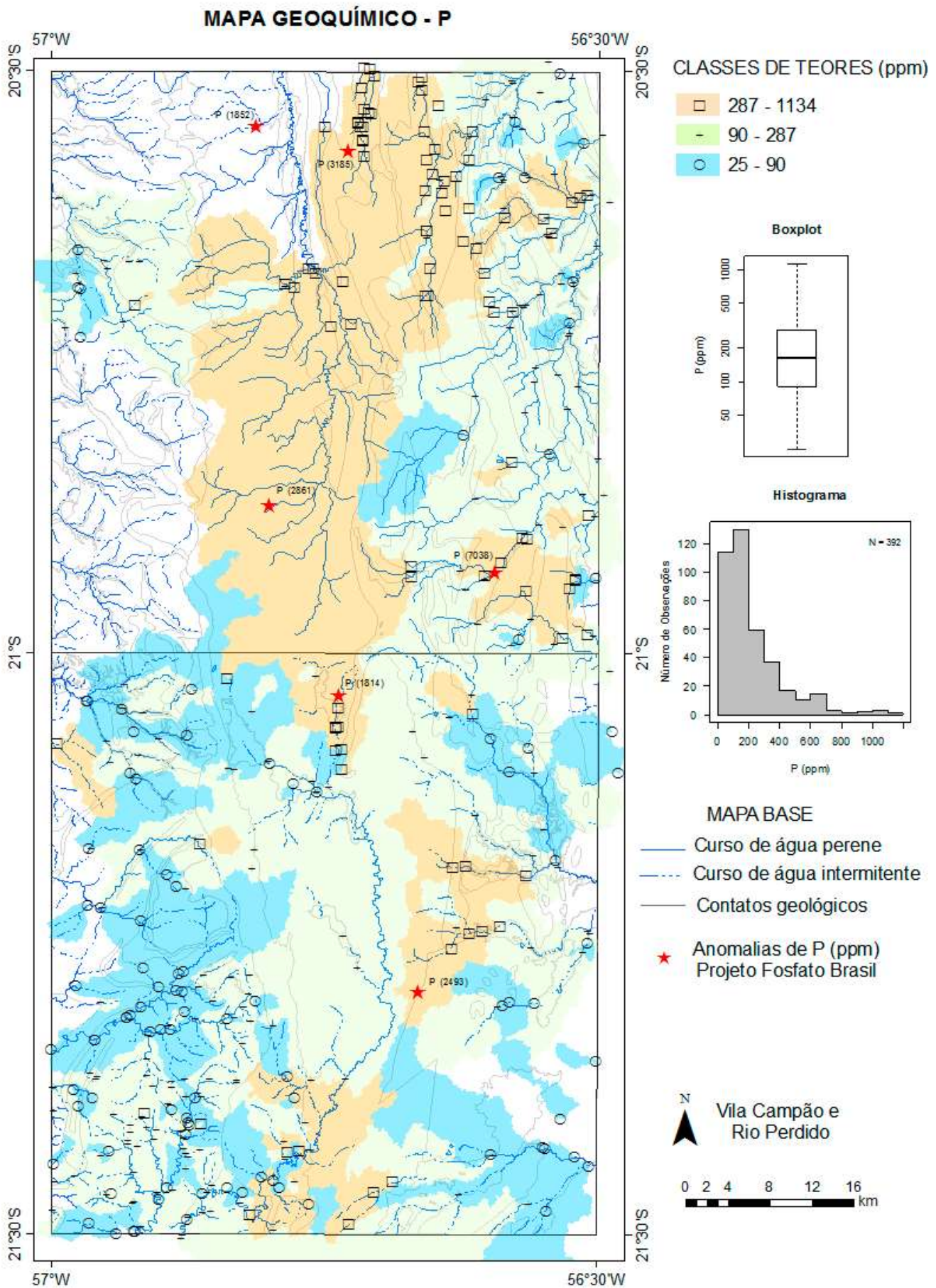


Figura 6.4 - Mapa geoquímico do fósforo das folhas Rio Perdido e Vila Campão.

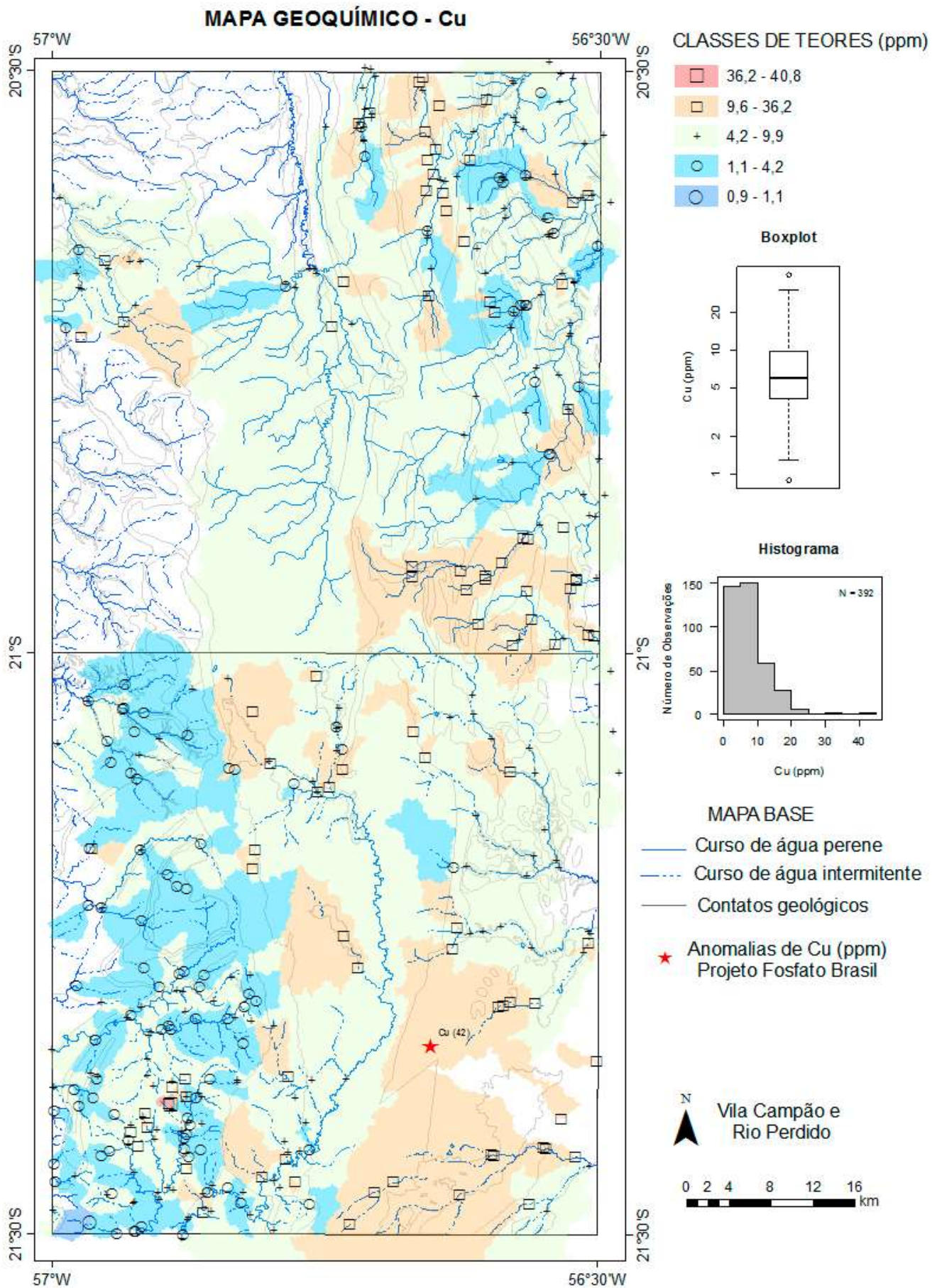


Figura 6.5 - Mapa geoquímico do cobre das folhas Rio Perdido e Vila Campão.

	Al	Ba	Be	Bi	Cd	Ca	Ce	Cr	Co	Cs	Cu	Fe	Ga	K	Li	La
Al	1	0,49	0,87	0,49	0,36	0,27	0,61	0,73	0,77	0,78	0,75	0,73	0,91	0,46	0,88	0,61
Ba		1	0,35	0,13	0,27	0,25	0,32	0,44	0,64	0,15	0,58	0,60	0,37	0,45	0,38	0,36
Be			1	0,54	0,37	0,12	0,68	0,55	0,65	0,72	0,64	0,53	0,90	0,23	0,37	0,68
Bi				1	0,09	-0,16	0,54	0,24	0,36	0,44	0,40	0,31	0,61	0,20	0,81	0,51
Cd					1	0,51	0,09	0,31	0,35	0,24	0,41	0,26	0,24	0,09	0,35	0,16
Ca						1	-0,26	0,42	0,38	0,10	0,36	0,36	0,04	-0,01	0,34	-0,12
Ce							1	0,29	0,44	0,54	0,39	0,42	0,78	0,36	0,46	0,95
Cr								1	0,72	0,43	0,71	0,79	0,60	0,28	0,71	0,32
Co									1	0,46	0,84	0,76	0,71	0,32	0,72	0,45
Cs										1	0,45	0,42	0,77	0,30	0,72	0,50
Cu											1	0,70	0,68	0,30	0,69	0,42
Fe												1	0,61	0,44	0,59	0,45
Ga													1	0,32	0,82	0,76
K														1	0,32	0,35
Li															1	0,48
La																1
	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Rb	Sb	Sc	Sn	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
Al	0,43	0,51	0,27	0,63	0,26	0,67	0,51	0,90	0,59	0,34	0,35	0,08	0,80	0,66	0,37	0,44
Ba	0,47	0,67	0,43	0,59	0,44	0,37	0,34	0,46	0,11	0,29	-0,01	-0,07	0,31	0,24	0,35	0,13
Be	0,29	0,41	0,10	0,46	0,19	0,60	0,37	0,80	0,63	0,19	0,41	0,18	0,72	0,77	0,41	0,31
Bi	0,04	0,21	0,32	0,15	0,05	0,47	0,08	0,46	0,45	-0,08	0,43	0,34	0,51	0,55	0,35	0,22
Cd	0,42	0,33	0,16	0,44	0,52	0,06	0,30	0,27	0,05	0,47	-0,14	-0,20	0,09	0,18	0,41	0,15
Ca	0,50	0,38	0,22	0,57	0,58	-0,13	0,52	0,23	-0,08	0,91	-0,47	-0,69	-0,04	-0,16	0,02	0,21
Ce	0,13	0,27	0,12	0,18	0,00	0,61	0,06	0,62	0,48	-0,14	0,75	0,56	0,65	0,85	0,39	0,25
Cr	0,36	0,43	0,37	0,75	0,25	0,30	0,72	0,69	0,37	0,39	0,01	-0,30	0,64	0,26	0,14	0,52
Co	0,50	0,76	0,35	0,76	0,43	0,48	0,55	0,70	0,36	0,44	0,04	-0,17	0,65	0,44	0,45	0,23
Cs	0,33	0,26	0,12	0,36	0,08	0,62	0,24	0,77	0,64	0,17	0,50	0,25	0,70	0,62	0,28	0,33
Cu	0,49	0,58	0,42	0,75	0,42	0,49	0,55	0,65	0,36	0,39	0,00	-0,18	0,59	0,38	0,42	0,25
Fe	0,34	0,55	0,53	0,71	0,30	0,38	0,67	0,71	0,34	0,40	0,17	-0,17	0,65	0,32	0,13	0,52
Ga	0,29	0,43	0,19	0,46	0,16	0,71	0,35	0,86	0,68	0,14	0,50	0,25	0,85	0,80	0,41	0,33
K	0,46	0,23	0,28	0,36	0,14	0,61	0,17	0,41	0,13	0,04	0,37	0,30	0,33	0,30	0,33	0,37
Li	0,46	0,43	0,16	0,64	0,29	0,58	0,53	0,77	0,57	0,37	0,22	-0,05	0,69	0,54	0,34	0,39
La	0,19	0,31	0,13	0,25	0,10	0,56	0,11	0,62	0,42	-0,01	0,69	0,46	0,59	0,84	0,40	0,28
Mg	1	0,40	0,21	0,61	0,53	0,37	0,26	0,41	0,06	0,41	-0,06	-0,17	0,21	0,17	0,44	0,13
Mn		1	0,33	0,53	0,47	0,28	0,31	0,44	0,14	0,47	-0,04	-0,11	0,36	0,29	0,39	0,03
Mo			1	0,44	0,26	0,12	0,41	0,30	0,13	0,20	-0,04	-0,13	0,17	-0,03	0,11	0,26
Ni				1	0,44	0,26	0,71	0,59	0,22	0,54	-0,11	-0,32	0,39	0,17	0,25	0,43
P					1	0,13	0,22	0,17	-0,09	0,61	-0,33	-0,30	0,02	0,07	0,50	-0,05
Rb						1	0,07	0,59	0,51	-0,01	0,48	0,40	0,63	0,65	0,45	0,14
Sb							1	0,47	0,22	0,43	-0,18	-0,49	0,34	-0,02	-0,10	0,61
Sc								1	0,63	0,28	0,43	0,13	0,85	0,68	0,27	0,49
Sn									1	-0,04	0,48	0,27	0,68	0,58	0,13	0,26
Sr										1	-0,37	-0,52	0,06	-0,01	0,10	0,14
Th											1	0,77	0,50	0,70	0,14	0,30
U												1	0,26	0,56	0,27	-0,01
V													1	0,69	0,24	0,37
Y														1	0,46	0,19
Zn															1	-0,12
Zr																1

> 0,8
 0,6 – 0,8
 | 0,5 – 0,6|

Figura 6.6 - Matriz de correlação de Spearman (rho) dos dados analíticos brutos de amostras de sedimento de corrente. Fonte em vermelho marca valores de correlação com significância $p > 0,05$.

6.3.1.4.1. Análise de agrupamentos

A análise de agrupamento hierárquico (*Cluster Analysis*) foi feita com os mesmos elementos da matriz de correlação. Os dados foram log-transformados e padronizados para serem processados e os resultados foram apresentados no gráfico denominado dendrograma.

Utilizou-se como metodologia para o estudo dos agrupamentos de elementos a construção sequencial de dendrogramas. O dendrograma foi obtido a partir do método de agrupamento variância mínima (método de Ward) adotando-se as distâncias euclidianas não-quadradas

(MURTAGH; LEGENDRE, 2011), implementado no pacote stats do R (RStudio Team, 2016; RCore Team, 2019).

A análise de grupamento para 26 elementos (Figura 6.7) permitiu definir associações de elementos químicos relativos às principais litologias e possíveis mineralizações que ocorrem na área. Tomando a altura 30, adotada para a melhor discriminação dos grupos, observaram-se os seguintes grupamentos geoquímicos:

1. P-Mg-Zn-Sr-Ca;
2. Cu-Co Ni-Fe-Cr-Sb-Mn-Ba;
3. La-Ce-Y-Rb-U-Th;
4. Ga-Be-Sc-Al-V-Cs-Sn.

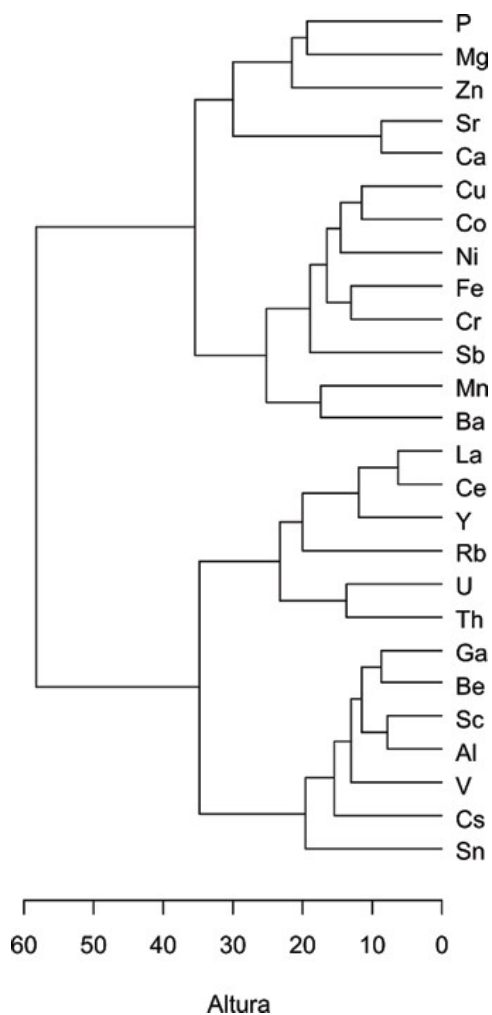


Figura 6.7 - Dendrograma para 26 elementos.

Estes grupos de elementos são indicativos das principais assinaturas geoquímicas das unidades litológicas da área. Unidades carbonáticas com intercalações de lamas fosfáticas e níveis de brechas fosfatadas (Grupo Corumbá) seriam relacionadas ao grupo 1 (P-Mg-Zn-Sr-Ca). A assinatura das unidades litológicas de composição básicas e ricas em minerais máficos são relacionadas ao grupo 2 (Cu-Co Ni-Fe-Cr-Sb-Mn-Ba) como metabasitos do Grupo Cuiabá. A assinatura de granitos e gnaisses são relacionadas ao grupo 3 (La-Ce-Y-Rb-U-Th) e 4 (Ga-Be-Sc-Al-V-Cs-Sn) como as unidades granito-gnáissicas do Superterreno Rio Apa.

6.3.1.4.2. Análise de Principais Componentes (APC)

Foram selecionados os mesmos elementos utilizados no cluster análise de grupamento exceto o Ca e Sr, retirados para melhorar a resolução da análise. Para a análise de principais componentes utilizou-se o método clássico de tratamento de dados composicionais (REIMANN *et al.*, 2008). Os dados foram preparados previamente

aplicando a transformação pela razão logarítmica central (RLC) e depois o cálculo das cargas (loadings) e dos scores (scores) dos fatores permitindo a análise exploratória multivariada dos dados. Toda a análise foi desenvolvida a partir do pacote em R rgr - Applied Geochemistry EDA (GARRETT, 2013).

A análise revelou que os três primeiros principais (PC-1, PC-2 e PC-3) componentes carregam 58,4 % de toda variabilidade nos dados, sendo 30,4% no PC-1, 20,4% no PC-2, 7,6% no PC-3 e 6,8% no PC-4. O gráfico das cargas para os dois primeiros componentes permite separar bem os grupos de elementos contidos nas amostras de sedimento.

O biplot (figura 6.8) mostra quatro grupos de assembleias de elementos, classificados pela unidade litológica da estação de amostragem. Nas cargas negativas do PC-1 e do PC-2 estão o Sb, Ni, Cr, Fe, Co, Cu e Al. No quadrante PC-1 negativo e PC-2 positivo estão os elementos P, Mg, Mn e Ba. No quadrante PC-1 positivo e PC-2 negativo estão os elementos Ga, V, Sc, Be, Cs e Sn. No quadrante PC-1 e PC-2 positivos estão elementos Th, Ce, Y, U, La, Rb e Zn. Os escores das amostras mostram predominância de composição no quadrante do fósforo e do U.

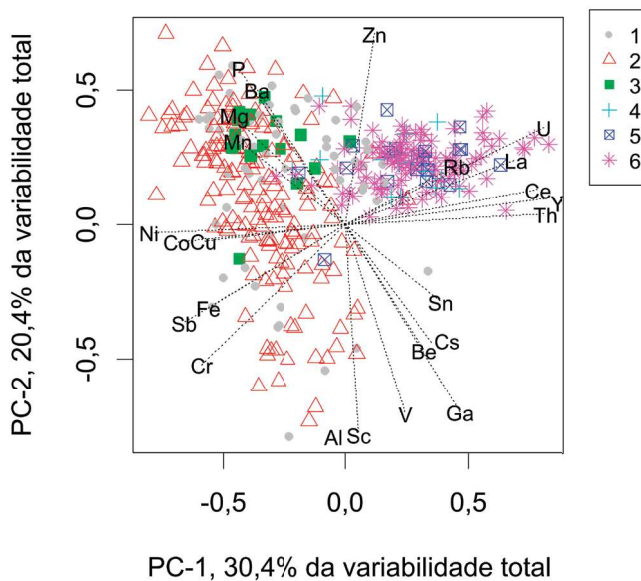


Figura 6.8 - Gráfico dos principais componentes PC-1 e PC-2 dos dados geoquímicos de sedimento de corrente. Simbologia: 1 – Depósitos aluvionares recentes e sedimentos da Formação Pantanal, 2 – Metassedimentos do Grupo Corumbá, 3 - Metassedimentos do Grupo Cuiabá, 4 – Formação Alto Tererê, 5 – Suite Intrusiva Baía das Garças e 6 – Complexo Caracol.

Mapa dos escores do PC-1 (Figura 6.9) mostra uma concentração de escores negativos de Ni-Co-Cr-Fe possivelmente ligada a contribuição dos metassedimentos do Grupo Corumbá e do Grupo Cuiabá. Escores positivos do PC-1 estão relacionados às unidades do Superterreno Rio Apa que contribuem com os elementos Y-Th-U-Ce-La.

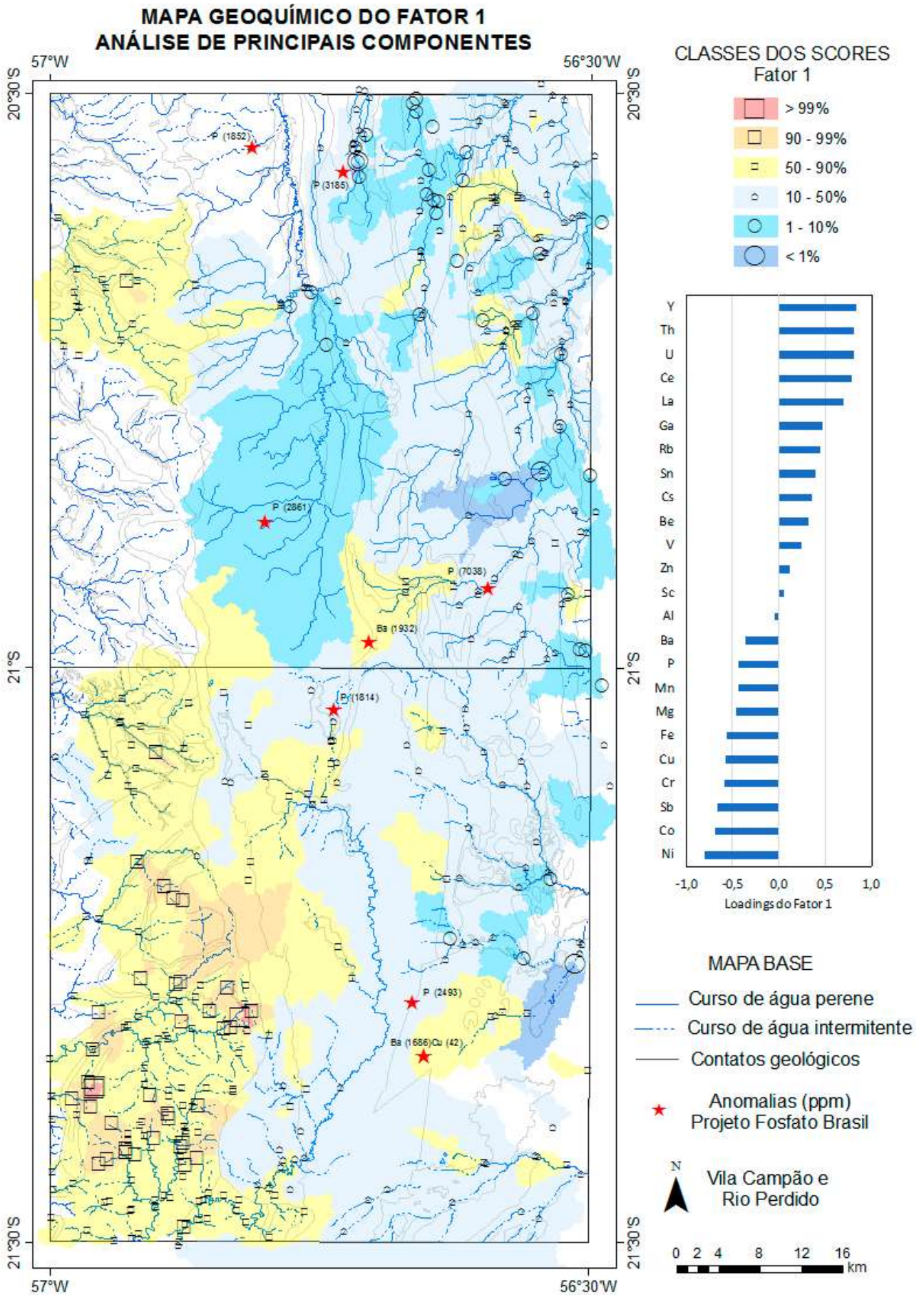


Figura 6.9 - Mapa geoquímico dos escores dos fatores 1.

O mapa dos escores do PC-2 (Figura 6.10) é representado pelas cargas negativas de Al-Sc-V-Ga e positivas de Zn-P-Ba. Estes elementos estão associados a processos

sedimentares, os altos valores de escores negativos estão em áreas dominadas pelas unidades metassedimentares carbonáticas favoráveis a concentração de fósforo.

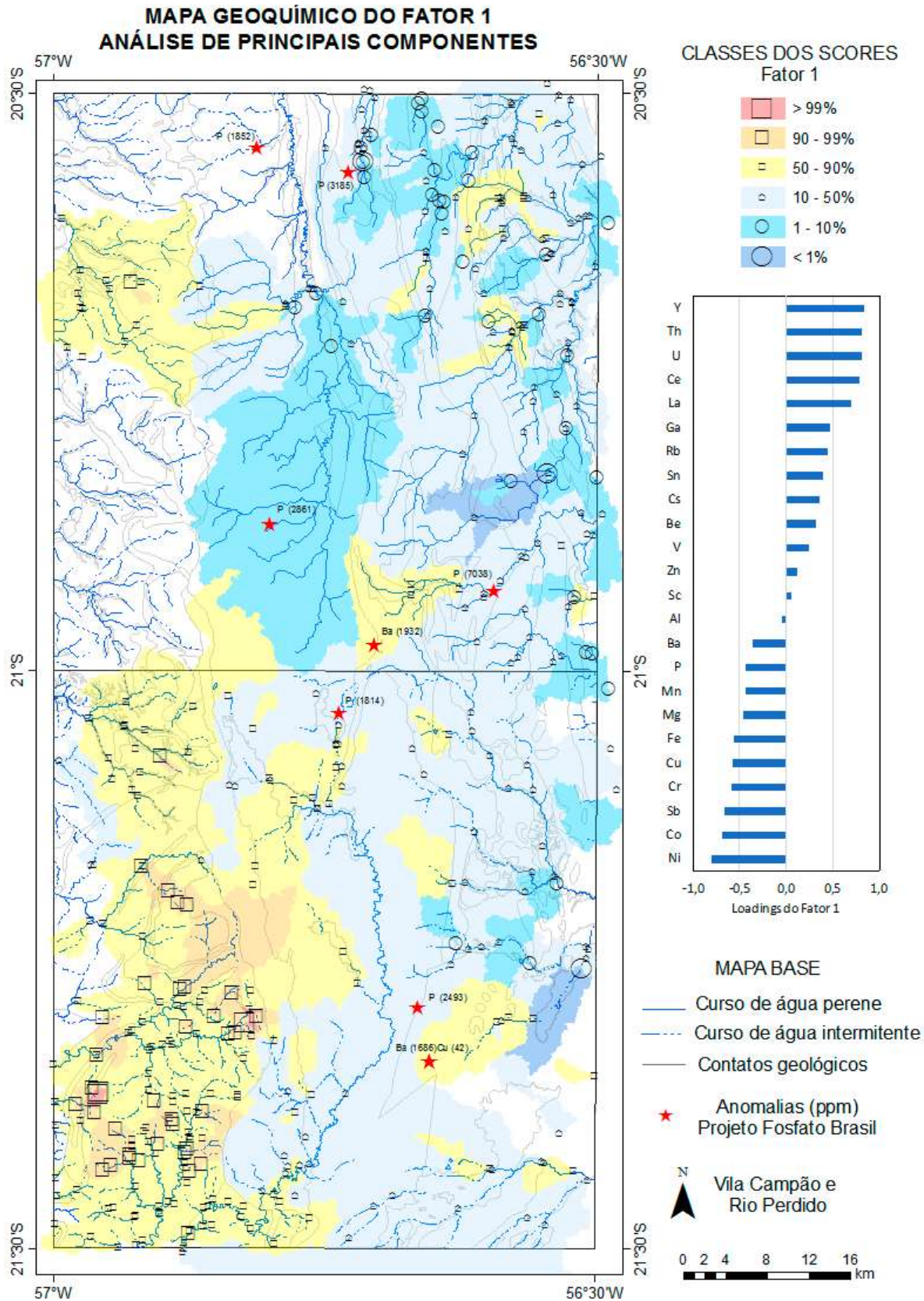


Figura 6.10 - Mapa geoquímico dos escores dos fatores 2.

6.3.2. Concentrados de bateia

Os dados analíticos de concentrados de bateia foram tratados de forma diferente dos sedimentos de corrente. As amostras foram analisadas para identificação mineralógica de minerais pesados semiquantitativa e o ouro foi analisado por contagem de pintas. Para efeito de interpretação consideramos apenas os minerais-minério e associados mais importantes.

Os dados analíticos mineralógicos tiveram o seguinte tratamento:

Para amostras com ouro, todas as estações foram consideradas indícios mineralógicos, colocando-se junto ao símbolo do elemento o número de pintas detectadas.

Os indícios mineralógicos associados a possíveis mineralizações foram apresentados no mapa destacando a classe da frequência mineral no concentrado (Figura 6.11). Foram apresentadas em outro mapa as bacias e estações de concentrado de bateia onde ocorrem minerais de fosfato (Figura 6.12).

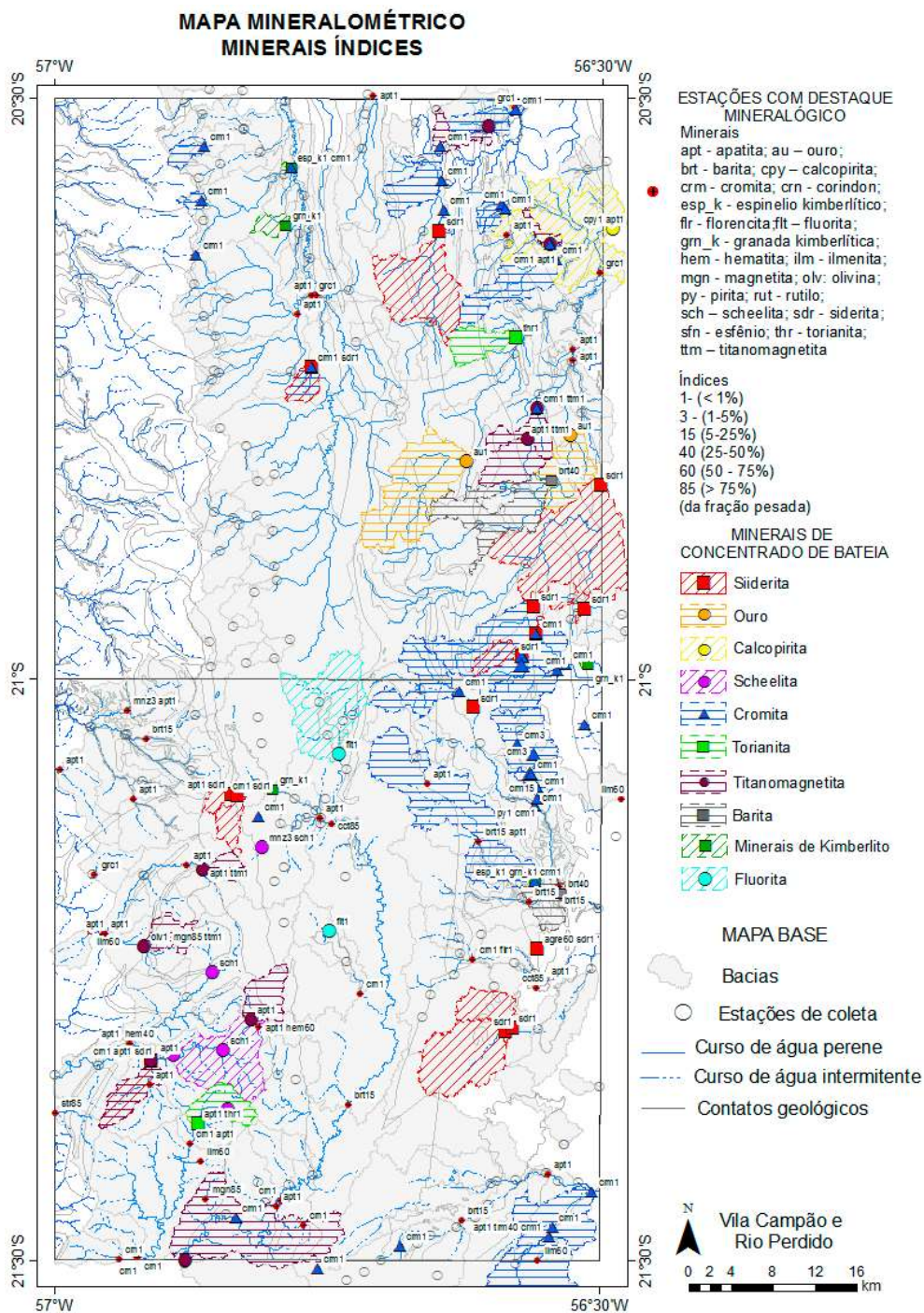


Figura 6.11 - Mapa de distribuição dos destaques mineralógicos e zonas anômalas das folhas Rio Perdido e Vila Campão.

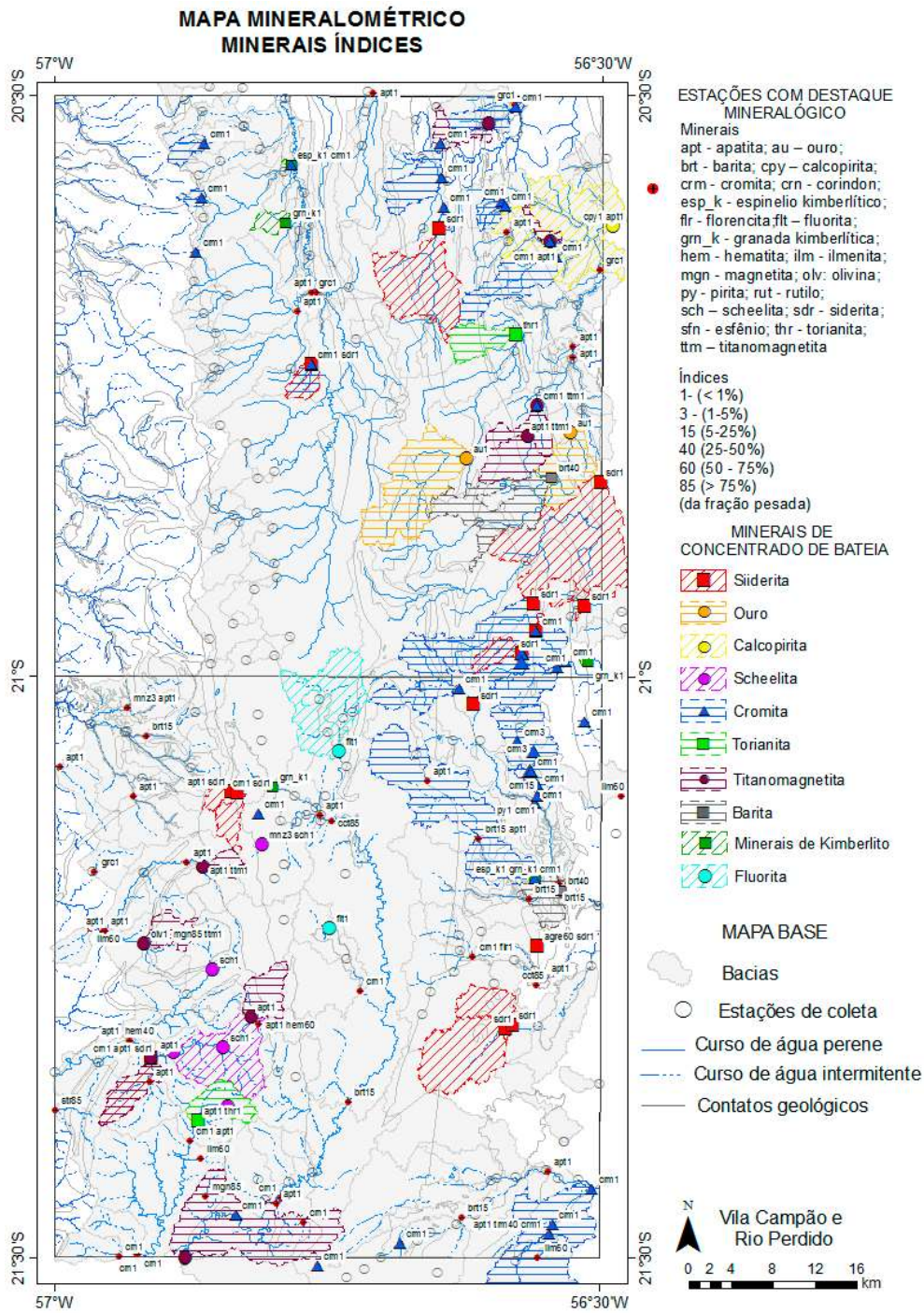


Figura 6.12 - Mapa de distribuição dos minerais de fosfato das amostras de concentrado de bateia das folhas Rio Perdido e Vila Campão.

6.3.2.1. Destaques mineralógicos

A distribuição das classes de frequência dos minerais encontrados nas amostras de concentrado de bateia (tabelas 6.6, 6.7 e 6.8) permitiu selecionar as amostras com índices mais elevados.

Minerais de minério e minerais associados a possíveis mineralizações foram representados em zonas anômalas mineralógicas e destaques mineralógicos pontuais, Figura 6.11.

Dessa forma, foram representados no mapa (Figura 6.11) minerais associados a mineralizações: ouro (2), barita (10), calcopirita (1), torianita (2), scheelita (5), siderita (14), fluorita (2), granada kimberlítica (5), espinelio kimberlítico (2) e apatita (33). Outros minerais de importância geológica também foram destacados, selecionando as amostras com maiores índices dos minerais: pirita (1), florencita (4), corindon (12), ilmenita (11), rutilo (3), leucoxênio (3), esfênio (2), hematita (2) e magnetita (3).

Tabela 6.6 - Distribuição dos minerais das amostras de concentrado de bateia.

MINERAL	< 1%	1 - 5 %	5 - 25 %	25 - 50 %	50 - 75 %	75 - 100 %
OURO (pintas)	2	-	-	-	-	-
SCHEELITA	5	-	-	-	-	-
PIRITA	1	-	-	-	-	-
FLUORITA	2	-	-	-	-	-
CALCOPIRITA	1	-	-	-	-	-
PIRITA LIMONITA	157	10	8	-	-	-
MAGNETITA	26	51	136	59	21	3
HEMATITA	42	5	16	2	2	-
ILMENITA	27	16	192	47	11	-
RUTILO	205	35	39	3	-	-
CROMITA	32	3	2	-	-	-
ANATÁSIO	167	7	3	-	-	-
CORÍNDON	11	-	1	-	-	-
LEUCOXÊNIO	28	1	2	-	-	-
BARITA	55	3	8	2	-	-
MONAZITA	47	4	-	-	-	-
XENOTÍMIO	12	-	-	-	-	-
APATITA	33	-	-	-	-	-
GORCEIXITA	4	-	-	-	-	-
ZIRCÃO	108	60	122	4	-	-
GRANADA	170	22	44	7	1	-
PIROXÊNIOS	128	8	10	2	-	-
ANFIBÓLIOS	1-1	11	24	8	-	-
TURMALINA	191	49	39	1	-	-
CIANITA	129	21	43	7	-	-
ESTAUROLITA	142	18	41	3	4	1
SILLIMANITA	10	-	-	-	-	-
EPIDOTO	140	25	67	13	2	-
ESFÊNIO	51	2	-	-	-	-
MICAS	148	7	13	-	-	1
SIDERITA	14	-	-	-	-	-
CLORITA	14	2	1	-	-	-
DOLOMITA	2	-	-	-	-	-
FE-CLORITA	2	1	-	-	-	-
OLIVINA	1	-	-	-	-	-
FLORENCITA	3	1	-	-	-	-
GAHNITA	28	-	-	-	-	-
GOETHITA	63	-	7	-	-	-

Tabela 6.6 - Distribuição dos minerais das amostras de concentrado de bateia (continuação).

MINERAL	< 1%	1 - 5 %	5 - 25 %	25 - 50 %	50 - 75 %	75 - 100 %
ILITA	5	-	-	-	-	-
PLAGIOCLÁSIO	3	-	-	-	-	-
ACTINOLITA	1	-	-	-	-	-
CALCITA	96	18	23	9	2	4
HORNBLENDA	9	1	1	-	-	-
TORIANITA	2	-	-	-	-	-
ORTOPIROXÊNIO	4	-	-	-	-	-
TITANO-MAGNETITA	7	2	-	-	-	-
GRANADA KIMBERLÍTICA	5	-	-	-	-	-
ESPINÉLIO KIMBERLÍTICO	2	-	-	-	-	-

Tabela 6.7 - Principais indícios minerais de interesse econômico e geológico, folha Rio Perdido.

AMOSTRA	UTM E	UTM N	ÍNDICES	AMOSTRA	UTM E	UTM N	ÍNDICES
GIJ024	545952	7622404	llm60	ICG441	545111	7656596	brt15 cct40
GIJ025	548465	7633455	cct40	ICG443	545931	7666388	py1 rut40
GIJ035	523674	7625799	crn1	ICG444	545366	7668791	zrc40
GIJ036	521541	7628180	crn1	ICG445	527055	7670660	flt1
GIJ037	519241	7629889	mgn60	ICG447	525217	7664542	apt1 cct60
GIJ040	514303	7628226	mgn85	ICG448	499943	7640056	epd40
GIJ041	513893	7631841	llm60	ICG449	500028	7636453	str85
GIJ042	513658	7635421	mgn60	ICG450	507110	7643132	hem40 apt1 opx1 epd40
GIJ043	516528	7636826	sch1 mgn60 crn1	ICG451	507097	7643142	xtm1 grn40 sil1 mic15
GIJ044	521202	7640074	mgn60	ICG452	506897	7674768	apt1 mnz3 grn40 str40
GIJ180	553361	7662824	mic15	ICG453	503374	7673234	am40 cnt40
GIJ183	545301	7668743	crm15	ICG454	503390	7673264	grn40 cnt40 str40
GIJ184	545649	7670709	crm3	ICG455	506671	7672476	grn40 str40
GIJ185	544033	7671601	crm3	ICG456	506803	7672557	str60
GIJ186	544271	7672935	mgn60	ICG457	504696	7653525	apt1 sil1
GIJ187	546623	7649017	apt1 cct40	ICG458	504759	7653579	apt1 xtm1 grn60 sil1
GIJ189	541768	7648554	mgn60	ICG459	508441	7659088	grn40 sil1
GIJ193	538430	7653105	mgn60	ICG460	508418	7659058	mgn60 xtm1 opx1
GIJ194	540507	7653441	mgn60	ICG461	529073	7647795	crn1
GIJ195	544311	7656951	cct40 zrc40	ICG464	525180	7675547	cct40
GIJ196	545938	7652089	sdr1	ICG465	504064	7641017	opx1

Tabela 6.7- Principais indícios minerais de interesse econômico e geológico, folha Rio Perdido (continuação).

AMOSTRA	UTM E	UTM N	ÍNDICES	AMOSTRA	UTM E	UTM N	ÍNDICES
GIJ200	545792	7648378	cct85	ICG466	504104	7640982	cnt40 str60
GIJ202	548309	7656323	cct60	ICG467	509425	7641782	apt1 prx40 epd40
GIJ203	545681	7658528	grn_k1 esp_k1	ICG468	509022	7639117	mgn60 apt1 xtm1
GIJ297	512918	7669122	grn40	ICG469	511358	7641960	sch1 apt1 xtm1
GIJ301	540437	7671638	zrc40	ICH036	553881	7666391	llm60 ant15
GIJ302	539883	7675106	sdr1	ICH037	507919	7622783	crn1 am40 epd60
GIJ308	520725	7667250	grn_k1	ICH038	543531	7644576	sdr1
GIJ310	519127	7667795	sil1	ICH040	507874	7622771	crn1 sfn3 am40 epd40 mic15
GIJ313	519753	7661764	sch1 mnz3	ICH041	506094	7622562	crn1
GIJ316	521903	7662709	cct40	ICI240	513314	7674341	cnt40 str60
GIJ317	516019	7642443	sch1	ICI241	508685	7672153	brt15 str60
GIJ318	515029	7649824	sch1	ICI242	500505	7669139	apt1 epd60
GIJ323	526348	7664047	cct85	ICI243	508225	7668086	grn40 am40 sil1
GIJ325	526178	7653781	flt1	ICI244	507456	7666419	apt1 am40
GIJ327	512566	7660048	apt1 epd40	ICI245	514147	7659631	mgn60 apt1 ttm1 act1
ICG418	542892	7644257	sdr1	ICI246	508543	7652363	mgn85 ttm1 olv1
ICG419	539781	7651132	crn1 flr1	ICI247	503409	7653802	llm60 xtm1
ICG420	538545	7651699	py-lmn15	ICI248	503784	7659156	grc1 am40
ICG422	547911	7658084	rut40 brt15 cct40	ICI249	503585	7659177	hrn15
ICG423	548184	7657431	brt40	ICI250	516767	7666810	apt1 sdr1
ICG427	546944	7630666	apt1	ICI251	517362	7666764	crn1 sdr1
ICG428	547051	7624707	apt1 trm40 zrc40	ICI253	534401	7670283	mgn60
ICG430	538700	7626292	brt15	ICI254	535427	7667855	mgn60 apt1
ICG431	521143	7627535	apt1	ICI255	509155	7641412	crn1 apt1 sdr1 ttm3 xtm1
ICG432	512839	7633579	crn1 apt1 epd40	ICI256	510454	7641988	am40 epd40
ICG433	513651	7635452	apt1 thr1	ICI257	512542	7647514	mic15
ICG437	527904	7637291	brt15	ICI258	519405	7644707	hem60 apt1
ICG438	541959	7629987	sil1	ICI259	518726	7645311	apt1 ttm3 epd40
ICG439	540346	7662351	brt15 apt1 py-lmn15	ICI260	512368	7622071	hrn3
ICG440	545856	7658508	cct40	ICI261	512407	7622426	sfn3 ttm1 dlm1 opx1

am - anfíbios, ant - anatócio, apt - apatita, brt - barita, cct - calcita, crm - cromita, crn - corindon, dlm - dolomita, epd - epidoto, esp_k - espinélio kimberlítico, flr - florencita, flt - fluorita, goe - goethita, grn - granada, grn_k - granada kimberlítica, hem - hematita, hrn - hornblenda, ilt - ilita, mgn - magnetita, mic - micas, mnz - monazita, olv - olivina, opx - ortopiroxênio, py - pirita, py-lmn - pirita limonita, sch - scheelita, sdr - siderita, sfn - esfênio, sil - sillimanita, str - estaurólita, thr - torianita, ttm - titanomagnetita, xtm - xenotímio, zrc - zircão.

Tabela 6.8 - Principais indícios minerais de interesse econômico e geológico, folha Vila Campão.

AMOSTRA	UTM E	UTM N	ÍNDICES	AMOSTRA	UTM E	UTM N	ÍNDICES
GIJ114	536777	7725274	crn15	ICH079	529162	7728318	flr3
GIJ115	537320	7724968	ant15	ICH080	543969	7710310	thr1
GIJ116	536648	7720494	sdr1 py-lmn15	ICH081	543695	7708747	hem60
GIJ117	537444	7720717	cct40	ICH083	535769	7711850	crb40
GIJ119	521946	7721024	grn_k1 xtm1	ICH084	539238	7698506	au1 ilm60
GIJ121	523634	7723810	xtm1	ICH086	529726	7733482	ant15
GIJ125	524414	7707520	sdr1 epd40	ICH087	530324	7733350	apt1 mic15
GIJ197	553888	7683905	mgn60	ICH088	529554	7731558	mic15
GIJ205	550814	7679238	grn_k1	ICH089	543807	7695929	brt15
GIJ206	545819	7682092	sdr1	ICH090	544449	7679131	crm15
GIJ207	550462	7684480	sdr1	ICH091	547365	7696766	mic85
GIJ211	545630	7684746	sdr1	ICH092	547278	7696732	brt40 py-lmn15 sil1 mic15
GIJ212	544506	7679975	crm3 sdr1	ICH094	544809	7688800	lcx15
GIJ299	534666	7676843	mgn60	ICI262	543176	7719278	clr15
GIJ333	516934	7693177	cnt40	ICI263	543027	7720138	apt1 py-lmn15 flr1 sil1 mic15 clr3
GIJ339	522377	7681605	mgn60	ICI264	547701	7717824	ilm60 xtm1 mic15
GIJ345	515591	7706994	mgn60	ICI265	547189	7719194	hem40 apt1 ttm1 xtm1
GIJ346	515128	7707169	mgn85	ICI266	541355	7730440	ttm1
GIJ354	513619	7725511	mgn60	ICI267	543784	7732287	grc1
GIJ355	515222	7710512	ilm60	ICI269	552035	7696303	sdr1
GIJ360	514036	7731652	ilm60	ICI270	549126	7700962	au1
GIJ363	517832	7733874	am40	ICI273	545050	7700693	apt1 ttm1
GIJ364	521913	7732783	epd40	ICI274	545914	7703559	ttm1
GIJ367	517938	7730222	ilm60	ICI275	546005	7704974	flr1
GIJ368	521815	7725918	ilm60 epd40	ICI276	549197	7708026	lcx15
GIJ369	522539	7726526	ilm60 lcx3 grn_k1 esp_k1	ICI279	553163	7720735	cpy1 rut40 apt1
GIJ992	528652	7709952	cct85	ICI280	551861	7716496	grc1
GIJ993	536724	7728572	mgn60 py-lmn15	ICI281	549694	7713174	xtm1 fe_clr1 sil1 mic15
GIJ995	536229	7732049	mgn60 py-lmn15	ICI282	550713	7726296	mic15
GIJ997	534953	7727119	cct85	ICI284	542558	7723051	py-lmn15
ICH074	549333	7708168	apt1 epd40	ICI287	524959	7714350	brt15 apt1 dlm1 cnt40
ICH075	549360	7709274	apt1 mnz3 prx40 cnt40	ICI288	524485	7714345	mnz3 grc1 fe_clr1
ICH077	545024	7710961	mic15	ICI289	523113	7712551	apt1 fe_clr3
ICH078	526017	7727928	epd40	ICI290	548688	7679227	mic15 clr3

am - anfíbios, ant - anatólio, au - ouro, apt - apatita, brt - barita, cct - calcita, clr - clorita, crm - cromita, crn - corindon, dlm - dolomita, epd - epidoto, esp_k - espinélio kimberlítico, fe-clr - ferro-clorita, flr - florencita, grc - gorceixita, grn_k - granada kimberlítica, ilm - ilmenita, lcx - leucóxênio, mgn - magnetita, mic - micas, mnz - monazita, prx - piroxênios, py-lmn - pirita limonita, rut - rutilo, sdr - siderita, sil - sillimanita, thr - torianita, ttm - titanomagnetita, xtm - xenotímio.

A análise dos concentrados de bateia revelou a presença de assembleia de minerais de rochas: ígneas máficas a ultramáficas (cromita, titanomagnetita, ilmenita, olivina); metamórficas (anfíbólio epidoto, cianita, estauroilita, granada, sillimanita, corindon); assembleias de minerais de fosfato (apatita, gorceixita, florencita e xenotímio); assembleia de minerais de titânio (titano magnetita, esfênio, rutilo) e assembleia de minerais de ferro (magnetita, hematita, siderita).

Os resultados obtidos indicam distribuição do fosfato em duas áreas no mapa distribuição do fosfato na área pode-se ver que ele se distribui bem na área, (Figura 6.12). Ao sudeste da Folha Rio Perdido são encontradas estações com apatita em bacias que cortam as unidades do Grupo Corumbá e tufos da Formação Serra da Bodoquena. A florencita (fosfatos de alumínio e ETR) foi encontrada próxima de uma estação com anomalia de fósforo (P = 2493 ppm) no contato entre as formações Tamengo e Bocaina no sudeste da Folha Rio Perdido.

Apatita, gorceixita (fosfato de alumínio e bário) e xenotímio (fosfato de ítrio) ocorrem nos concentrados de bateia localizados no sudoeste da folha Rio Perdido onde as formações calcárias do Grupo Corumbá fazem contato com as unidades do Superterreno Rio Apa (Formação Alto Tererê, Corpo Gnaiss Caracol, Granito Baía das Garças).

Ao norte da Folha Vila Campão ocorrem apatita, monazita (fosfato, xenotímio e gorceixita, onde as fontes dos sedimentos são predominantemente as rochas da Formação Puga (conglomerados e formações ferríferas bandadas), calcários da Formação Tamengo e nos xistos da Formação Guaicurus.

Estes minerais de fosfato podem se formar em ambiente marinho e no início da diagênese dos sedimentos estando de acordo com as unidades mapeadas na Folha Vila Campão. Outra possibilidade é que os fosfatos primários das rochas ígneas ou sedimentares (apatita e xenotímio) podem se alterar durante processo metamórfico (ou de intemperismo) e formar minerais secundários de fósforo (florencita e gorceixita).

Scheelita foi encontrada no Gnaiss Caracol e nos rios que cortam as unidades do Grupo Corumbá, próximos de outras estações com granada kimberlítica e cromita.

A scheelita pode servir como guia para as mineralizações de tungstênio ou cobre.

Ouro ocorre próximo a estações com titanomagnetita, siderita, cromita e barita. Uma ocorrência está localizada próxima da Formação Bocaina (dolomitos) e outra na Formação Guaicurus (filitos e mármore).

Estações enriquecidas em cromita e ilmenita que podem indicar depósitos de Cr-Ti estão situadas na Formação Bocaina a sudeste da Folha Rio Perdido e próximo do gnaiss Morraria no noroeste da Folha Vila Campão. A cromita também ocorre em estações situadas nos arenitos do Grupo Corumbá e alinhadas com os eixos de dobramentos no nordeste da Folha Vila Campão.

Granada e espinélio de origem kimberlítica, minerais farejadores de diamante ricos em Cr, foram encontrados na Folha Vila Campão em estações situadas nos sedimentos recentes da Formação Pantanal, filitos da Formação Guaicurus e calcários da Formação Tamengo. Estes minerais ocorrem próximo de estações com cromita, mostrando rocha-fonte de origem ultrabásica. Cromita pode também indicar níveis cromitíferos nos sedimentos marinhos.

Corindon (5-25%) ocorre próximo a filitos da Formação Guaicurus, junto ao eixo de um antifórme e em menor frequência (< 1%) nos metarenitos da Formação Cerradinho. A concentração deste mineral possivelmente está relacionada a processos metamórficos e deformacionais atuantes em unidades sedimentares com excesso de alumínio em relação a sílica.

A barita (25- 50%) ocorre nos metaconglomerados da Formação Puga onde há um falhamento de cisalhamento e pode indicar mineralizações Pb, Zn, Cu e Ag. A alta frequência de turmalinas em algumas estações nos dolomitos da Formação Bocaina pode estar associada a mineralizações de origem hidrotermal (cobre, ouro e sulfetos).

Torianita aparece no Complexo Gnaiss Caracol e nas formações ferríferas bandadas da Formação Puga. A Fluorita ocorre em duas estações nos calcários da Formação Tamengo, pode estar associada a dolomitização dos calcários e ser do tipo estratiforme. Numa das estações ocorre associada a barita possivelmente devido a processos de alteração epigenética hidrotermal.

7. CONCLUSÕES

As unidades geológicas presentes nas folhas Rio Perdido e Vila Campão estão associadas a três domínios geotectônicos principais: Cráton Amazônico (Superterreno Rio Apa), Província Tocantins (Faixa Paraguai) e Coberturas Fanerozoicas (Bacia do Paraná e sedimentos cenozoicos).

As rochas pertencentes ao Superterreno Rio Apa afloram em uma faixa N-S em toda extensão oeste das duas folhas. É constituído por rochas paleoproterozoicas a mesoproterozoicas, divididas em cinco conjuntos litotectônicos principais, agrupados no Terreno Oriental e Terreno Superior: O Terreno Oriental compreende os gnaisses graníticos Complexo Caracol, gnaisses Morraria, granitos indeformados a heterogeneamente deformados da Suíte Intrusiva Baía das Garças e Suíte intrusiva Rio Perdido. O Terreno Superior compreende a sucessão metavulcanossedimentar da Formação AltoTererê. As rochas do embasamento estão imbricadas e justapostas por falhas de empurrão.

As rochas da Faixa Paraguai afloram ao longo de uma extensa faixa N-S e perfazem cerca de 90% em área das folhas Vila Campão e Rio Perdido. Compreendem sucessões metassedimentares (terrígenas e carbonáticas) de baixo grau, pertencentes aos Grupos Cuiabá e Corumbá. As rochas pertencentes ao Grupo Cuiabá afloram no nordeste e leste da Folha Vila Campão e foram empurradas tectonicamente sobre as rochas dos grupos Corumbá e Jacadigo. Foram divididas em 4 unidades informais: (i) Quartzitos intercalados com grânulo quartzitos; (ii) Sericita-quartzo xistos e xistos grafitosos intercalados com quartzo xistos e quartzitos; (iii) Filito cinza intercalado com sericita xistos; quartzo xistos e quartzitos subordinados; além de intercalações com metacalcário; (iv) metabasitos.

As rochas do Grupo Corumbá são divididas em: Formação Cadieus constituída por ortoconglomerados polimíticos com matriz arcoseana, micácea que transicionam para camadas de arenitos arcoseanos e folhelhos; Formação Cerradinho constituída predominantemente por rochas sedimentares como arenitos, arcóseos, pelitos laminados e subordinadamente, por conglomerados e dolomitos; Formação Tamengo é constituída dominantemente por calcários calcíticos e cálcio-lutitos; Formação Bocaina caracterizada por dolomitos, além de níveis enriquecidos em fosfato e silexitos; Formação Guaicurus é constituída predominantemente por folhelhos e metapelitos e subordinadamente, por metamargas e quartzitos.

As rochas do Grupo Jacadigo, pertencem a Formação Puga que é constituída por rochas conglomeráticas polimíticas, com matriz filítica ou com matriz ferruginosa, *metawackes*, filitos e formações ferríferas bandadas, além de intercalações métricas de quartzito

As rochas da Bacia do Paraná ocorrem no sudeste da Folha Rio Perdido, não foram observadas durante o trabalho de campo, sendo auferidas por geofísica e sensoriamento remoto. Os depósitos sedimentares quaternários compreendem tufas ao longo de drenagens associadas ao sistema cárstico desenvolvido sobre os calcários neoproterozoicos do Grupo Corumbá, rochas e sedimentos siliciclásticos da Bacia do Pantanal e sedimentação aluvionar.

O levantamento geoquímico enfatizou a vocação dos calcários da Formação Bodoquena e da Formação Tamengo para a concentração de fósforo dada pela presença de anomalias de fósforo e do escore do PC-1 da análise de principais componentes (P, Mn, Ba, Zn) e pela ocorrência de minerais de fosfato no concentrado de bateia (apatita, florencita, gorceixita). Metassedimentos Grupo Cuiabá podem ter contribuição detrítica de fosfato provenientes dos calcários da Formação Bodoquena, isto explicaria anomalias de fósforo e a existência de minerais de fosfato encontrados na bateia

Cromita é frequentemente encontrada nas estações que recebem sedimentos dos calcários, dolomitos e filitos do Grupo Corumbá. Calcopirita próximo a xistos do Grupo Cuiabá, a análise de sedimentos de corrente relevou a presença de anomalias moderadas de cobre (9,6 a 36,2 ppm) e pode ser um enriquecimento natural da rocha.

Cobre elevado no Complexo Gnaiss Caracol coincidindo com as anomalias de ETR-U-Th-Y onde também ocorre torianita-monazita-xenotímio-scheelita indicando zona favorável a processos mineralizantes.

As ocorrências de fosfato distribuem-se ao longo da Serra da Bodoquena O fosforito tipo laminito algal preto, maciço, muito duro, apresenta altos teores de P_2O_5 está associada a dolomitos estromatolíticos e dolomitos do topo da Formação Bocaina, sendo este o minério mais importante. Os fosforitos tipo intraclasto cinza escuro contém clastos do fosforito maciço e clastos de origem diversa, em sua maioria de estromatólitos da Formação Bocaina, associados a base da Formação Tamengo. Metapelitos siltosos fosfáticos e fosforitos argilosos, normalmente com pellets e nódulos de fosfato preto, ocorrem intercalados aos dolomitos da Formação Bocaina.

Ocorrências de ferro foram observadas em conglomerados com matriz ferruginosa e as formações ferríferas bandadas da Formação Puga e, possuem teores estimados de Fe²⁺ variando entre 56% e 76%.

Devido a restrições orçamentárias e o final do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), o projeto foi

finalizado antecipadamente e não pode ser concluído nos moldes do Projeto piloto definidos pela DIGEOB. Cabe-se ressaltar que as amostras se encontram no âmbito da SUREG-SP e poderiam ser utilizadas futuramente em projetos de integração cartográfica e geológica.

8. DADOS FÍSICOS DO PROJETO

Durante o Projeto foram geradas as seguintes informações:

1. Número de Afloramentos descritos: 388
2. Número de amostras: 200
3. Lâminas confeccionadas: 170
4. Lâminas descritas: 25
5. Coletas Geoquímicas de sedimento de Corrente: 159 amostras
6. Análises Geoquímicas de sedimento de corrente: 391 amostras, sendo 159 do projeto Vila Campão-Rio Perdido e 232 reanalisadas do projeto Bonito Aquidauana.
7. Coleta geoquímica de concentrado de bateia: 133 amostras
8. Análises geoquímicas de concentrado de bateia: 286, sendo 133 do projeto Vila Campão-Rio Perdido e 153 reanalisadas do projeto Fosfato Brasil.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAM, M.B.; BAHIENSE, I.C.; PORO, C.G, BRITO, R.S.C. Projeto fosfato Brasil – Parte I, Série Insumos Mineraias para Agricultura, n 13. 2011. Serviço Geológico do Brasil – CPRM.
- ALMEIDA, F.F.M. de. Geologia do sudoeste mato-grossense. Rio de Janeiro: DNPM/DGM, 1945. (Boletim 116).
- ALMEIDA, F.F.M. de. Geologia do Centro-Oeste Mato-grossense. 1964 B. Div. Geol. Mineral. Dep. Nac. Prod. Min., Rio de Janeiro, n. 215, 137 p.
- ALMEIDA, F.F.M. de. Geologia da serra da Bodoquena (Mato Grosso). Rio de Janeiro: DNPM/DGM, 1965a. (Boletim 219).
- ALMEIDA, F.F.M. de. Geossinclíneo paraguaio. In: SEMANA DE DEBATES GEOLÓGICOS, 1., Porto Alegre, 1965. Anais... Porto Alegre: Centro Acad. Estud. Geol., 1965b. p. 87-101.
- ALMEIDA, F.F.M. de. Evolução tectônica do centro-oeste brasileiro no Proterozoico superior. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v. 40, n. 2, p. 5-93, 1968. Suplemento.
- ALMEIDA, F.F.M. de. Alguns problemas das relações geológicas entre o cráton Amazônico e as faixas de dobramentos marginais a leste. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 2., 1985, Goiânia. Atas... Goiânia: SBG, 1985. p. 3-14.
- ALVARENGA, C.J.S.; TROMPETTE, R. Evolução tectônica brasileira da faixa Paraguai: a estruturação da região Cuiabá. Revista Brasileira de Geociências, Curitiba, v. 23, p. 18-30, 1993.
- ALVARENGA, C.J.S.; MOURA, C.A.V.; GORAYEB, P.S.S.; ABREU, F.A.M. Paraguay and Araguaia belts. In: CORDANI, U.G.; MILANI, E.J.; THOMAS FILHO, A.; CAMPOS, D.A. (Ed.). Tectonic evolution of South America. Rio de Janeiro: SBG, 2000. p. 183-193.
- ARAÚJO, H.J.T.; MONTALVÃO, P.E.N. Geologia. In: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SF.21 e parte das folhas SF.21-V-D e SF.21-X-C, sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul: operação 578/80 – DIGEO/BAGOI. Goiânia: RADAMBRASIL, 1980. (Relatório interno, 362G).
- ARAÚJO, H.J.T. de *et al.* Geologia. In: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SE.21, Campo Grande: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1982. p. 23-124. (Levantamento de Recursos Naturais, 28).
- ASSINE, M., 2003. Sedimentação na Bacia do Pantanal Mato-Grossense, Centro-Oeste do Brasil. Tese de Livre Docência (inédito), 105p.
- BABINSKI, M.; BOGGIANI, P.C.; FANNING, C.M.; FAIRCHILD, T.R.; SIMON, C.M.; SIAL, A.N. U-PB SHRIMP geochronology and isotope chemostratigraphy (C, O, Sr) of the Tamengo formation, southern Paraguay belt, Brazil. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 6., 2008, San Carlos de Bariloche. Book of Abstracts, 2008. p. 160.
- BIZZI, L.A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, J.H. (Org.). Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas & SIG. Brasília, DF: CPRM, 2003.
- BOGGIANI, P.C. Análise estratigráfica da bacia Corumbá (Neoproterozoico) – Mato Grosso do Sul. 1997. 181 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- BOGGIANI, P.C.; COIMBRA, A.M.; RICCOMINI, C.; GESICKI, A.L.D. Recursos minerais não-metálicos do estado de Mato Grosso do Sul. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, v. 19, n. 1/2, p. 31-41, 1998.
- BOGGIANI, P.C.; COIMBRA, A.M., GESIC, A. L. D., SIAL, A. N., FERREIRA, V. P., BRENHA RIBEIRO, F., FLEXOR, J. M. 2002. Tufas Calcárias da Serra da Bodoquena, MS: cachoeiras petrificadas ao longo dos rios. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. (Eds.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília: DNPM, 249-259.
- CAMPANHA, G.A.C.; BOGGIANI, P.C.; SALLUN FILHO, W.; SÁ, F.R.; ZUQUIM, M.P.S.; PIACENTINI, T.. A Faixa de Dobramento Paraguai na Serra da Bodoquena e Depressão do Rio Miranda, Mato Grosso do Sul. In Revista do Instituto de Geociências- USP. São Paulo, v.11, n.3, p. 79-96, 2011.
- CORDANI, U.G.; TASSINARI, C.C.G.; TEIXEIRA, W.; BASEI, M.A.S.; KAWASHITA, K. Evolução tectônica da Amazônia com base nos dados geocronológicos. In: CONGRESSO GEOLÓGICO CHILENO, 2., 1979, Arica, Chile. Actas... Chile: 1979. v. 4, p. 137-148.
- CORDANI, U.G.; TEIXEIRA, W.; TASSINARI, C.C.G.; COUTINHO, J.M.V.; RUIZ, A.S. The Rio Apa craton in Mato Grosso do Sul (Brazil) and northern Paraguay: geochronological evolution, correlations and tectonic implications for Rodinia and Gondwana. American Journal of Science, v. 310, p. 981-1023, 2010.
- CORRÊA, J.A. *et al.* Projeto Bodoquena: relatório final. Goiânia: DNPM/CPRM, 1976. 8 v.
- CORREIA FILHO, F.C.L.; MARTINS, E.G.; ARAÚJO, E.S. Projeto Rio Apa: relatório da área I. Goiânia: CODESUL/CPRM, 1981. v. 1.
- CPRM. Projeto aerogeofísico Bonito-Porto Murtinho: relatório final do levantamento e processamento dos dados

- magnetométricos e gamaespectrométricos. Rio de Janeiro: Microsurvey Aerogeofísica e Consultoria Científica Ltda., 2009. 15 v. il. Programa Geologia do Brasil (PGB).
- DEL'ARCO, J.O. et al. Geologia. In: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SE.21 Corumbá e parte da folha SE.20: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1982. 448 p. p. 25-160 (Levantamento de Recursos Naturais, 27).
- EVANS, J.W. The geology of Matto Grosso (particularly the region drained by the upper Paraguay). Quarterly Journal of the Geological Society, London, v. 50, p. 85-102, 1894.
- FALEIROS, F.M.; CALTABELOTI, F.P.; PINTO, L.G.R. Aldeia Tomázia, folha SF.21-V-B-VI, estado de Mato Grosso do Sul: carta geológica. São Paulo: CPRM, 2014. 1 mapa colorido, 95 x 70 cm. Escala 1:100.000. Programa Geologia do Brasil (PGB).
- FIGUEIREDO, J.A. de A. & OLIVATTI, O., 1974. Projeto Alto Guaporé; relatório final integrado. Goiânia, DNPM/CPRM, V. XI. (inédito).
- FREITAS, B.T. 2010. Tectônica e sedimentação do Grupo Jacadigo (Neoproterozóico, MS). Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, p. 144.
- GAUCHER, C.; BOGGIANI, P.C.; SPRECHMANN, P.; SIAL, A.N.; FAIRCHILD, T.R. Integrated correlation of the Vendian to Cambrian Arroyo del Soldado and Corumbá groups (Uruguay and Brazil): palaeogeographic, palaeoclimatic and palaeobiologic implications. Precambrian Research, v. 120, p. 241-278, 2003.
- GESICKI, A.L.D. Geologia da formação Aquidauana na porção centro-norte do estado de Mato Grosso do Sul. 1997. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- GODOI, H.O. Folha SF.21-X-A, Aquidauana, estado de Mato Grosso do Sul, escala 1:250.000. Brasília, DF: CPRM, 2001. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB).
- GODOI, H.O.; MARTINS, E.G. Folha SF.21, Campo Grande, estado de Mato Grosso do Sul, escala 1:1.000.000. Brasília, DF: CPRM, 1999. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB).
- GODOI, H.O.; MARTINS, E.G.; MELLO, J.C.R. de. Folha SE.21-Y-D – Corumbá; Folha SF.21-V-B – Aldeia Tomázia; Folha SF.21-V-D, Porto Murinho, estado de Mato Grosso do Sul, escala 1:250.000. Brasília, DF: CPRM, 2001. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB).
- GODOY, A.M.; RUIZ, A.S.; MANZANO, J.C.; ARAÚJO, L.M.B. Contexto geológico do magmatismo do grupo Amoguijá, suíte intrusiva Alumiador e vulcânica Serra da Bocaina, maciço Rio Apa, sul do cráton Amazônico – MS. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 11., 2007, Natal. Anais... Natal: SBG, 2007. p. 277-279.
- GODOY, A.M.; MANZANO, J.C.; ARAÚJO, L.M.B. de; da SILVA, J.A. da. Contexto geológico e estrutural do maciço Rio Apa, sul do cráton Amazônico – MS. Geociências, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 485-499, 2009.
- HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M. de. Geocronologia do centro-oeste brasileiro. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, v. 19, n. 1, p. 5-26, 1970.
- JUSTO, L.J.E.C. Fosfato da serra da Bodoquena – Mato Grosso do Sul. Goiânia: CPRM, 2000. 1 v.: il.; mapa (Informe de Recursos Minerais, Série Insumos Minerais para Agricultura, n. 02).
- LACERDA FILHO, J.V. et al. Folha SF.21 – Campo Grande. In: SCHOBENHAUS, C.; GONÇALVES, J.H.; SANTOS, J.O.S. Carta geológica do Brasil ao milionésimo: sistema de informações geográficas (SIG). Brasília, DF: CPRM, 2004.
- LACERDA FILHO, J.V. et al. Geologia e recursos minerais do estado de Mato Grosso do Sul. Goiânia: CPRM, 2006. 121 p. il.; + mapas. Escala 1:1.000.000.
- LUZ, J.S. et al. Projeto Fosfato de Bonito: relatório de prospecção preliminar. Goiânia: CPRM, BOGGIANI, P.C. Análise Estratigráfica da 1980. 41p. Convênio CODESUL/CPRM.
- MANZANO, J.C.; GODOY, A.M.; ARAÚJO, L.M.B. de. Contexto tectônico dos granitoides neoproterozoicos da faixa de dobramentos Paraguai, MS e MT. Geociências, São Paulo, v. 27, p. 493-507, 2008.
- MORAES, L.J. de. Rochas alcalinas da região do Fecho dos Morros, no sul de Mato Grosso e República do Paraguai. I – Distribuição geográfica das montanhas sieníticas de Fecho dos Morros. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 30, n. 2, p. 165-170, jun. 1958.
- NOGUEIRA, V.L. et al. Projeto Bonito-Aquidauana: relatório final. Goiânia: DNPM/CPRM, 1978. 14 v. v. 1. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2.744).
- PAVAN, M.; CALTABELOTI, F.P.; PINTO, L.G.R. Fazenda Santa Otília, folha SF.21-V-D-III, estado de Mato Grosso do Sul: carta geológica. São Paulo: CPRM, 2014. 1 mapa colorido, 95 x 70 cm. Escala 1:100.000. Programa Geologia do Brasil (PGB).
- PAVAN, M.; FALEIROS, F.M. Geologia e recursos minerais das folhas Santa Otília SF.21-V-D-III e Aldeia Tomázia SF.21-X-A-III, escala 1:100.000, 2015
- RAMALHO, R. Pantanal Mato-Grossense: compartimentação geomorfológica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSOREAMENTO REMOTO, 1, São José dos Campos, 1978. Anais do..., São José dos Campos, CNPq, 1981. v. 2, p. 567-74.
- RAMSAY, J.G.; HUBER, M.I. The techniques of modern structural geology. V. 1: Strain analysis. London: Academic Press, 1983.
- RAMSAY, J.G.; HUBERT, M.I. The techniques of modern structural geology. V. 2: Folds and fractures. London: Academic Press, 1987.
- R CORE TEAM (2019). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical

- Computing, Vienna, Austria. <URL: <https://www.R-project.org/>>.
- REMÉDIO, M.J.; FALEIROS, F.M. Geologia e recursos minerais da Folha Fazenda margarida SF.21-X-C-IV, Estado de Mato Grosso do Sul, escala 1:100.000.
- RSTUDIO TEAM (2016). RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio, Inc., Boston, MA. <URL: <http://www.rstudio.com/>>.
- RUIZ, A.S.; SANTOS, A.A. O domínio interno da faixa Paraguai na região de Nova Xavantina, MT. Dados preliminares. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 7., 1999, Brasília, DF. Anais... Brasília, DF: SBG, 1999. p. 10.
- RUIZ, A.S.; SIMÕES, L.S.A.; BRITO NEVES, B.B. Maciço Rio Apa: extremo meridional do cráton Amazônico. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 10., 2005, Curitiba. Boletim de resumos expandidos. Curitiba: SBG, 2005. p. 301-304.
- SALLUN FILHO, W.; KARMANN, I.; BOGGIANI, P.C.; PETRI, S.; CRISTALLI, P.S.; UTIDA, G. A deposição de tufas quaternárias no estado de Mato Grosso do Sul: proposta de definição da formação Serra da Bodoquena. Geologia USP, Série Científica, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 47-60, out. 2009.
- SALLUN FILHO, W., ALMEIDA, L. H. S., BOGGIANI, P.C., KARMANN, I. 2012. Characterization of quaternary tufas in the Serra do André Lopes karst, southeastern Brazil. Carbonates and Evaporites, 27. 357-373.
- SHOBBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; DERZE, G.R.; ASMUS, H.E. Geologia do Brasil: texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais. Escala 1:2.500.000. Brasília, DF: DNPM, 1984.
- SCHOBBENHAUS FILHO, C.; OLIVA, L.A. Carta geológica do Brasil ao milionésimo: folha Corumbá (SE.21). Brasília, DF: DNPM, 1979. Escala 1:1.000.000.
- SCHOBBENHAUS FILHO, C.; SOARES, M.E.S. Carta geológica do Brasil ao milionésimo: folha Rio Apa (SF.21). Brasília, DF: DNPM, 1979. Escala 1:1.000.000.
- SILVA, E.L. Geologia da região da serra da Alegria, extremo sul do cráton Amazônico, município de Porto Murtinho – MS. 1998. 147 f. Tese (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- SILVA, M.G. et al. Evidências de um evento orogenético acrescionário paleoproterozoico na província Rio Apa, Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 43., 2006, Aracaju. Anais... Aracaju: SBG, 2006. p. 296-296.
- SILVA, M.G.; BRITO, R.S.C.; LACERDA FILHO, J.V. Rochas graníticas do complexo Rio Apa e da suíte Amoguijá, Mato Grosso do Sul: evidências de terrenos acrescionários paleoproterozoicos, na porção sudoeste do cráton Amazônico. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 10., 2007, Pirenópolis. Anais... Pirenópolis, 2007.
- SILVA, M.G.; LACERDA FILHO, J.V.; BRITO, R.S.C. Caracterização de um remanescente de fundo oceânico nos terrenos acrescionários da província Rio Apa, Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 43., 2006, Aracaju. Anais... Aracaju: SBG, 2006. p. 245-245.
- THEODOROVICZ, A.; CÂMARA, M.M. Geologia da região da serra do Amolar: folhas Morraria da Ínsua (SE.21-V-D-V), Lagoa Mandioré (SE.21-Y-B-II) e Amolar (SE.21-Y-B-III), estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Brasília, DF: CPRM, 1991.
- UTIDA, G. et al. Microfósseis em micritos quaternários da serra da Bodoquena-MS como indicadores paleoambientais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 44., 2008. Curitiba. Anais... Curitiba: SBG, 2008. p. 796.
- WALDE, D.H.G. & MORAES, L.C. 1981. Relação estratigráfica entre os grupos Jacadigo e Corumbá na siclinal da Lajinha, Corumbá, MS. In: Simpósio de Geologia do Centro-Oeste. Resumos, Goiânia:12.
- WEYLER, G. 1962. Relatório final dos poços perfurados no Pantanal Matogrossense – Projeto Pantanal. Ponta Grossa. Petrobrás (DEDSUD/SET/SEDOT nº 119-1455).

Programa Geologia do Brasil

Levantamentos Geológicos Básicos

ISBN
978-65-5664-054-9

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

DAS FOLHAS RIO PERDIDO SF.21-X-C-I E VILA CAMPÃO SF.21-X-A-IV

O Projeto Geologia e Recursos Minerais das Folhas Rio Perdido SF.21-X-A-IV e Vila Campão SF.21-X-C-I, resulta de uma ação do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, empresa pública vinculada à Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, do Ministério de Minas e Energia.

Este projeto foi realizado no âmbito do Programa Geologia do Brasil e executado pela Superintendência Regional de São Paulo.

Apresenta o estado da arte do conhecimento geológico e de recursos minerais na escala 1:100.000 de uma área de 6.000 km², na porção sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul.

Os produtos deste projeto deverão auxiliar os órgãos de planejamento das esferas de governo federal, estadual e municipal, em especial ao governo do estado do Mato Grosso do Sul e seus respectivos municípios, no estabelecimento de políticas públicas de desenvolvimento regional, assim como a iniciativa privada, na medida em que serve de base para pesquisa mineral, além de, subsidiar estudos de zoneamento ecológico-econômico e de gestão ambiental do território.

ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL



Escala: 1:100.000

www.cprm.gov.br

SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO USUÁRIO - SEUS
Tel: 21 2295-5997 – Fax: 21 2295-5897
E-mail: seus@cprm.gov.br

OUVIDORIA
Tel: 21 2295-4697 – Fax: 21 2295-0495
E-mail: ouvidoria@cprm.gov.br

 **SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL – CPRM**

SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

 **PÁTRIA AMADA
BRASIL**
GOVERNO FEDERAL