

**GEOQUIMICA DA INTRUSÃO MUTUM, COMPLEXO
ALCALINO DE PLANALTO DA SERRA, MATO GROSSO.**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Reitor

Paulo Speller

Vice-Reitor

Elias Alves de Andrade

Pró-Reitora de Pós-Graduação

Marinêz Isaac Marques

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

Diretor

Carlos Antônio Dornellas

DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS

Chefe

João Batista de Matos

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Geociências

Rúbia Ribeiro Viana



CONTRIBUIÇÕES ÀS CIÊNCIAS DA TERRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Nº 01

**GEOQUIMICA DA INTRUSÃO MUTUM, COMPLEXO
ALCALINO DE PLANALTO DA SERRA, MATO GROSSO**

Elaine Bernadete Ganzer

Orientadores

Prof. Dr. Renato Dantas Neder

Prof. Dr. Francisco Egidio Cavalcante Pinho

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências do
Departamento de Geologia da Faculdade de Geologia da Universidade Federal de Mato
Grosso como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Geologia,
Área de Concentração: Geoquímica de Minerais e Rochas**

**CUIABÁ
2008**

Universidade Federal de Mato Grosso – <http://ufmt.br>
Instituto de Ciências Exatas e da Terra – <http://ufmt.br>
Curso de Geologia – <http://ufmt.br>
Departamento de Recursos Minerais – <http://ufmt.br>
Programa de Pós-Graduação em Geociências – ppgec@cpd.ufmt.br
Campus Cuiabá – Avenida Fernando Corrêa, s/nº - Coxipó
78.060-900 – Cuiabá, Mato Grosso
Fone: (65) 3615-8000 – Fax: (65) 3628-1219 – E.mail: – <http://ufmt.br>

Os direitos de tradução e reprodução são reservados.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser gravada, armazenada em sistemas eletrônicos, fotocopiada ou reproduzida por meios mecânicos ou eletrônicos, ou utilizada sem a observância das normas de direito autoral.

Depósito Legal na Biblioteca Nacional
Edição 1ª

Catálogo elaborado pela Biblioteca Central do Sistema de Bibliotecas e Informação – SISBIB –
Universidade Federal de Mato Grosso

Ganzer, Elaine Bernadete

Geoquímica da Intrusão Mutum, Complexo Alcalino de Planalto da Serra, Mato Grosso
[manuscrito]. / Elaine Bernadete Ganzer – 2008

xiv, 61 f.; il. Color. (Contribuições às Ciências da Terra, série 1, vol. 1, n. 1). Orientador: Prof. Dr.
Francisco Egidio Cavalcante Pinho Co-Orientador: Prof. Dr Renato Dantas Neder

Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso. Instituto de Ciências Exatas e da Terra.
Faculdade de Geologia. Departamento de Geologia. Programa de Pós-Graduação em Geociências.
Área de Concentração: **Geoquímica de Minerais e Rochas**

1. Geologia – Dissertação. 2. Complexo Alcalino Planalto da Serra – Dissertação. 3. Intrusão Mutum – Dissertação. 4. Geoquímica – Dissertação. I. Universidade Federal de Mato Grosso. Departamento de Geologia. II. Título.

CDU:

Dedicatória

Dedico este trabalho a
Toda a minha família que
sempre esteve ao meu lado
contribuindo para a minha
formação pessoal e
profissional.

“Tudo que possas ou sonhas fazer, comece. A audácia contém gênio, poder e magia.”
Goethe

Agradecimentos

A poucos é concedido o privilegio de crescer em sabedoria, algumas pessoas como eu, são felizes por estarem cercadas de amigos e pessoas que nos amam e torcem pelo nosso sucesso favorecendo assim o crescimento profissional e pessoal.

Neste momento tão especial não poderia deixar de agradecer a algumas pessoas que foram muito especiais nesta etapa de minha vida, por terem acreditado e se entusiasmado junto comigo, quando decidi iniciar mais este desafio.

Agradeço primeiramente a minha querida mãe Lina, meu pai Victório (*in memoriam*) em especial a minhas queridas, Ivã, Iza, Grasi, Ede, Sonia, Jane, meus irmãos João, Celso, Ivo, meu esposo Anderson e meu filho Pedro Henrique que mesmo tendo uma mãe um pouco ausente se tornou em menino maravilhoso e muito amado.

Ao Prof. Dr. Francisco Egidio Cavalcante Pinho e ao Prof. Dr. Renato Dantas Neder, que aceitaram o desafio de me orientar, me privilegiando com seus conhecimentos científicos, indicando, e orientando os melhores caminhos a serem seguidos, tanto em etapas de campo como em laboratório, sem os quais o sucesso deste trabalho estaria comprometido.

Em especial agradeço a Maria Marta Ormond, pela sua valiosa contribuição, que além de grande amiga, contribuiu muito para a realização deste trabalho com seus conhecimentos e a Francisco Pinho, grande amigo, a todos os meus amigos e colegas da Geomin - Geologia e Mineração Ltda, pela sua amizade e contribuição na elaboração deste trabalho, bem como a compreensão nas horas difíceis.

Aos colegas de mestrado que contribuíram mesmo atuando em outras áreas com seus conhecimentos e amizade. Não poderia deixar passar algumas pessoas especiais, amigos como Alessandra, Gisely, Jeane, Maria Elisa, Jamil e Claudia.

Ao apoio do CNPq e da FAPEMAT através do Projeto Avaliação do Potencial Geológico-Econômico de Fosfato do Grupo Araras em Mato Grosso, me apoiaram financeiramente a execução deste trabalho, ao Programa de Pós Graduação em Geociências, na pessoa da coordenadora Dra. Rúbia Ribeiro Viana, aos Técnicos e toda secretaria do DRM, aos membros da banca examinadora, que aceitaram o convite e certamente com seu conhecimento trarão grandes contribuições para este trabalho.

Sumário

AGRADECIMENTOS	IX
SUMÁRIO	X
RESUMO	XIII
ABSTRACT	XIV
CAPÍTULO 1	1
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1	5
OBJETIVOS	5
CAPÍTULO 1	6
MATERIAIS E MÉTODOS	6
CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL DO COMPLEXO ALCALINO PLANALTO DA SERRA	9
Grupo Cuiabá	9
Formação Puga	10
Grupo Alto Paraguai	10
Grupo Araras	10
Formação Raizama	11
Formação Diamantino	11
GEOLOGIA DA ÁREA ESTUDADA	12
ESTUDOS PETROGRÁFICOS DO COMPLEXO	16
Série Ultramáfica	16
Série Foscorítica	16
Série Carbonatítica	16
Brechas Piroclásticas (Brechas Carbonatíticas)	16
Fenitos	17
Flogopititos	17
Hornfels	17
CAPÍTULO 2	18
ARTIGO 1	18
ABSTRACT	18
RESUMO	19
INTRODUÇÃO	20
CONTEXTO GEOLÓGICO	24
GEOQUÍMICA DA INTRUSÃO MUTUM	26
CONCLUSÕES	33
8.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

Lista de Figuras

Figura 1.1: Localização das Províncias Alcalinas das margens da Bacia do Paraná. Círculos vazados representam rochas do Eocretáceo; círculos preenchidos representam rochas do Neocretáceo (exceto Província Serra do Mar = Neocretáceo a Eoceno), círculo verde, representa as rochas do Complexo Alcalino Planalto da Serra (Adaptado de Gibson <i>et al.</i>) (1995).	2
Figura 1.2: Principais Lineamentos estruturais que controlam as intrusões de rochas alcalinas distribuídas nos estados brasileiros (modificado de Ormond, 2006).....	3
Figura 1.3: Mapa de Localização e Vias de Acesso da área da Pesquisa.....	8
Figura 1.4: Mapa esquemático regional com as ocorrências alcalinas (modificado de Ormond 2006).....	13
Figura 2.1: Localização das províncias alcalinas das margens da Bacia do Paraná. Círculos vazados representam rochas do Eocretáceo; círculos preenchidos representam rochas do Neocretáceo (exceto Província Serra do Mar Neocretáceo a Eoceno), círculo verde representa as rochas do Complexo Alcalino Planalto da Serra. Adaptado de Gibson.....	21
Figura 2.2: Principais Lineamentos estruturais que controlam as intrusões de rochas alcalinas distribuídas nos estados brasileiros, (modificado de Ormond, 2006).....	22
Figura 2.3: Mapa de Localização e Vias de Acesso da área da Pesquisa.....	23
Figura 2.4: Mapa geológico da região de Planalto da Serra (Mapa extraído de Ormond 2006, modificado).....	25
Figura 2.5: Diagramas binários de SiO ₂ versus elementos maiores (K ₂ O, MgO, CaO, Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , e TiO ₂) , para rochas da intrusão Mutum, Complexo Alcalino de Planalto da Serra – Mato Grosso.	27
Figura 2.6: Diagramas de SiO ₂ versus elementos traços compatíveis, para rochas da intrusão Mutum, Complexo Alcalino de Planalto da Serra – Mato Grosso.	28
Figura 2.7: Diagramas de Zr versus elementos traços (Rb, La, Y, Nb, Ce e Nd), para rochas da intrusão Mutum, Complexo Alcalino de Planalto da Serra – Mato Grosso.....	29
Figura 2.8: Padrões de ETR para as rochas da Intrusão Mutum. (Valores normalizados para condrito Sun & McDonough, 1989).	31
Figura 2.9: Padrões multielementares de elementos incompatíveis normalizados ao manto primitivo (Sun & McDonough, 1989), para rochas do Complexo Alcalino de Planalto da Serra.....	32

Lista de Tabelas

Tabela 2.1: Resultados analíticos para elementos maiores	38
Tabela 2.2: Resultados analíticos para elementos, traços.....	40
Tabela 2.3: Resultados analíticos para ETR's.....	42

Resumo

Este trabalho foi desenvolvido na área do Complexo Alcalino Planalto da Serra, localizado a cerca de 250 km de Cuiabá no município de Planalto da Serra estado de Mato Grosso.

As rochas deste complexo encontram-se intrudidas nos metassedimentos do Grupo Cuiabá e são caracterizadas por uma grande diversidade litológica de natureza ultramáfica-alcalina pertencentes a três series de diferenciação magmática distintas, cuja evolução envolveu cristalização fracionada e/ou imiscibilidade de líquidos gerados a partir de um magma primitivo. Série Ultramáfica que compreende os peridotitos e piroxenitos; Série Carbonatítica que inclui os carbonatitos; e Série Foscorítica, representada unicamente pelos apatititos. Também foram identificados fenitos (flogopititos, filitos e diamictitos fenitizados) gerados pelo metamorfismo de contato, do magma com as encaixantes, hornfels e brechas carbonatíticas típicas de conduto vulcânico (Ormond 2006).

As rochas do complexo constituem seis associações principais dispostas paralelamente à direção de estruturas regionais num trend N60-80E (Neder et al. 2005), estendendo-se por aproximadamente 45 km de intrusões denominadas de leste para oeste de Chibata, Denizar, Chibata II, Mutum, Big Valley e Lau-Massao.

Os padrões de elementos terras raras mostram forte fracionamento de terras raras leves sobre os pesados e inexpressivas anomalias de Eu. Um grupo de rochas apresenta um anômalo fracionamento de elementos terras raras pesados com uma inversão da curva provavelmente relacionada a imiscibilidade de líquidos. Os diagramas multielementares mostram picos negativos de Rb, K, Sr, P e Ti e positivos de Th, Nb, La-Ce, Eu e Tb. A anomalia de Sr nestes diagramas está relacionada à subtração de carbonato do sistema provavelmente como líquido carbonático imiscível. Padrões de elementos incompatíveis complementares, de amostras com teores normais e teores anômalos, principalmente Ti, Zr, Hf e REE não observados.

As rochas do Complexo Alcalino Planalto da Serra foram geradas a partir de um magma primário que sofreu expressivo fracionamento e mostra feições de imiscibilidade entre líquidos carbonáticos e silicáticos, como esta expresso, pela anomalia negativa de Sr e padrões de elementos traços complementares.

Os resultados obtidos durante a pesquisa na área possibilitaram elaboração de um artigo denominado de “Geoquímica da Intrusão Mutum Complexo Alcalino Planalto da Serra, estado de Mato Grosso, Brasil” o qual foi submetido Revista Brasileira de Geociências, que corresponde ao capítulo dois deste volume.

Abstract

This work was carried out at the Planalto da Serra Alkaline Complex area, located about 250 Km from Cuiabá in the Planalto da Serra municipality, Mato Grosso state.

The complex rocks are intruded into the metasedimentary rocks of the Cuiaba Group and are characterized by a diversity of alkaline-ultrabasic sequence that generated three distinctive magmatic series, with evolution involving fractionated crystallization and/or liquid immiscibility from a primordial magma: 1) an ultramafic series includes peridotites and piroxenites; 2) a carbonatitic series includes the carbonatites and 3) a phosphoritic series that is represented only for apatites. Also, were identified fenites (flogopites, phyllites and diamictites) generated from the contact metamorphism between the intrusion and the surrounding host rocks, hornfels and carbonatites breccias from volcanic pipes (Ormond 2006).

The alkaline complex is represented by six intrusive bodies that are parallel to the regional trend (N60-80E), with approximately 45 km. The intrusions are denominated from east to west: Chibata, Denizar, Chibata II, Mutum, Big Valley and Lau-Massao.

The REE patterns show a strong fractionation of LREE relative to HREE and inexpressive Eu anomalies, a group rock of show anomalous HREE fractionation with inversion of the slope, probably related to liquid immiscibility elements. Spidergrams of incompatible elements show negative spikes of Rb, K, Sr, P and Ti and positive spikes of Th, Nb, La-Ce, Eu and Tb. The Sr anomaly is related to carbonate subtraction from the system, probably due to the immiscible carbonatitic liquid. Complementary incompatible element patterns, from normal and anomalous samples, mainly Ti, Zr, Hf and REE show it. Rocks from the Planalto da Serra alkaline complex were generated from primordial magmas that undergo expressive fractionation and contains features related to immiscibility between silicatic and carbonatitic liquid, as expressed by the Sr negative spikes and complementary trace element pattern.

Using results obtained in this research, the paper denominated “Geochemistry of the Mutum Intrusion, Planalto da Serra Alkaline Complex, Mato Grosso state, Brazil” was elaborated and sent for the Revista Brasileira de Geociências. The paper is presented in the second chapter of this volume.

Capítulo 1

Introdução

Os magmas alcalinos sub-saturados em sílica ocorrem no interior de placas continentais, associados a sistemas de riftes, placas oceânicas, hot spots, ou ainda resultantes de plumas mantélicas. Estes magmas são interpretados como produtos de baixa taxa de fusão parcial do manto. Por esse motivo os magmas subsaturados em SiO₂, constituem um grande aliado na história evolutiva da terra, por se limitarem a períodos anarogênicos.

O magmatismo alcalino na plataforma sul americana teve início no Triássico intrudindo principalmente faixas móveis do Ciclo Brasileiro, até as margens da Bacia Intracratônica do Paraná (Figura 1.1), caracterizados por grande número de ocorrências e variadas formas de corpos intrusivos, como diques radiais concêntricos, domos, cilindros e extrusivos em forma de lava. Estas atividades magmáticas são observadas no Brasil, Paraguai, Bolívia e Uruguai, em torno da Bacia do Paraná, com feições essencialmente continentais (Almeida, 1971).

As atividades magmáticas alcalinas no Brasil estão concentradas no Cretáceo Inferior, Superior e Paleoceno, enquanto no Paraguai ocorreram no Permo-Triássico e no Eoceno. Na Bolívia no Cretáceo Inferior e Superior e no Uruguai no Cretáceo Inferior. Até o presente foram identificadas 15 províncias alcalinas, distribuídas ao longo destes países. No Brasil as principais províncias estão condicionadas a três grandes lineamentos estruturais: *Azimute 125°* (125° AZ) (Bardet, 1973), estendendo-se pelos estados de Rio de Janeiro até Rondônia, passando por Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso; *Lancinha-Cubatão*, que se estende desde o Estado do Paraná até o Rio de Janeiro, encontrando o Azimute 125°; e *Transbrasiliiano*, estende-se do Estado de Mato Grosso do Sul até o Ceará, cruzando o lineamento 125°AZ a oeste de Goiás, onde ocorrem vários complexos ultrabásicos alcalinos mineralizados (Biondi, 2005) (Figura 1. 2). Os complexos alcalinos carbonatíticos estão concentrados principalmente em território brasileiro e paraguaio. No Brasil estas feições estão alinhadas em um trend de direção NW (Comin Chiaramonti & Gomes, 1996).

As rochas alcalinas no Brasil são caracterizadas por uma grande variação na composição, de ultrabásicas até ácidas, chegando a extremos como sienito a granito, no mesmo complexo. Estas associações podem ser importantes economicamente, por conterem depósitos de fosfato, nióbio, ETR e vermiculita (Biondi, 2005).

O Complexo Alcalino de Planalto da Serra CAPS (Pinho *et al.* 2005 e Neder *et al.* 2005) é formado por intrusões de grande diversidade litológica de natureza ultramáfica-alcalina, apresentando fenitização e metamorfismo de contato associados, e intrude nos metassedimentos da Faixa Paraguai, que é representada por filitos e metadiamicritos do Grupo Cuiabá.

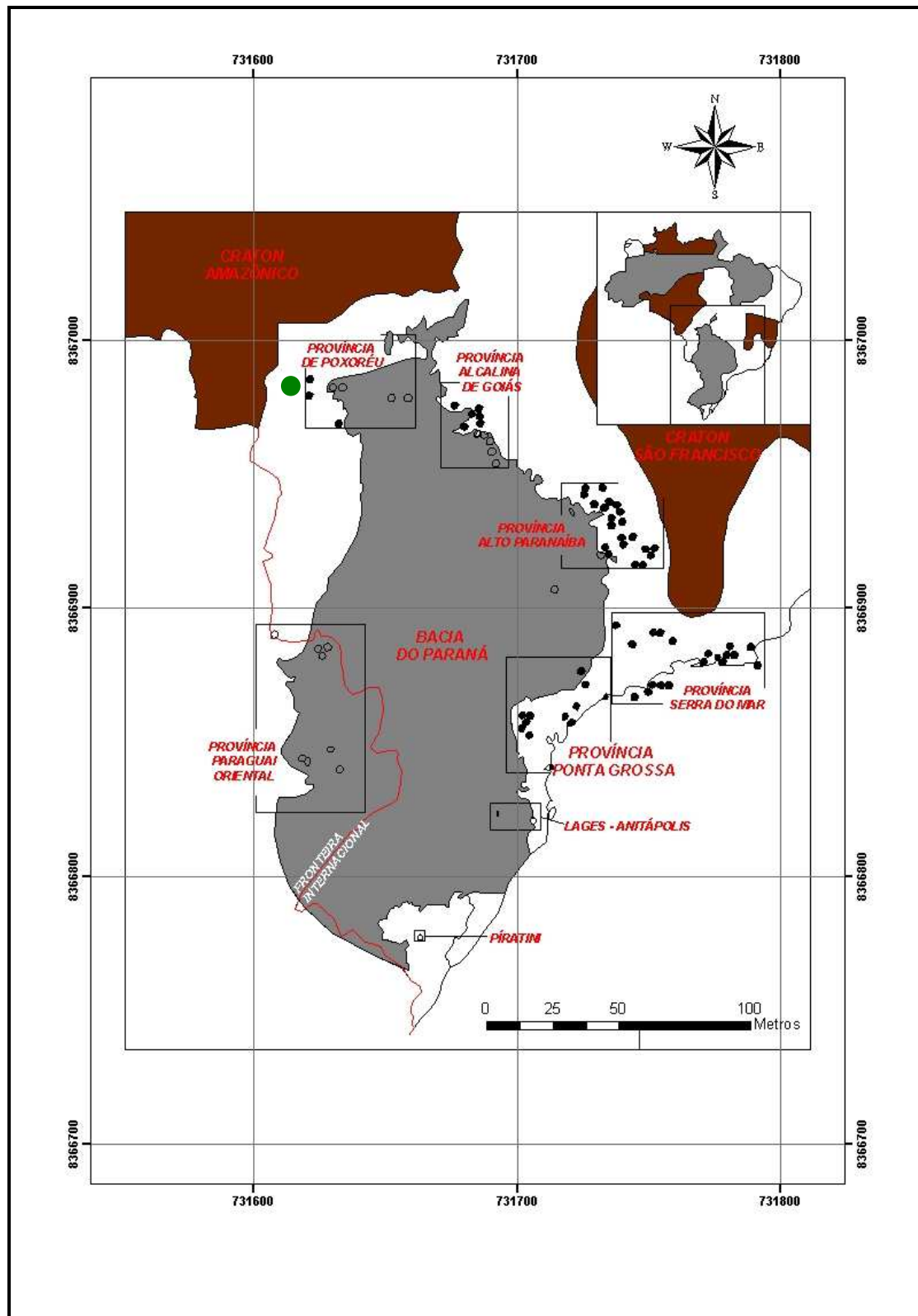


Figura 1. 1: Localização das Províncias Alcalinas das margens da Bacia do Paraná. Círculos vazados representam rochas do Eocretáceo; círculos preenchidos representam rochas do Neocretáceo (exceto Província Serra do Mar = Neocretáceo a Eoceno), círculo verde, representa as rochas do Complexo Alcalino Planalto da Serra (Adaptado de Gibson *et al.*) (1995).

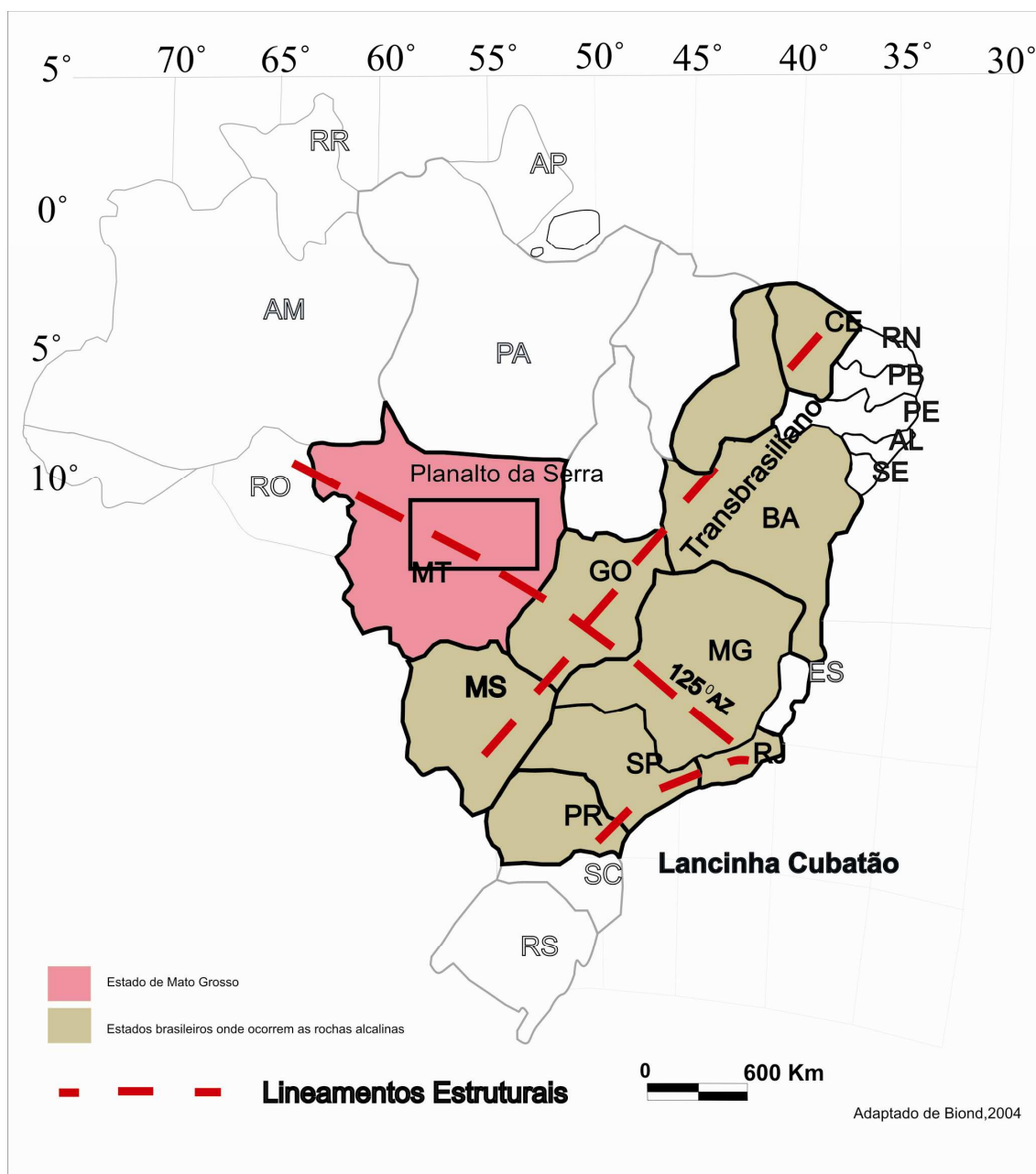


Figura 1.2: Principais Lineamentos estruturais que controlam as intrusões de rochas alcalinas distribuídas nos estados brasileiros (modificado de Ormond, 2006).

Segundo Pinho *et al.* (2005) o Complexo Alcalino Planalto da Serra (CAPS) é composto por seis sistemas intrusivos principais e outros menores, numa direção preferencial ENE, intrudido nos metadiamicritos e filitos da Faixa Paraguai.

O complexo é formado por peridotitos, piroxenitos alcalinos, carbonatitos e brechas carbonatíticas. As rochas das intrusões Chibata e Lau, de acordo com a geoquímica preliminar são rochas ultramáficas, alcalinas e ultrapotássicas, enriquecidas em elementos incompatíveis e com fracionamento de ETRL/ETRP, similares a outros complexos alcalinos mundiais.

As intrusões são denominadas de leste para oeste de Chibata-Denizar, Mutum-Big Valley e Lau-Massao, ocupando uma área aproximada de 500 Km² abrangendo os municípios de Planalto da Serra e Nova Brasilândia estado de Mato Grosso (Ormond, 2006) (Figura 1.2).

Ormond (2006) descreve as rochas do Complexo Alcalino de Planalto da Serra, como uma associação de rochas ultramáficas-alcálicas, contendo carbonatitos com afiliação ultrapotássica, intrudidas nos metassedimentos da Faixa Paraguai, oriundas de magmas primários e/ou primitivos através da cristalização fracionada ou imiscibilidade de líquidos, evidenciando três series distintas, marcadas pela ocorrência dos litotipos como Flogopita-Peridotitos, Apatita-Flogopita-Piroxenitos, Apatititos, Carbonatitos e Brechas Carbonatíticas (Piroclásticas). Estes litotipos são encontrados em quase toda a extensão do complexo, abrangendo as intrusões Chibata-Denizar, Mutum-Big Valley e Lau-Massao, sendo os carbonatitos presentes somente na intrusão Mutum, sendo que o alvo de estudos geoquímicos apresentados neste trabalho restringem-se aos carbonatitos presentes na Intrusão Mutum.

Capítulo 1

Objetivos

Este trabalho tem como objetivo principal a caracterização geoquímica da Intrusão Mutum, inserida no Complexo Alcalino Planalto da Serra estado de Mato Grosso e cumprir com a ementa do Curso de Pós Graduação em Geologia, (PPG/UFMT) através da elaboração desta Dissertação com fins de obtenção do Título de Mestre em Geociências pela Universidade Federal de Mato Grosso.

Capítulo 1

Materiais e Métodos

Para a elaboração desta dissertação foram executadas várias etapas de coleta de dados de forma consecutiva e posteriormente compilação de dados que são aqui apresentados.

1 – Pesquisa e revisão bibliográfica, esta etapa envolveu o levantamento dos trabalhos realizados e publicados sobre os Complexos Alcalinos Mundiais associados à Carbonatitos, envolvendo os aspectos geológicos, geotectônicos, petrográficos, geoquímicos e geocronológicos, incluindo os trabalhos referentes ao Complexo Alcalino Planalto da Serra bem como revisão da Geologia regional, representada pelas rochas metassedimentares da Faixa Paraguai e Bacia do Paraná, e Geologia local representado pelas rochas intrusivas do complexo Planalto da Serra estado de Mato Grosso.

2- Trabalhos de fotointerpretação foram desenvolvidos a partir de fotografias aéreas da área em estudo, na escala aproximada de 1:60.000, produzidas pela (USAF), no ano de 1967.

3 – Tratamentos digitais de dados geológicos, envolvendo a adaptação de mapas Geológicos Regionais e locais disponíveis em cd room pela CPRM- Serviço Geológico do Brasil através do Programa: Geologia e Recursos Minerais de Mato Grosso, escala 1 1.000.000 (Lacerda Filho et al. 2004). Adaptação de mapas geológicos do complexo apresentados em trabalhos anteriores onde se encontra inserida a área de estudo, mapas de localização e vias de acesso, foram utilizados os Softwares ArcWiew (ArcGis 9.1) Corel Draw 13,e Auto Cad 2008. Para o tratamento dos dados geoquímicos foram utilizados os softwares Microsoft Excel, Minpet 2.

3 – Os Trabalhos de Campo e Amostras obedeceram a uma programação prévia e foram desenvolvidos em diversas épocas compreendendo períodos entre os anos de 2005 e 2006. Estes trabalhos contaram com mapeamento geológico regional em toda a faixa intrusiva do complexo, visando o reconhecimento da região, das estradas e das drenagens, localizando-se afloramentos, verificando-se a geologia e procedendo a coleta de amostras.

Na área alvo deste estudo, delimitada como intrusão Mutum do Complexo Alcalino Planalto da Serra, foi desenvolvido um mapeamento de detalhe, objetivando abranger todos os afloramentos presentes na área. Para tanto foram acompanhadas perfurações de aproximadamente 10 trincheiras e 5 poços, realizados na área, onde foram coletadas amostras de rochas alcalinas presentes na intrusão Mutum, objetivando o estudo geoquímico do referido alvo.

Como auxílio a esses trabalhos foram utilizadas Cartas topográficas, fotografias aéreas disponíveis, além de aparelho de GPS –Garmin Etrex, bússola brunton, lupa, martelo e marreta para coleta de amostra de rochas.

4 - Estudos geoquímicos constaram de uma seleção de 38 amostras de rochas representativas da Intrusão Mutum, que foram analisadas nos laboratórios Lakefield Geosol e SGS, para elementos maiores traços e terras raras, pelos métodos de Pó prensado, Digestão Multiácida-ICP, e fluorescência de raios X (FRX).

Antes de se iniciar o processo químico, as amostras de rocha foram preparadas fisicamente pelo próprio laboratório. Inicialmente foram secadas a 105°C e britadas a < 2mm(90%). Por quarteamento separou-se uma fração de 250g para pulverização a 150 mesh, onde se retirou uma alíquota desta fração para análise.

Para a análise multielementar via ICP- conjunto de 31 elementos: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, V, W, Y, Zn e Zr, as alíquotas retiradas foram pesadas em cadinhos de Teflon, e digeridas em uma combinação Multiácida (Ácidos Clorídrico, Fluorídrico e Nítrico, e gotas de Perclórico). Em seguida foram resfriadas e acondicionadas em tubos de ensaios ou frascos plásticos aferidos. Após este processo, as amostras foram enviadas para leitura por Espectrometria de Plasma por Indução-ICP. O conjunto de amostras é normalmente preparado com 2 duplicatas, um material de referência interna, e um em branco. Os dados obtidos do espectrômetro são transferidos on-line para o sistema de gerenciamento do laboratório, onde são verificados. Para a análise de rocha total via espectrometria de Fluorescência de Raios -X (fusão com tetraborato de lítio) + Perda ao Fogo(P.F.) por calcinação a 1000°C, obtendo-se resultados dos seguintes óxidos: SiO₂, Al₂O₃, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, TiO₂, P₂O₅, Fe₂O₃, Cr₂O₃, V₂O₅, P.F.

As determinações dos Elementos Terras Raras em Subtraço - Plasma Sequencial foram obtidos através da separação dos grupos de Elementos Terras Raras em coluna de troca iônica com a determinação final por Espectrometria de Plasma - ICP. Os seguintes Elementos Terras Raras foram analisados: La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb e Lu.

5 - Integração final dos dados e confecção da Dissertação.

Os dados obtidos durante os trabalhos executados nas etapas anteriores, foram integrados e comparados com dados existentes na literatura temática, de modo a compor uma idéia geral acerca do tema proposto. Por fim, procedeu-se à confecção da Dissertação e do artigo que foi submetido à RBG- Revista Brasileira de Geociências como requisito final para a obtenção do título de mestre em Geociências pela Universidade Federal de Mato Grosso.

Localização e Vias de Acesso

O Complexo Alcalino de Planalto da Serra está localizado no centro-sul de Mato Grosso, nos municípios de Planalto da Serra e Nova Brasilândia, a aproximadamente 250 Km de Cuiabá. Partindo da capital, Cuiabá. O acesso é feito pela BR-070, pavimentada até o Município de Campo Verde, e posteriormente pela MT 140, com parte pavimentada, chega-se aos Municípios de Nova Brasilândia e Planalto da Serra.

A partir daí o acesso à área em estudo é feito por meio de estradas vicinais.

Caminhos alternativos podem ser feitos através da Estrada da Barragem do Rio Manso, não-pavimentada.

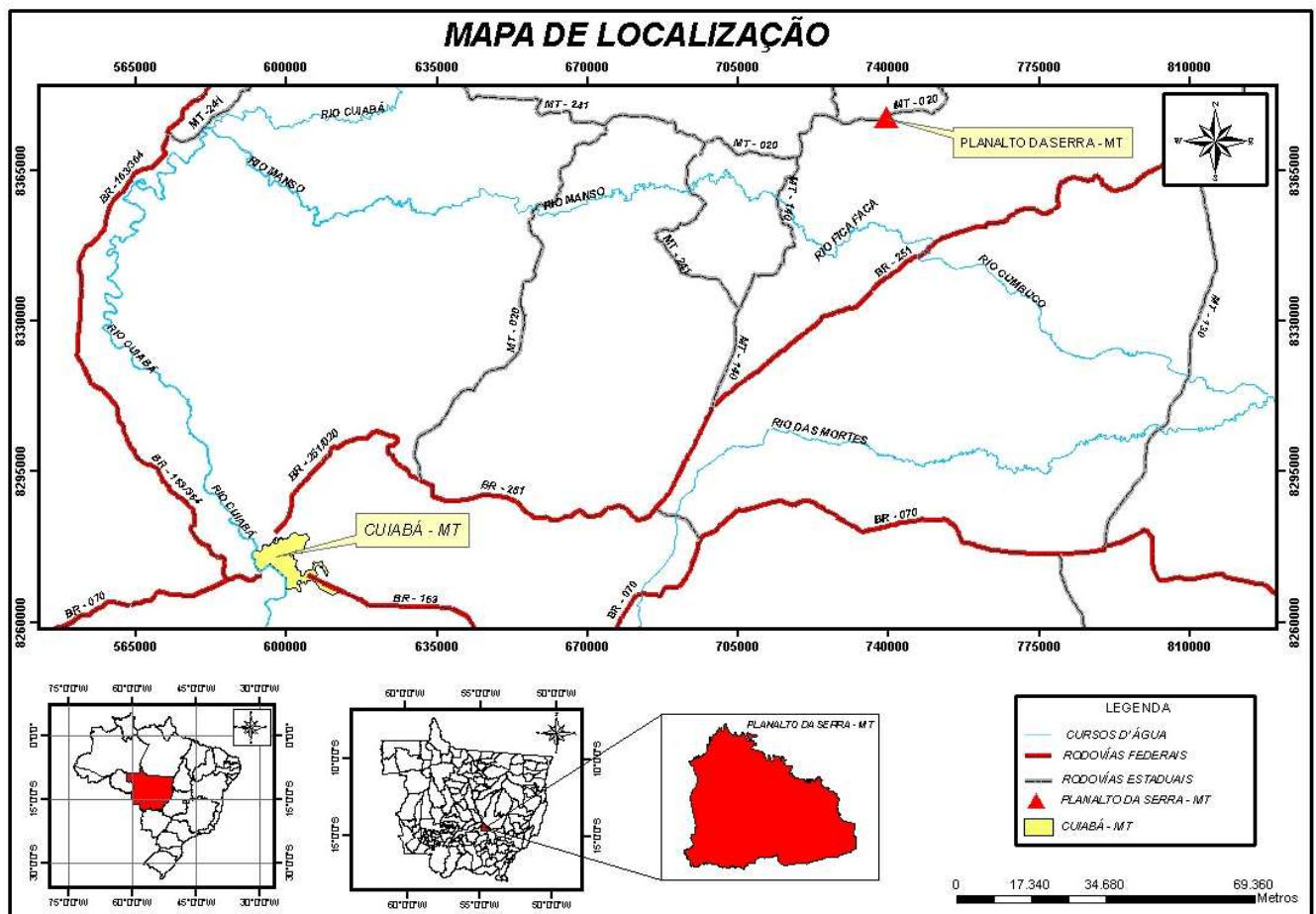


Figura 1. 3: Mapa de Localização e Vias de Acesso da área da Pesquisa.

Contexto Geológico Regional do Complexo Alcalino Planalto da Serra

Geologicamente o CAPS - Complexo Alcalino Planalto da Serra, está inserido no contexto geológico e geotectônico da Faixa de Dobramentos Paraguai, localizada a sudeste do Cráton Amazônico, e constituída por sedimentos dobrados e metamorfizados durante o Brasileiro, (~600Ma) (Alvarenga & Trompette 1993). Os tipos litológicos encontrados são representados pela porção basal da Faixa Paraguai, Grupo Cuiabá subunidades 7 e 8 (Luz *et al.* 1980), Formação Puga e Grupo Alto Paraguai representado pelas Formações Raizama, Diamantino, e Grupo Araras.

Grupo Cuiabá

Luz *et al.* (1980) descrevem no Grupo Cuiabá na região da Baixada Cuiabana nove subunidades. A primeira é constituída por camadas de filitos sericíticos, filitos, metarenitos e metarcóseos. Seu contato de topo ocorre de forma gradacional para a subunidade 2, litologicamente representada por metarenitos arcósianos, metarcóseos em bancos espessos, metarenitos calcíferos, filitos grafitosos e mármore calcíticos. Exibe tanto contato tectônico quanto gradacional para a subunidade 3, que é constituída por metadiamicctitos com intercalações de metarcósios, metarenitos, filitos e mármore e ainda quartzitos, metacalcários, filitos calcíferos e filitos hematíticos. Apresenta contatos gradacionais e tectônicos de topo com a subunidade 4 que por sua vez é caracterizada pela presença predominante de metadiamicctito cinza escuro com matriz silto-arenosa e clastos de quartzo, feldspato, quartzitos, rochas graníticas e básicas, e subordinadamente, filitos e metarenitos. Exibe contatos (topo e base) gradacional e geralmente tectônico. Sotoposta a esta, encontra-se camadas de filitos, filitos sericíticos, metarenitos e metaconglomerados correspondentes à subunidade 5 onde seus contatos, são transicionais e tectônicos com as subunidades 3, 4 e 7. A subunidade 6 é composta litologicamente por metadiamicctitos com matriz areno-argilosa com clastos de quartzo, quartzito, feldspato, calcário, rochas graníticas e básicas, lentes de metarenito, e subordinadamente metarenitos, quartzitos e mármore calcíticos impuros. Apresenta contato transicional no topo. Na subunidade 7, ocorrem metaparaconglomerados, filitos e metarenitos, perfazendo uma espessura de 600m. Possui contato gradacional com a subunidade 8, onde esta foi reconhecida na Sinclinal da Guia, sendo composta por mármore calcíticos e dolomitos, margas e filitos sericíticos.

Alvarenga (1990) considera as rochas do Grupo Cuiabá e as rochas sedimentares da Zona Externa como partes de uma mesma bacia, depositadas em ambiente glácio-marinho nas partes proximais ao cráton, que passam a marinho com influência de correntes de turbidez nas áreas distais. Em sua interpretação estas rochas são divididas em três unidades: inferior, média e superior. As unidades propostas por Luz *et al.* (1980) representariam as unidades inferior e média de Alvarenga (1990). Esta seqüência grada lateralmente para a Formação Puga, composta principalmente de diamicctitos depositados na área cratônica, de forma penecontemporânea àquela durante o evento Glacial Varangeriano-Marinoano (Nogueira, 2003 e Alvarenga *et al.*, 2004).

As rochas do Grupo Cuiabá, subunidades 7 e 8, são as rochas hospedeiras do Complexo Alcalino Planalto da Serra, sendo representadas na área principalmente pela subunidade 7 do Grupo Cuiabá constituída por metadiamicritos com ambiente de sedimentação galciomarinho associada a grandes massas flutuantes de gelo. Segundo Luz *et al* (1980) a subunidade 8 é caracterizada por pacotes de metapelitos intercalados com lentes de filitos carbonáticos/carbonos em ambiente marinho sujeito a correntes de turbidez em ambientes tectônicos instáveis.

Formação Puga

A Formação Puga foi primeiramente descrita por Maciel (1959), com a interpretação de origem glacial, constituída por tilitos na base, recobertos por siltitos, margas, mármore e dolomitos marmorizados.

Almeida (1984), utilizou a denominação Puga, para estas rochas e sugeriu o abandono do termo estratigráfico Jangada, mantendo a individualização da Formação Bauxi (arenitos, siltitos, folhelhos, arcóseos, grauvacas e delgadas lentes de conglomerados). Alvarenga (1990) e Alvarenga & Saes (1992) consideraram os arenitos da Formação Bauxi como variação faciológica lateral da Formação Puga. De idade Neoproterozóica, a Formação Puga abrange toda a Faixa Paraguai, e encontra-se estratigraficamente em contato superior com os carbonatos do Grupo Araras e é representada por sedimentos penecontemporâneos ao Grupo Cuiabá (Alvarenga, 1988). A litologia é marcada pela presença de paraconglomerados petromíticos com matriz de natureza grauvaqueana argilo-arenosa a grosseira com clastos distribuídos caoticamente pela matriz, sendo estes de vários tamanhos, podendo atingir até matacões, de composições variadas (quartzo, sílex, feldspatos, calcários, granitos e rochas básicas). Em alguns locais, a presença de uma marcante foliação esferoidal concêntrica, que pode ser confundida com dobramentos. As rochas desta formação foram depositadas a partir de grandes geleiras, sendo posteriormente deformadas (Ribeiro Filho *et al.*, 1975 e Barros *et al.*, 1982).

Alvarenga & Trompette (1992) consideraram os sedimentos glaciogênicos da Formação Puga como relacionados à última glaciação do Neoproterozóico, no início do Vendiano. Desta forma, os sedimentos da Formação Puga estariam relacionados à glaciação Varanger (~610-590 Ma) inseridas no modelo de *Snowball Earth*.

Grupo Alto Paraguai

Grupo Araras

Almeida (1964) descreve as rochas do Grupo Araras na porção inferior como calcários e sedimentos pelíticos recoberto por dolomitos (Hennies 1996).

Figueiredo *et al.* (1974 e Luz *et al.* (1978 e 1980), subdividiram as rochas da Formação Araras, em dois membros, Membro Superior e Inferior. O membro inferior é composto por margas com seixos e/ou conglomerados com matriz margosa na base, passando a calcários margosos com intercalações de siltitos, argilitos calcíferos e calcários calcíticos e dolomíticos no topo. O Membro

Superior composto por Dolomitos com intercalações subordinadas de arenitos, siltitos e argilitos calcíferos, níveis de sílex e concreções silicosas. Estas rochas são classificadas como provenientes de depósitos neríticos de águas rasas (Almeida 1964).

Formação Raizama

A Formação Raizama é constituída litologicamente por arenitos ortoquartzíticos conglomeráticos, intercalados por camadas de arenitos arcoseanos finos a grosseiros, sendo possível identificar estratificações cruzadas e marcas de onda, e ainda intercalações de siltitos e folhelhos. Possui idade cambriana sendo observados contatos do tipo gradacional na parte inferior, e discordante na porção superior nas serras Azul, Dourada e do Tombador. (Ribeiro Filho *et al.*, 1975).

As variações litológicas que vão desde arenitos finos a médios a arenitos arcoseanos, constituídos essencialmente por grãos de quartzo na fração areia fina e na porção arcoseana, expõe grãos de feldspato totalmente caulinizado.

Localmente são observadas laminações plano-paralela e as estratificações cruzadas planares. Os níveis de arenitos conglomeráticos apresentam uma matriz na fração areia fina com grânulos de quartzo com distribuição caótica em arcabouço aberto. São comuns também níveis ferruginosos, em contatos concordantes com a Formação Diamantino.

Formação Diamantino

As rochas da Formação Diamantino são arcóseos finos, siltitos e folhelhos, finamente estratificados, calcíferos intercalados por bancos de arcóseos, mostrando estratificações cruzadas de pequeno porte e marcas de ondas (Alvarenga 1984). É possível se identificar nestas rochas os esforços a que foram submetidas durante o Ciclo Brasileiro. Os contatos são gradacionais na porção inferior e por discordância erosiva angular na porção superior com as rochas sedimentares da Bacia do Paraná (Alvarenga 1984).

Geologia da Área Estudada

Intrusivas nos metassedimentos da Faixa Paraguai, as rochas alcalinas de Planalto da Serra (Figura 1.4) são compostas por seis associações alcalinas maiores, dispostas paralelamente à direção das estruturas regionais, definindo um *trend* N60-80E aproximadamente (Neder et al. 2005). Essas associações intrusivas se estendem por uma faixa de 45 Km, sendo denominadas de leste para oeste de Chibata, Denizar, Chibata II, Mutum, Big Valley e Lau-Massao, e constituídas por litotipos pertencentes a um magmatismo ultramáfico-alcalino associado a carbonatitos e com afiliações ultrapotássicas.

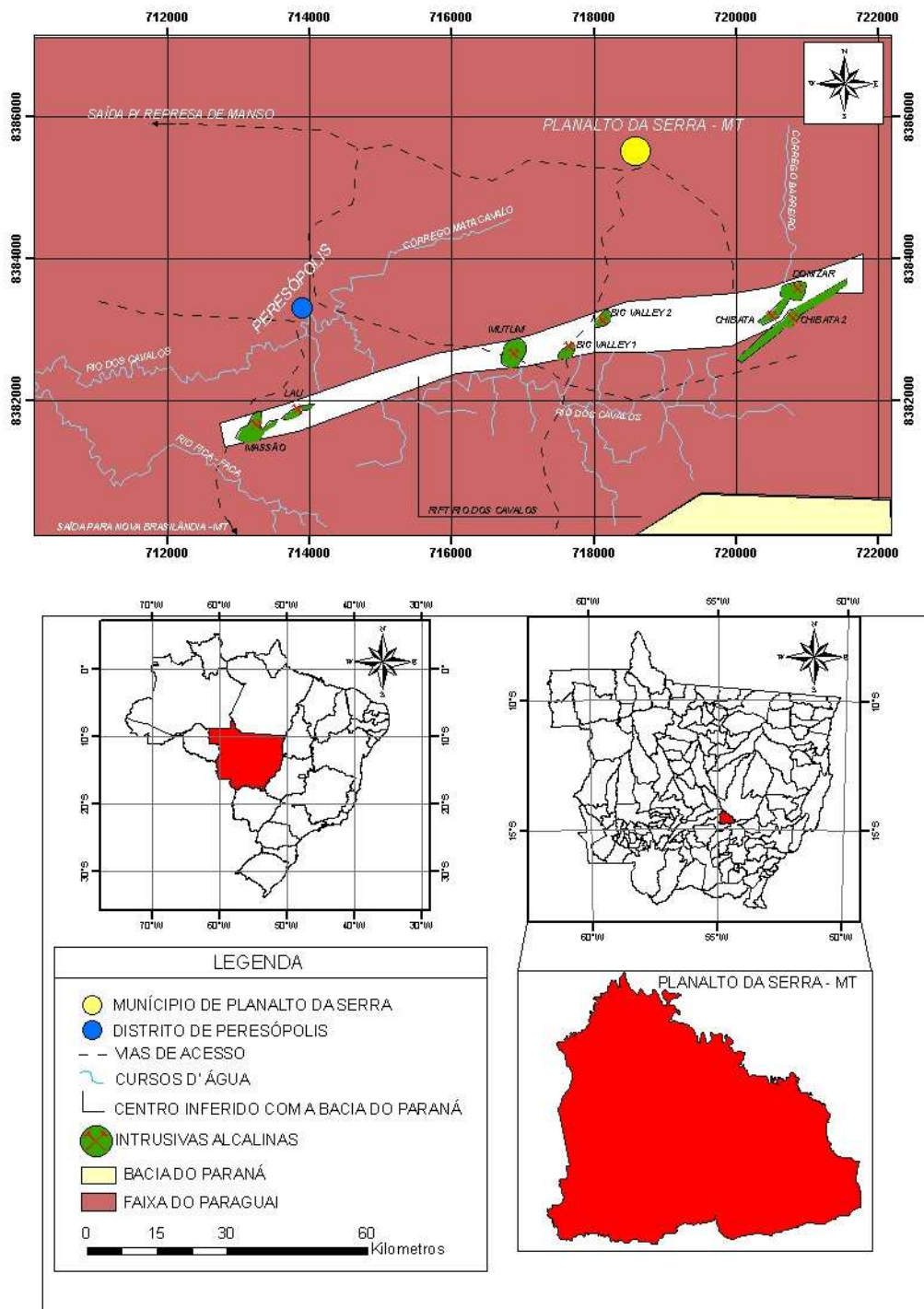


Figura 1. 4: Mapa esquemático regional com as ocorrências alcalinas (modificado de Ormond 2006).

Para Neder et al. (2005), as rochas alcalinas de Planalto da Serra podem estar relacionadas geneticamente ao desenvolvimento de um sistema de falhas normais em um ambiente distensional, estruturalmente paralelo e temporalmente posterior aos esforços compressivos que geraram os dobramentos e cavalgamentos da Faixa Paraguai. Em nível local de intrusão é visível um sistema de fraturas dispostas preferencialmente em duas direções (N-S e E-W), observadas inclusive na encaixante metassedimentar do complexo, podendo estar relacionada ao processo de fenitização.

Não foram observadas feições deformacionais nas rochas alcalinas. Quanto à geometria, sugere-se com base em relações de campo, que os corpos intrusivos perfazem em sua maioria, sistemas de diques múltiplos, de dimensões centimétricas a centenas de metros, sendo alguns corpos mais arredondados de dimensão quilométrica, localmente zonados, e quando visível apresentam contatos discordantes com as rochas encaixantes proterozóicas, ou estes se encontram mascarados pelo manto de intemperismo.

As melhores exposições destes litotipos ultramáficos-alcalinos estão condicionadas principalmente as drenagens, e subordinadamente aos poços e trincheiras. Geralmente mostram textura ígnea preservada (isotrópica), caráter intrusivo com granulação variável, desde fina a ligeiramente grossa. As rochas encaixantes encontram-se metassomatizadas ao longo dos contatos com as intrusões, desenvolvendo uma faixa de fenitização, produzida pela ação de fluídos carbonatíticos e/ou soluções de origem ígnea rica em álcalis e alumina.

Uma outra feição localmente evidente nesta relação intrusão/encaixante é a presença de Hornfels, gerado pelo aporte termal proveniente do processo intrusivo provocando uma auréola incipiente de metamorfismo de contato. A intensidade deste metamorfismo diminui paulatinamente à medida que se distancia do corpo intrusivo.

É possível observar localmente, estruturas formadas por atividade magmática explosiva (piroclásticas), caracterizando brechas carbonatíticas constituídas por fragmentos da encaixante/embasamento e/ou por fragmentos do magma (imiscibilidade de líquidos). Em algumas intrusões do complexo também são observadas brechas de conduto.

Eventos hidrotermais tardios foram responsáveis pela generalizada sulfetação e serpentinização afetando as rochas da série ultramáfica e carbonatítica, feição comum na Intrusão Mutum.

As litologias do complexo encontram-se recobertas por um espesso manto de intemperismo, como resultado da atuação de processos climáticos de natureza essencialmente química, formando espesso solo de coloração vermelha intensa, dificultando a caracterização das litologias subjacentes.

Os elementos estruturais presentes na área são caracterizados pelos efeitos da tectônica distensiva/rígida evidenciados em campo pela presença de grandes lineamentos, configurando zonas de falhamentos normais visíveis em fotografias aéreas e imagens de satélite, e corroborados em campo pela ocorrência de brechas de falha e milonitos. Estas feições, no entanto, podem estar relacionadas às falhas de idade pré-intrusão e/ou falhas reativadas durante a colocação das rochas alcalinas. Geralmente possuem direção concordante com a direção das estruturas regionais (N60-80E). A foliação e o acamamento destas rochas pré-cambrianas encaixantes (Grupo Cuiabá) apresentam uma foliação delgada e regular (Sn), coincidente com a maioria das estruturas regionais, transposta por uma foliação Sn+1, com dobras apertadas e flancos rompidos e eixo mergulhando 60° a 70° ora para Norte, ora para Sul. Muitos diques e veios mapeados têm direções aparentemente condicionadas por esta foliação.

Geralmente exibem dois padrões de fraturamentos distintos, perpendiculares entre si, com direções preferencialmente N/S (F1) e E/W (F2). O primeiro padrão de fraturas (F1) possui mergulhos preferencialmente para W, ao passo que o segundo padrão (F2) apresenta comumente mergulhos para N. Os valores angulares dos mergulhos obtidos para os respectivos padrões de fraturas são predominantemente sub-verticais (>85°).

Essas rochas alcalinas do complexo reúnem uma grande diversidade litológica representada por Flogopita-Peridotitos, Apatita e Flogopita-Piroxenitos, Apatititos, Carbonatitos e Brechas Carbonatíticas (Piroclásticas), e ainda aquelas geradas a partir de fenômenos metassomáticos (Flogopititos e Fenitos) e por metamorfismo de contato (Hornfels) (Ormond 2006).

Estudos Petrográficos do Complexo

Estudos petrográficos e petrológicos desenvolvidos para as rochas alcalinas de Planalto da Serra consideram o processo evolutivo das rochas por metassomatismo e metamorfismo de contato com as encaixantes a partir de um magma primário/ou primitivo (Ormond 2006).

A variação litológica das rochas bem como a sua distribuição no complexo caracterizam um magma primário diferenciado, possivelmente gerado através da Cristalização fracionada/ e ou imiscibilidade de líquidos. Segundo Ormond (2006) os litotipos presentes no complexo são provenientes de três séries distintas de diferenciação magmática, eventos piroclásticos e litotipos resultantes do metassomatismo de contato quando da intrusão do magma.

Série Ultramáfica

Esta série é comum em todas as intrusões do complexo, originadas a partir da cristalização fracionada de um magma silicático ultrapotássico (Brod *et al.*, 2001). Dentre as variações litológicas desta série as mais comuns são os peridotitos e piroxenitos aflorantes nas Intrusões Chibata, Lau Massau e Mutum.

Série Foscorítica

Esta série é caracterizada por derivação de magmas fosfáticos, sendo classificados por variações modais de apatita, magnetita e olivina (Yegorov, 1993). Dentre os membros desta série somente o apatitito é encontrado no complexo, sendo restrito à intrusão Mutum.

Série Carbonatítica

As rochas desta série representam a fase final da diferenciação magmática de um líquido inicialmente ultramáfico, formadas por minerais predominantemente carbonáticos, sendo representados no complexo por carbonatitos ocorrendo principalmente nas Intrusões Lau-Masau e Mutum.

Brechas Piroclásticas (Brechas Carbonatíticas)

Estes litotipos são encontrados em toda a faixa intrusiva do complexo, constituem-se de uma massa mineral com estrutura brechóide, com matriz carbonática e clastos diversos derivados de magmas e de rochas encaixantes. Estes litotipos são observados nas intrusões Lau-Massau e Mutum-Big Valley.

Fenitos

Os fenitos são representados por metassedimentos do Grupo Cuiabá, que foram modificados por alteração metassomática. Estas feições são comuns nas áreas proximais da intrusão, podendo atingir proporções centimétricas a métricas.

Flogopititos

Os flogopititos são produtos de alteração por metassomatismo de Piroxenitos e Peridotitos, constituindo feições comuns na porção externa do contato de todas as intrusões ultramáficas com rochas alcalinas carbonáticas, sendo a zona flogopitítica comumente irregular, transicionando para os termos ultramáficos alcalinos.

Hornfels

Representantes diretos da variação de temperatura na intrusão o hornfels, ocorre na área de forma irregular, e em maior expressão no extremo oeste do complexo. São litotipos de elevada coesão, e marcadas por intensos fraturamentos.

Capítulo 2

Artigo 1

Abstract

GEOCHEMISTRY OF THE MUTUM INTRUSION, PLANALTO DA SERRA ALKALINE COMPLEX, MATO GROSSO. The Planalto da Serra alkaline complex is localized in the Mato Grosso state, Brazil is made of potassic alkaline rocks enriched in incompatible elements that, intrude rocks of the Cuiabá group, Paraguai Belt. The complex is composed of alkaline intrusive bodies trending N60-70°E, made of peridotites, piroxenites, apatitites and carbonatites. The REE patterns show a strong fractionation of LREE from the HREE and inexpressive Eu anomalies, a rock group show anomalous HREE fractionation with inversion of the slope, probably related to a liquid immiscibility process. Spidergrams of incompatible elements show negative spikes of Rb, K, Sr, P and Ti and positive spikes of Th, Nb, La-Ce, Eu and Tb. The Sr anomaly is related to carbonate subtraction from the system, probably as a immiscible carbonatitic liquid. Complementary incompatible element patterns, from normal and anomalous samples, mainly Ti, Zr, Hf and REE show it. Rocks from the Planalto da Serra alkaline complex were generated from primordial magmas that underwent expressive fractionation and contains features related to immiscibility between silicatic and carbonatitic liquid, as expressed by the Sr negative spikes and complementary trace element pattern.

Resumo

O Complexo Alcalino de Planalto da Serra localizado no Estado de Mato Grosso, Brasil é composto por rochas alcalinas potássicas, enriquecidas em elementos incompatíveis, intrudidas em rochas do Grupo Cuiabá, na Faixa Paraguai. É composto por intrusões de rochas alcalinas alinhadas em um trend N60-70°E, e formadas por peridotitos, piroxenitos, apatititos e carbonatitos. Os padrões de ETR mostram um forte fracionamento de ETRL sobre os ETRP, anomalias de Eu inexpressivas. Um grupo de rochas apresenta comportamento anômalo dos ETRP, com inversão da pendente, provavelmente relacionada a produtos de imiscibilidade de líquidos. Diagramas multielementares mostram padrão com anomalias negativas de Rb, K, Sr, P e Ti e positivas de Th, Nb, La-Ce, Eu e Tb. A anomalia de Sr está relacionada à remoção de carbonato do sistema, provavelmente como líquido carbonatítico imiscível. Padrões complementares de elementos incompatíveis entre amostras normais e anômalas, principalmente Ti, Zr, Hf e ETR mostram coerência neste sentido. Estas rochas provavelmente são derivadas de magmas “primitivos” que experimentaram fracionamento expressivo e que contém feições possivelmente relacionadas à imiscibilidade entre líquidos silicático e carbonatítico. A anomalia negativa de estrôncio e os padrões complementares de elementos-traço suportam essa interpretação.

Introdução

Os magmas alcalinos sub-saturados em sílica ocorrem no interior de placas continentais, associados a sistemas de rifte; em placas oceânicas, associados a hot spots, ou ainda resultantes de plumas mantélicas. Estes magmas são interpretados como produtos de baixa taxa de fusão parcial do manto. Por esse motivo, os magmas subsaturados em SiO₂ constituem um grande aliado na história evolutiva da terra, por se limitarem a períodos anorogênicos.

O magmatismo alcalino na plataforma sul americana teve início no Triássico intrudindo principalmente faixas móveis do Ciclo Brasileiro, até as margens da Bacia Intracratônica do Paraná (Figura 2.1). Esse magmatismo é caracterizado por grande número de ocorrências e variadas formas de corpos intrusivos, como diques radiais concêntricos, domos e cilindros e extrusivos em forma de lava. Estas atividades magmáticas são observadas no Brasil, Paraguai, Bolívia e Uruguai, em torno da Bacia do Paraná, com feições essencialmente continentais (Almeida, 1971).

As atividades magmáticas alcalinas no Brasil estão concentradas no Cretáceo Inferior e Superior e no Paleoceno, enquanto no Paraguai ocorreram no Permo-Triássico e no Eoceno, na Bolívia no Cretáceo Inferior e Superior, e no Uruguai no Cretáceo Inferior. Até o presente foram identificadas 15 províncias alcalinas, distribuídas ao longo destes países. No Brasil as principais províncias estão condicionadas a três grandes lineamentos estruturais: *Azimute 125°* (125° AZ) (Bardet, 1973), estendendo-se pelos estados de Rio de Janeiro até Rondônia, passando por Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso; *Lancinha-Cubatão*, que se estende desde o Estado do Paraná até o Rio de Janeiro, encontrando o Azimute 125°; e *Transbrasiliiano*, estende-se do Estado de Mato Grosso do Sul até o Ceará, cruzando o lineamento 125°AZ a oeste de Goiás, onde ocorrem vários complexos ultrabásicos alcalinos mineralizados (Biondi, 2004) (Figura 2.2). Os complexos alcalinos carbonatíticos estão concentrados principalmente em território brasileiro e paraguaio. No Brasil estas feições estão alinhadas em um trend de direção NW (Comin Chiaramonti & Gomes, 1996).

As rochas alcalinas no Brasil são caracterizadas por uma grande variação na composição, de ultrabásicas até ácidas, chegando a extremos como sienito a granito, no mesmo complexo. Estas associações podem ser importantes economicamente, por conterem depósitos de fosfato, nióbio ETR e vermiculita (Biondi, 2005).

O Complexo Alcalino de Planalto da Serra (Pinho *et al.* 2005 e Neder *et al.* 2005) formado por intrusões de grande diversidade litológica de natureza ultramáfica-alcalina, apresentando fenitização e metamorfismo de contato associados. O complexo encontra-se inserido nos metassedimentos da Faixa Paraguai, que é representada por filitos e metadiamicritos do Grupo Cuiabá.

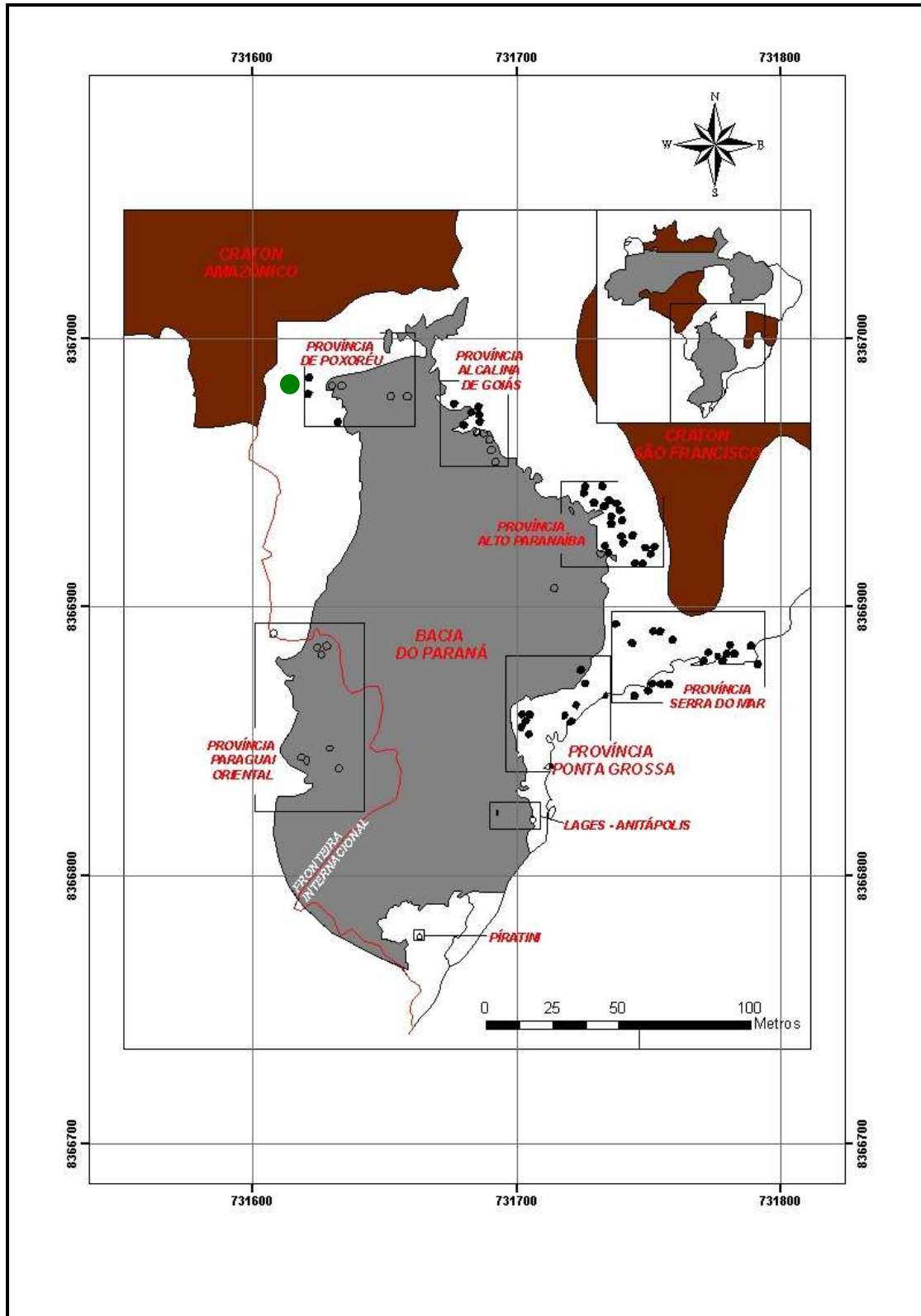


Figura 2.1: Localização das províncias alcalinas das margens da Bacia do Paraná. Círculos vazados representam rochas do Eocretáceo; círculos preenchidos representam rochas do Neocretáceo (exceto Província Serra do Mar Neocretáceo a Eoceno), círculo verde representa as rochas do Complexo Alcalino Planalto da Serra. Adaptado de Gibson *et al* (1995)

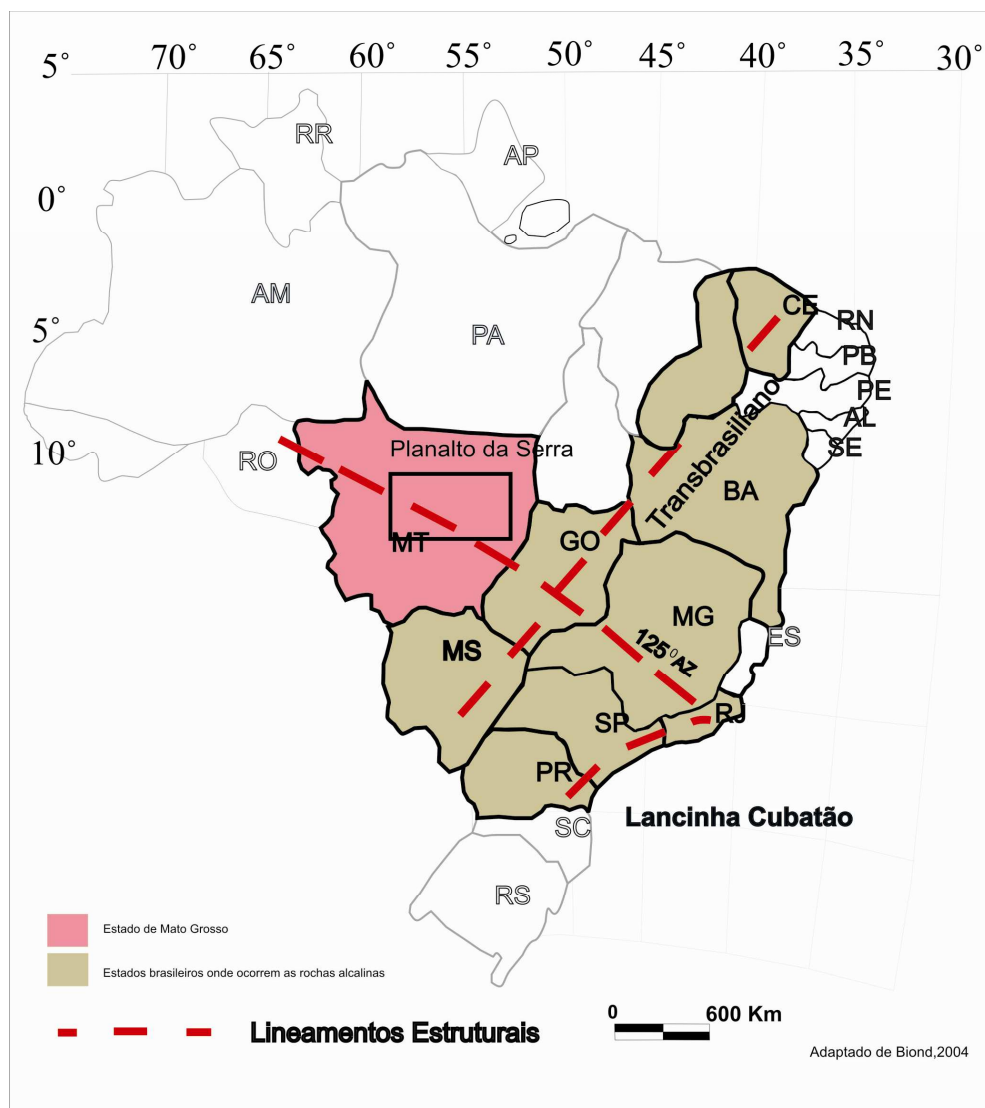


Figura 2.2: Principais Lineamentos estruturais que controlam as intrusões de rochas alcalinas distribuídas nos estados brasileiros, (modificado de Ormond, 2006).

As intrusões são denominadas de leste para oeste de Chibata-Denizar, Mutum-Big Valley e Lau-Massao, ocupando uma área aproximada de 500 km² abrangendo os municípios de Planalto da Serra e Nova Brasilândia estado de Mato Grosso (Ormond, 2006) (Figura 2.3).

Segundo Pinho *et al.* (2005) o Complexo Alcalino Planalto da Serra (CAPS) é composto por seis sistemas intrusivos principais e outros menores, numa direção preferencial ENE, intrudido nos metadiamicititos e filitos da Faixa Paraguai. É formado por peridotitos, piroxenitos alcalinos, carbonatitos e brechas carbonatíticas. As rochas das intrusões Chibata e Lau, de acordo com a geoquímica preliminar, são rochas ultramáficas, alcalinas e ultrapotássicas, enriquecidas em elementos incompatíveis e com fracionamento de ETRL/ETRP, resultados estes similares a outros complexos alcalinos mundiais. A intrusão Chibata apresentou-se mais diferenciada, sendo interpretada como imiscibilidade de líquidos silicáticos e carbonatíticos.

Ormond (2006) descreve as rochas do Complexo Alcalino de Planalto da Serra, como uma associação de rochas ultramáficas-alcalinas, contendo carbonatitos com afiliação ultrapotássica, intrudidas nos metassedimentos da Faixa Paraguai.

Para as rochas do CAPS de acordo com os processos evolutivos gerados através da cristalização fracionada e ou imiscibilidade de líquidos gerados de um magma primitivo, foram identificados três séries distintas: *Série Ultramáfica*, representada por flogopita peridotitos, apatita e flogopita piroxenitos, compostos essencialmente por flogopita e tetra-ferriflogopita, olivinas, diposídio, peroviskita, carbonato e apatita; a *Série Foscorítica*, caracterizada por apatititos, sendo os minerais principais a apatita prismática, carbonato, e olivina; e finalmente os carbonatitos que representam a *Série Carbonatítica*, com predominância de cristais de carbonato, apatita, flogopita lamelar, contendo ainda como principais minerais secundários clorita, serpentina e anatósio. Os fenitos são representados por diamictitos fenitizados e filitos (Ormond 2006).

Nesse trabalho são apresentados dados geoquímicos da Intrusão Mutum do Complexo Alcalino Planalto da Serra.

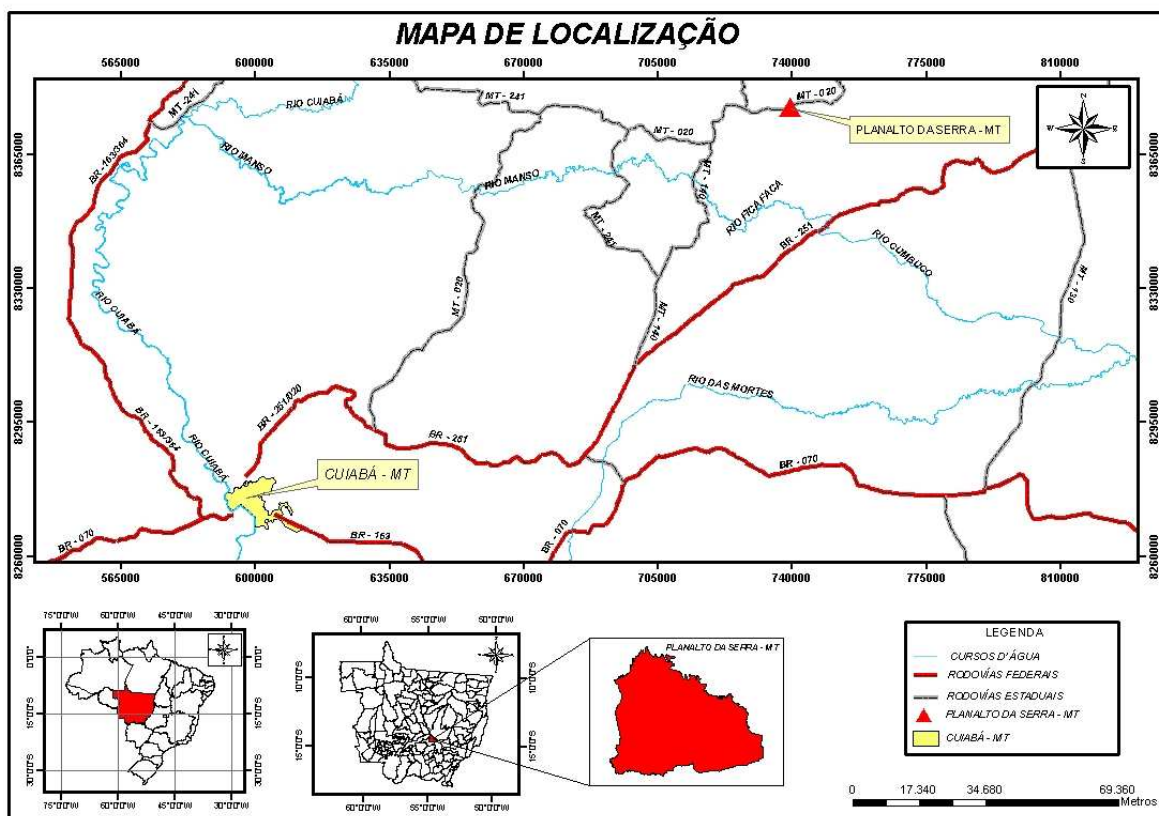


Figura 2. 3: Mapa de Localização e Vias de Acesso da área da Pesquisa.

Contexto Geológico

O complexo Alcalino Planalto da Serra é composto por seis associações alcalinas principais dispostas paralelamente à direção das estruturas regionais, definindo um *trend* aproximadamente N60-80E. O complexo intrude nos metassedimentos da Faixa Paraguai, representado no local pelas rochas do Grupo Cuiabá (Neder *et al.* 2005). Essas associações intrusivas se estendem por uma faixa de 45 Km, sendo as principais intrusões denominadas de leste para oeste de Denizar, Chibata, Big Valley II, Big Valley I, Mutum e Lau-Massao, que são constituídas por litotipos pertencentes a um magmatismo ultramáfico-alcalino com carbonatitos associados (Figura 2.4).

Os litotipos constituintes do complexo são representados por flogopita peridotitos, apatita e flogopita piroxenitos, apatititos, carbonatitos e brechas carbonatíticas (piroclásticas), e ainda rochas geradas por fenômenos metassomáticos (flogopititos e fenitos) e por metamorfismo de contato (hornfels) (Ormond, 2006).

Segundo Neder *et al.* (2005) o Complexo Alcalino de Planalto da Serra pode estar relacionado geneticamente ao desenvolvimento de um sistema de falhas normais em um ambiente distensional, estruturalmente paralelo e temporalmente posterior aos esforços compressivos que geraram os dobramentos e cavalgamentos da Faixa Paraguai.

Em nível local de intrusão é visível um sistema de fraturas dispostas preferencialmente em duas direções (N-S/E-W), observadas inclusive na encaixante metassedimentar do complexo. Os processos de fenitização nas proximidades das intrusões estão associados a esses fraturamentos.

Não foram observadas feições deformacionais nas rochas alcalinas intrusivas do complexo. Quanto à geometria, sugere-se com base em relações de campo, que os corpos intrusivos perfazem em sua maioria sistemas de diques múltiplos, de dimensões de poucos centímetros até centenas de metros, localmente zonados, e corpos arredondados, como na intrusão Mutum. Os contatos entre os corpos intrusivos e as encaixantes, quando visíveis, apresentam-se discordantes. Na maioria das vezes os contatos encontram-se mascarados por manto intempérico residual.

As melhores *exposições* destes litotipos ultramáficos-alcalinos estão condicionadas principalmente as drenagens. Geralmente possuem textura ígnea preservada (isotrópica), caráter intrusivo com granulação variável, desde fina a grossa. As rochas encaixantes encontram-se metassomatizadas ao longo dos contatos com as intrusões, desenvolvendo uma faixa de fenitização, produzida pela ação de fluídos carbonatíticos e/ou soluções de origem ígnea rica em álcalis e alumina.

Em locais específicos ocorrem estruturas formadas por atividade magmática explosiva (piroclásticas), caracterizando brechas carbonatíticas, que são constituídas por fragmentos da encaixante/embasamento e/ou por fragmentos de rochas magmáticas (imiscibilidade de líquidos). Além das brechas piroclásticas em algumas intrusões do complexo são encontradas brechas de conduto.

O Grupo Cuiabá, encaixante das intrusivas alcalinas é representado pelas subunidades 7 e 8 de Luz *et al.* (1980). A subunidade 7 é representada por metadiamicctitos, com clastos irregulares de quartzito, gnaisses, granitos e fragmentos de quartzito.

Geralmente em contato com os diamicctitos ocorre um pacote de filitos de coloração roxa a avermelhada, e por vezes pacotes de quartzitos de granulação grossa, que podem gradar para um metaconglomerado. Por sua vez, a subunidade 8, caracterizada por metapelitos intercalado por lentes de filitos carbonático/carbonoso, podendo ocorrer lentes de calcário, de dimensões que ultrapassam centenas de metros.

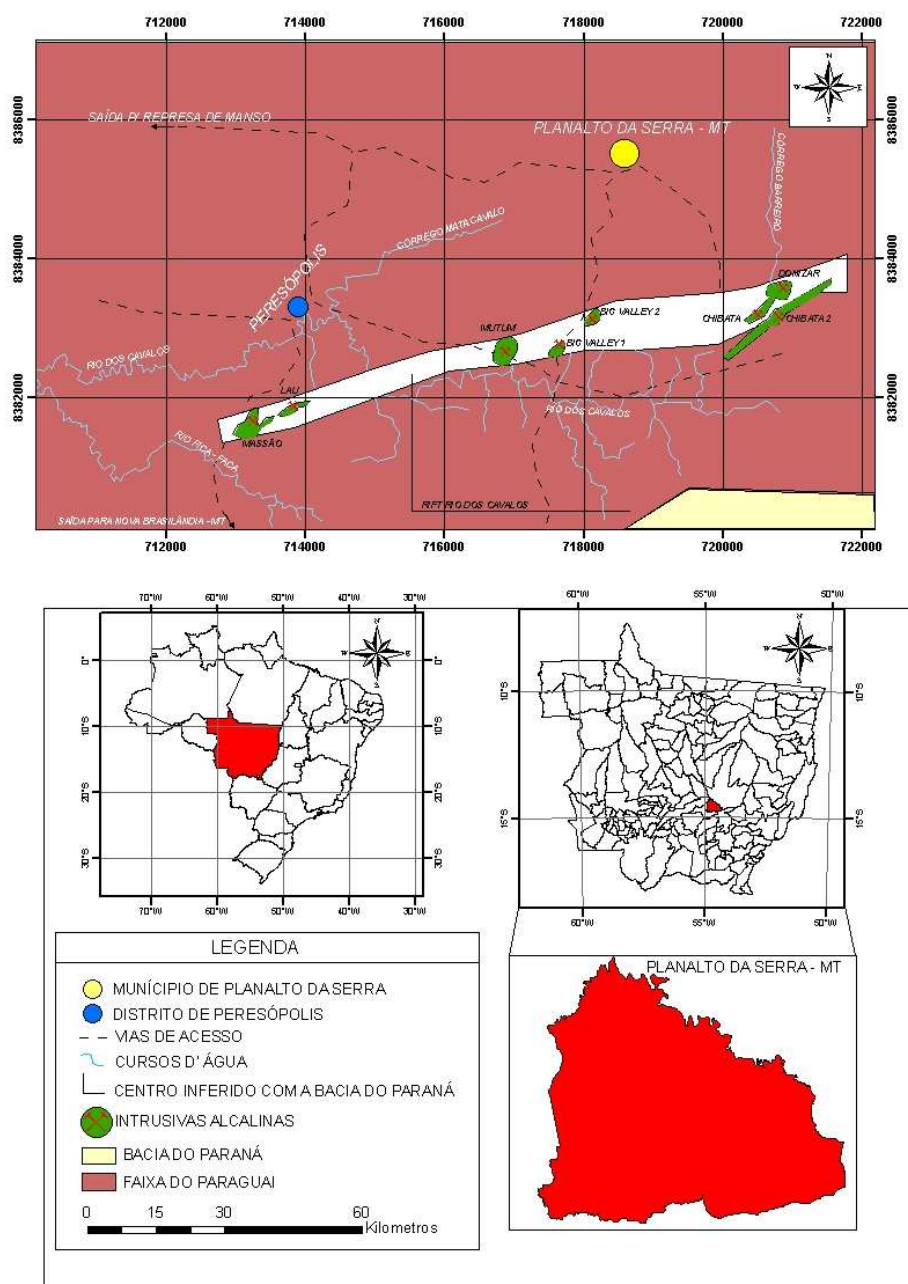


Figura 2. 4: Mapa geológico da região de Planalto da Serra, mostrando a localização das rochas intrusivas nas rochas do Grupo Cuiabá. (Mapa extraído de Ormond 2006, modificado).

Geoquímica da Intrusão Mutum

Um total de 38 amostras de rochas da Intrusão Mutum foram selecionadas e analisadas nos Laboratórios Lekefield-Geosol e SGS para elementos maiores, traços e terras raras, utilizando-se os métodos Pó Prensado, Digestão Multiácida – ICP, e Fluorescência) (Tabela 1.).

As rochas analisadas apresentam SiO₂ entre 16% e 38%, denotando o caráter ultrabásico do complexo. Elas mostram uma variação de MgO entre 8.6 e 21%, o CaO variando de 13.5 e 24.9%, o Fe₂O₃ entre 1.7 e 16.8% e o Al₂O₃ 3.2 e 7.9% . Os valores de K₂O e Na₂O são extremamente baixos, não somente devido ao caráter ultrabásico das mesmas, mas também devido aos altos índices de lixiviação desses elementos. Usando-se o índice proposto por Lê Maitre (1982), as rochas podem ser classificadas como potássicas com valores $(Na_2O-2) \leq K_2O$. Petrograficamente essas rochas foram descritas principalmente como piroxenitos e carbonatitos, o que está de acordo com os valores obtidos para os elementos acima descritos.

Diagramas de SiO₂ versus elementos maiores e traços, mostram em sua maioria comportamentos similares aos que ocorrem com outros complexos alcalinos do Brasil e do Paraguai (Figuras 2.5 e 2.6). O diagrama SiO₂ versus Na₂O apresenta um trend horizontal, devido aos baixos valores de Na₂O, causados pela lixiviação relacionada a processos de alteração intempérica. O diagrama SiO₂ versus K₂O apresenta a mesma situação, porém algumas amostras com teores mais elevados de K₂O apresentam uma correlação positiva entre estes elementos, mostrada por um trend não muito bem definido. Os diagramas de SiO₂ versus os óxidos TiO₂, P₂O₅ e Fe₂O₃, mostraram pontos dispersos. O diagrama SiO₂ versus CaO apresentou uma correlação negativa, e o diagrama SiO₂ versus Al₂O₃ uma correlação positiva como era esperado. Porém, o Diagrama SiO₂ versus MgO apresentou uma correlação positiva, quando o inverso era esperado.

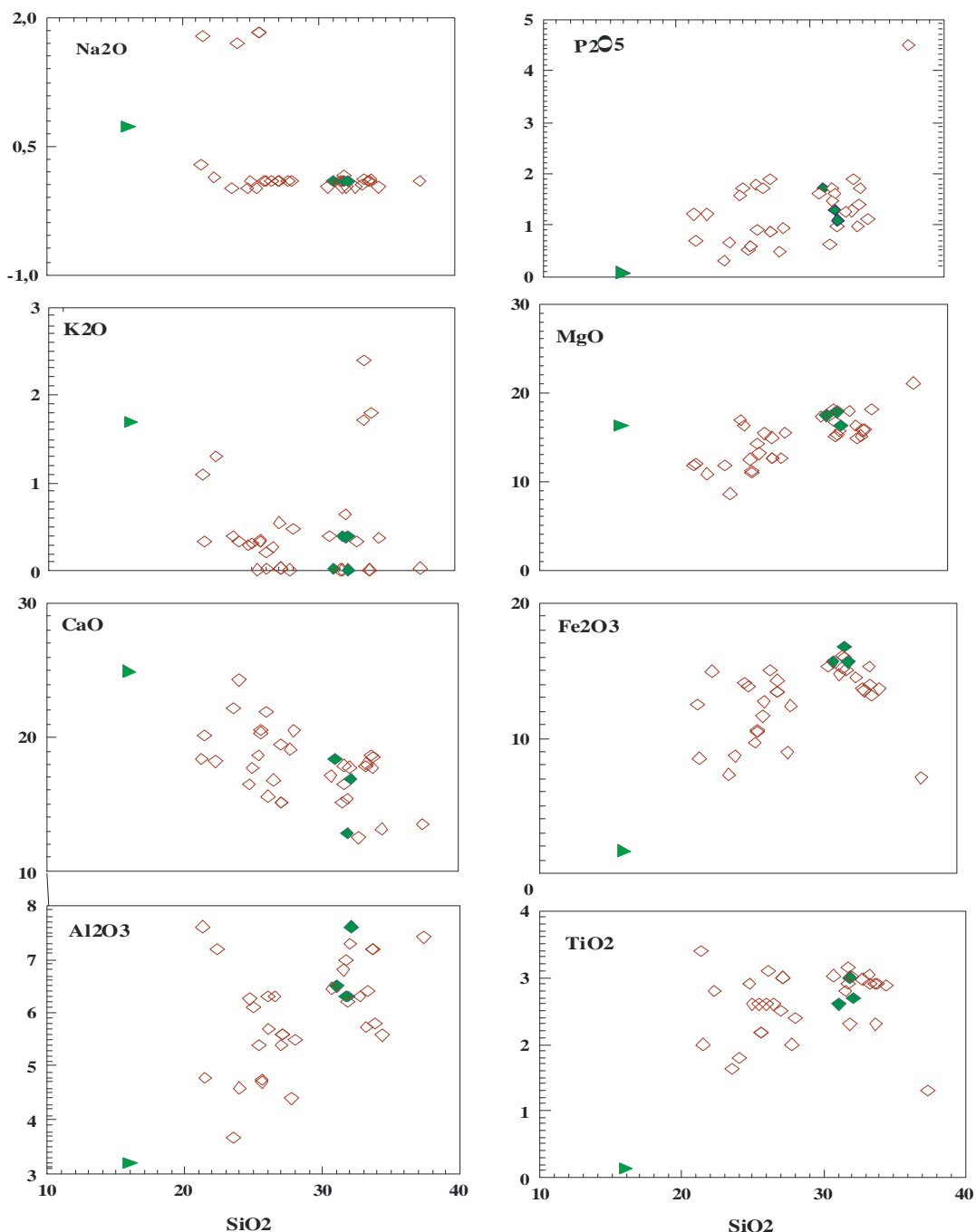


Figura 2. 5: Diagramas binários de SiO₂ versus elementos maiores (K₂O, MgO, CaO, Fe₂O₃, Al₂O₃, e TiO₂), para rochas da intrusão Mutum, Complexo Alcalino de Planalto da Serra – Mato Grosso.

Os diagramas de SiO₂ versus os elementos traços compatíveis (Zr, La, Y, Nb, Ce, Ba e Nd) mostram em todos os casos pontos dispersos, não indicando qualquer trend preferencial (Figura 2.6). No entanto, os diagramas de Zr versus os elementos traços compatíveis (Rb, La, Y, Nb, Ce e Nd) apresentaram em todos os casos uma correlação positiva entre os elementos, apesar de os trends de orientação não serem bem definidos (Figura 2.7).

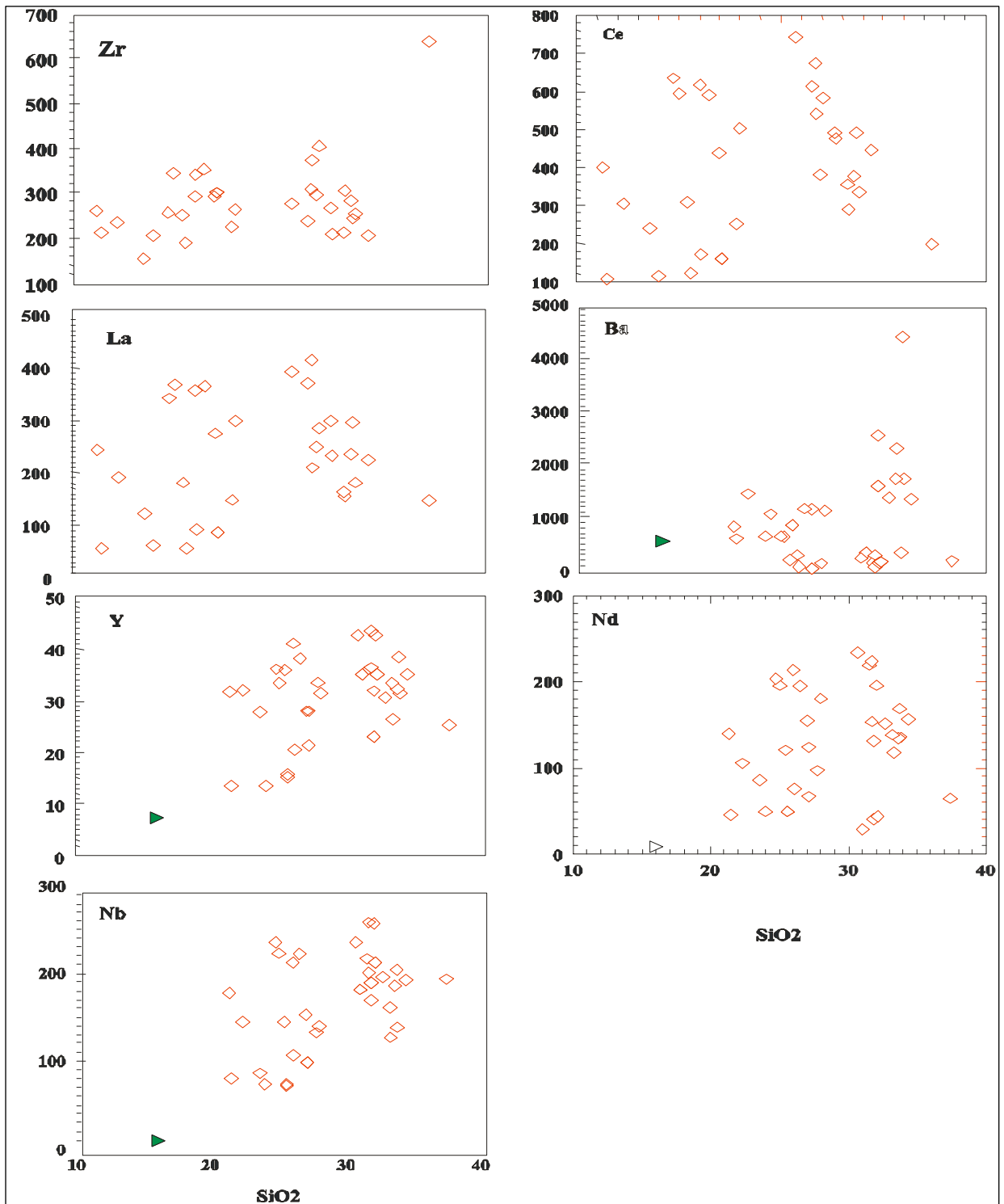


Figura 2. 6: Diagramas de SiO₂ versus elementos traços compatíveis, para rochas da intrusão Mutum, Complexo Alcalino de Planalto da Serra – Mato Grosso.

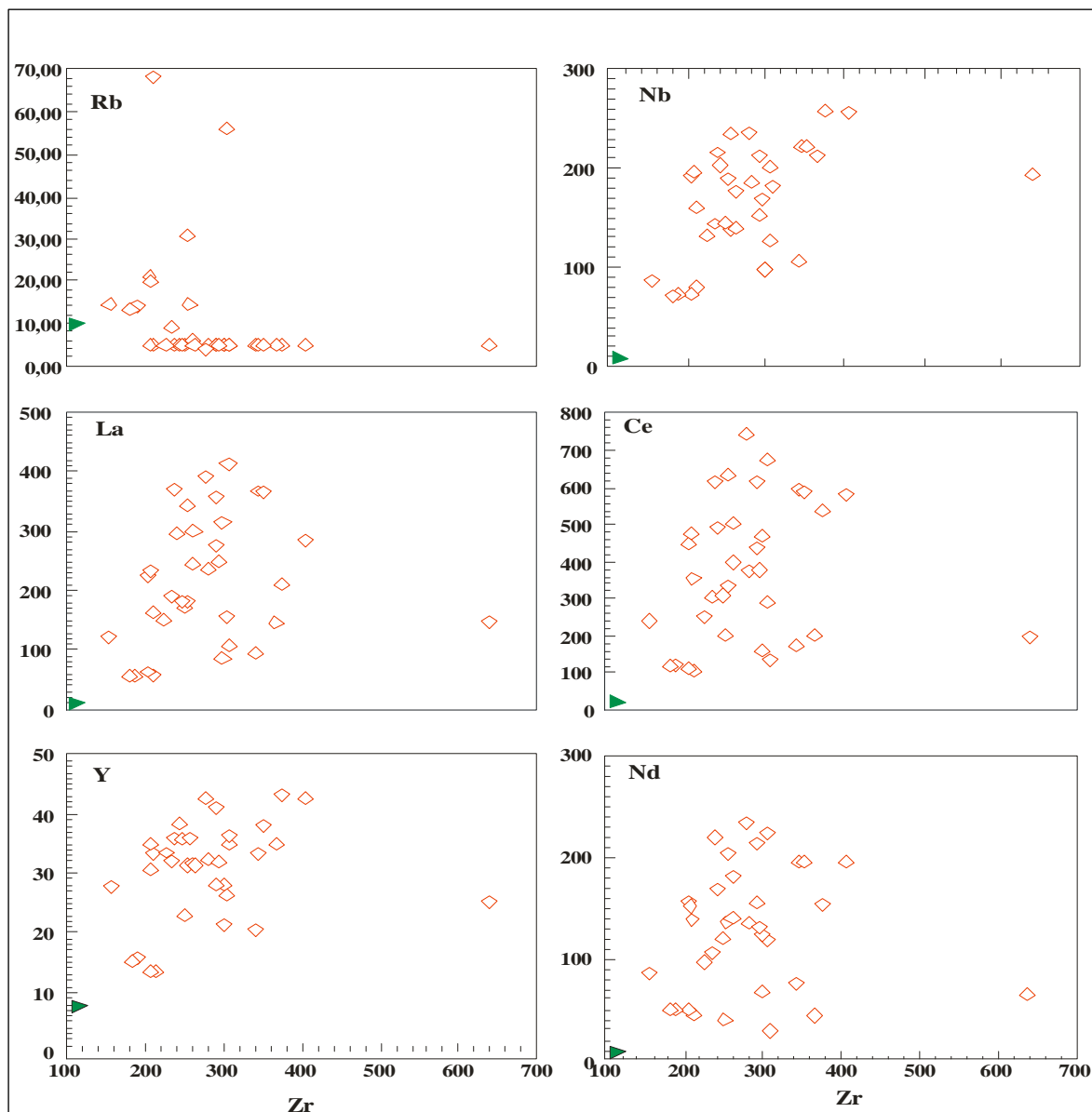


Figura 2. 7: Diagramas de Zr versus elementos traços (Rb, La, Y, Nb, Ce e Nd), para rochas da intrusão Mutum, Complexo Alcalino de Planalto da Serra – Mato Grosso.

Os padrões de elementos terras raras normalizados para condrito (Sun & McDonough, 1989) permitiram dividir as amostras analisadas em três grupos distintos (Figura 2.8 A, B e C).

As amostras pertencentes ao primeiro grupo (Figura 2.8 A), perfazem um total de 34 das 38 amostras analisadas. Observa-se que as amostras são altamente enriquecidas em ETR e mostram um forte fracionamento de ETRL sobre os ETRP, confirmado pelas altas razões $(La/Yb)_N$ (Tabela 1) que variam de 38,8 a 369,59. O fracionamento dos ETRL é similar ao dos ETRP, expressos pela razão $(La/Sm)_N$ que varia entre 4,54 e 20,56, com média de 8,38. A razão $(Gd/Yb)_N$ varia entre 3,10 e 15,24, com média de 7,83. As anomalias de Eu são positivas e negativas, porém pouco expressivas. Os valores de Eu/Eu^* variam entre 0,70 a 1,28, porém a grande maioria está no intervalo entre 0,90 e 1,10.

As amostras pertencentes ao segundo grupo (Figura 2.8 B) perfazem um total de 2 das 38 amostras analisadas. Observa-se que as amostras são altamente enriquecidas em ETR, e mostram um forte fracionamento de ETRL sobre os ETRP, confirmado pelas altas razões $(La/Yb)_N$ que variam de 311,83 a 456,00. O grupo de amostras não apresenta anomalias expressivas de Eu. Nota-se, no entanto, que apresentam comportamento anômalo dos ETRP, com inversão da pendente, provavelmente relacionada a produtos de imiscibilidade de líquidos, conforme descrito por Brod (1999) para os complexos alcalino-carbonatíticos do Alto Paranaíba.

A amostra pertencente ao terceiro grupo (Figura 2.8 C) representa uma brecha de conduto vulcânico. Observa-se que não apresenta enriquecimento em ETR como os grupos anteriores, bem como um grau de fracionamento ETRL sobre os ETRP menos expressivo, a razão $(La/Yb)_N$ é de 9,24. O fracionamento dos ETRL é mais acentuado que dos ETRP, sendo a $(La/Sm)_N$ de 3,51 e a razão $(Gd/Yb)_N$ um pouco menor, com o valor de 1,85. Esta amostra apresenta a anomalia negativa de Eu mais expressiva, sendo a razão Eu/Eu^* de 0,63.

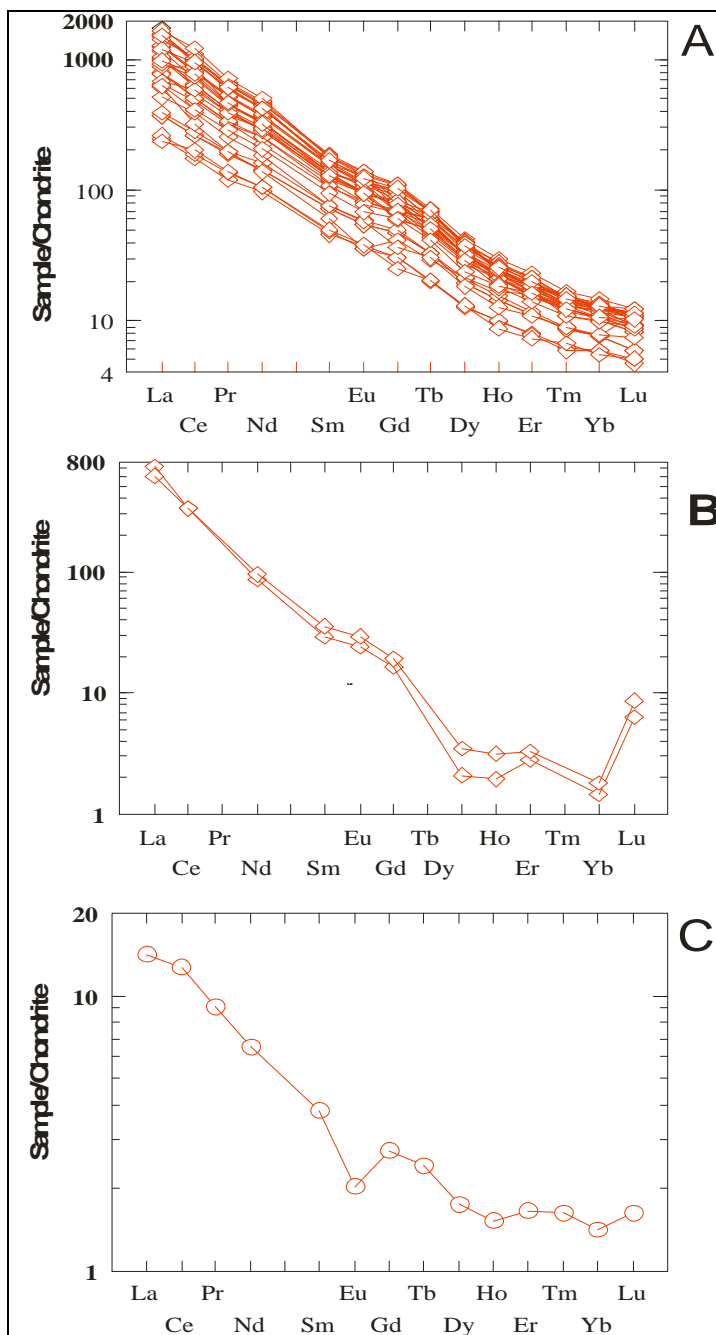


Figura 2. 8: Padrões de ETR para as rochas da Intrusão Mutum. (Valores normalizados para condrito Sun & McDonough, 1989).

As amostras da intrusão Mutum plotadas em diagramas multielementares (Figura 2.9) mostram intenso enriquecimento em elementos incompatíveis e expressiva anomalia negativa de potássio. Esta anomalia é resultante da retenção de flogopita na fonte mantélica, conforme interpretado por Gibson *et al.* (1995) para as rochas alcalinas da Província do Alto Paranaíba. Mostram ainda expressivas anomalias negativas de Rb, Sr e Ti. Os valores de U são variáveis, ora com anomalia negativa, ora com positiva, porém não expressivas. Os elementos Th, Nb, La-Ce, Eu e Tb apresentam anomalias positivas.

A anomalia negativa de Sr, também foi apresentada pelas rochas da intrusão Chibata, que foi interpretada por Ormond (2006) como relacionada provavelmente ao seu estágio de evolução/diferenciação magmática, todavia, com a ausência de plagioclásio nestas rochas e de anomalia negativa de Eu, isso não pode estar relacionado à participação de plagioclásio no fracionamento.

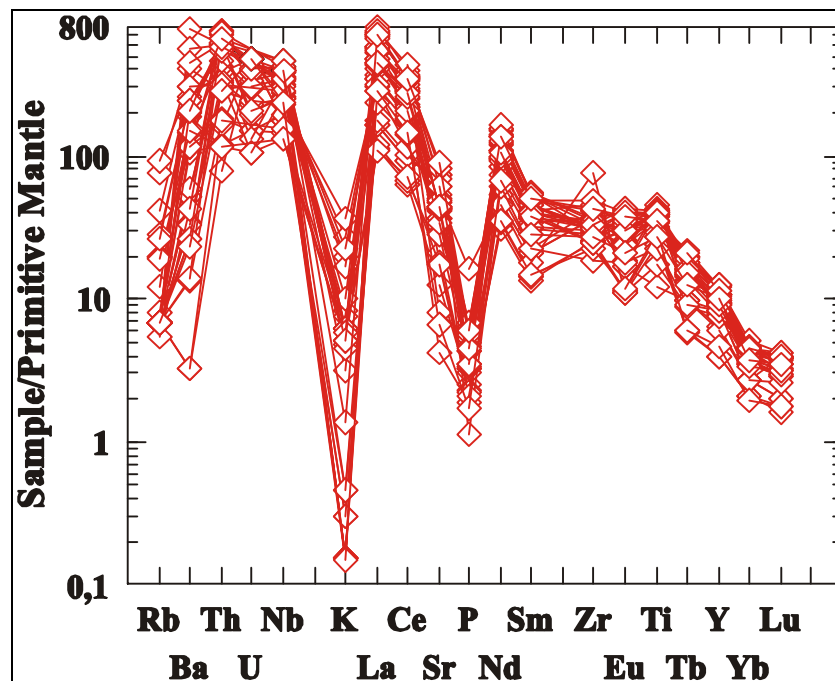


Figura 2. 9: Padrões multielementares de elementos incompatíveis normalizados ao manto primitivo (Sun & McDonough, 1989), para rochas do Complexo Alcalino de Planalto da Serra.

Conclusões

O Complexo Alcalino de Planalto da Serra engloba intrusões alcalinas de diferentes formas e dimensões, destacando-se entre elas a intrusão Mutum que tem forma aproximadamente circular com diâmetro de 2 Km. A intrusão está na porção média do trend N60-80E que abriga as intrusões do complexo, localizado nos municípios de Planalto da Serra e Nova Brasilândia, Estado de Mato Grosso, Brasil. O complexo constitui uma associação de rochas ultramáficas-alcalinas, associadas a carbonatitos e com afiliação ultrapotássica, hospedadas nas rochas metassedimentares da Faixa Paraguai.

Análises litogeoquímicas sugerem que as rochas da intrusão Mutum são alcalinas potássicas, enriquecidas em elementos incompatíveis. Erlank *et al.* (1987) e Menzies (1990) sugerem que este enriquecimento em rochas alcalinas pode estar relacionado a processos metassomáticos envolvendo fluidos e/ou pequenos volumes de fusão.

Os valores de ETR possibilitaram a divisão das mesmas em três grupos, sendo o primeiro caracterizado por um forte fracionamento de ETRL/ETRP, e o segundo grupo por um comportamento anômalo dos ETRP, com inversão da pente, provavelmente relacionada a produtos de imiscibilidade de líquidos, conforme descrito por Brod (1999) para os complexos alcalino-carbonatíticos do Alto Paranaíba. O forte fracionamento de ETRP pode sugerir uma fonte mantélica do tipo granada peridotito para originar estas rochas, como sugerido por Comin-Chiaramonti *et al.* (1996) para rochas alcalinas do Paraguai. Os dois grupos acima apresentaram anomalias negativas e positivas pouco expressivas de Eu, fato que pode indicar processos cumuláticos ou líquidos magmáticos de diferentes estágios durante o processo de formação dessas rochas. Somente a amostra do grupo três apresentou anomalia negativa expressiva de Eu. No entanto esta rocha representa uma brecha de conduto vulcânico, que inclui fragmento de diferentes encaixante, portanto de difícil interpretação.

Diagramas multielementares mostram padrão com anomalias negativas de Rb, K, Sr, P e Ti e positivas de Th, Nb, La-Ce, Eu e Tb. A anomalia de Sr da intrusão Mutum, também foi descrita por Pinho *et al.* (2005) para a intrusão Chibata, que a relacionou à remoção de carbonato do sistema, provavelmente como líquido carbonatítico imiscível. Padrões complementares de elementos incompatíveis entre amostras normais e anômalas, principalmente Ti, Zr, Hf e ETR mostram coerência neste sentido. Brod, 1999, interpreta estas feições como resultado de partição diferencial durante imiscibilidade de líquidos.

Estas rochas provavelmente são derivadas de magmas “primitivos” que experimentaram fracionamento expressivo e que contém feições possivelmente relacionadas à imiscibilidade entre líquidos silicático e carbonatítico, como mostram a anomalia negativa de estrôncio e os padrões complementares de elementos-traço.

8.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M Condicionamento Tectônico do Magmatismo Alcalino Mesozóico do Sul do Brasil e do Paraguai Oriental. Anais da Academia Brasileira de Ciências 43, 835-836
- BARDET, M.G. (1973). Géologie du Diamant part 1: Généralités. Mémoires du BRGM, Orléans, n 83.
- BARROS, A. M., SILVA, R. H., CARDOSO, O. R. F. A., FREIRE, F. A., SOUZA JÚNIOR, J.J.S, RIVETTI, M., LUZ, D. S., PALMEIRA, R. C. B., TASSINARI, C. C. G. 1982. Projeto RADAM BRASIL, Levantamento de Recursos Naturais. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro.
- BIONDI, J.C Processos Metalogenéticos e os Depósitos Minerais Brasileiros. São Paulo Oficina de Textos - CBMM, 2003, v.1. pág. 38 a 85.
- BIONDI, J.C Brazilian Mineral Deposits Associated With Alkaline And Alkaline-Carbonatite Complexes, 2005
- BORGHI, L. & MOREIRA, M. I. C 1998. Contribuição ao conhecimento do Paleozóico Inferior da Bacia do Paraná: mapeamento geológico da região oriental da Chapada dos Guimarães, Estado de Mato Grosso. A Terra em Revista. Revista Técnica e Informativa da CPRM. Nº 4 p. 22-31.
- BROD, J. A.; GASPAR, J.C.; ARAÚJO, D. P. ; GIBSON, S. A ; THOMPSON, R. N. JUNQUEIRA-BROD, T. C. . Phlogopite and tetra-ferriphlogopite from Brazilian carbonatite complexes: petrogenetic constraints and implication for mineral-chemistry systematics. Journal of Asian Earth Sciences, v. 19, n. 3, p. 265-296, 2001.
- BROD, J. A.; GIBSON, S. A.; THOMPSON, R. N.; BROD, T. C. J.; SEER, J. H.; MORAES, S. C. BOAVENTURA, G. R. The Kamafugite-carbonatite association in the Alto Paraíba igneous province. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v.30, n. 3, 2000.
- BROD, J.A. (1999). Petrology and Geochemistry of the Tapira Alkaline Complex, Minas Gerais State, Brazil. Durham University, Tese de doutorado.
- BROD, A. B. *et. Al.*, Excursão 1. Geologia e Mineralizações dos Complexos Alcalinos Carbonatíticos da Província Ignea do Alto Paraíba. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília.
- CARVALHO, W.T. (1974 a). Aspectos Geológicos e Petrográficos do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Catalão I, Goiás. Cong. Brás.. Geol., 28. Anais... Cong. Bras Geol., Porto Alegre, RS.
- CARVALHO, V. T., BRESSAN, S. R., Depósitos de Fosfato, Nióbio Titânio, Terras Raras e Vermiculita de Catalão I – Goiás *In*: SCHOBENHAUS, C.;
- COMIN CHIAMAROTI P. & GOMES C.B ,Alkaline Magmatism in Central-Easter Paraguai, Relationships With Coeval Magmatism in Brazil –São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1996.
- COMIN CHIAMAROTI P. & GOMES C.B ,MEZOZOIC TO CENOZOIC ALKALINE IN THE BRAZILIAN PLATAFORM –São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2005.
- GROSSI SAD, J.H. & TORRES, N. 1971. Geologia e recursos minerais do Complexo de Tapira, Minas Gerais, Brasil. Belo Horizonte, GEOSOL. 68 p.
- KRESTEN P. & MOROGAN V. 1986. Fenitization at the Fen Complex, southern Norway. *Lithos*, 19:27-42.
- MIRANDA, L. e AMORIM, L. 2000. Mato Grosso: Atlas Geográfico. Editora Entrelinhas, Cuiabá, 40p.

- NEDER, R. D. PINHO, F. E. C. e SOUZA, I. M.(2005). Alcalinas ultrapotássicas de Planalto da Serra-MT, alvos exploratórios para P₂O₅, K₂O, TiO₂, Nióbio, Tântalo, Vermiculita, ETR, Metais Base e Diamante. Simpósio de Geologia do Centro Oeste. Goiânia, 2005. Pág.41 a 43.
- NEDER, R. D.; PINHO, F. E. C. e SOUZA, I. M.(2005). Alcalinas ultrapotássicas de Planalto da Serra-MT, alvos exploratórios para P₂O₅, K₂O, TiO₂, Nióbio, Tântalo, Vermiculita, ETR, Metais Base e Diamante.
- OLIVEIRA. R.C.; BROD. A. J., RIBEIRO. C.C. GASPAR. J.C.; BARBOSA. E.S.R., BROD. T.C.J., CHABAN. N., Petrografia e Mineralogia de Estruturas Orbiculares do Complexo Alcalino-Carbonatítico de Salitre, MG. IG/UnB, IC, CNPq, Fósfétil S.A.
- ORMOND 2006, Petrografia do Complexo Alcalino Planalto da Serra-MT. In XLII CGB,2006,Aracaju. Anais XLIII Congresso Brasileiro de Geologia, 2006.v único.
- PIMENTEL, M. M., FUCHS, R. A., de ALVARENGA, C. J. S. 1996 Post-Brasiliano *(Pan African) High-K granitic magmatism in central Brazil: the role of late precambrian-early Paleozoic extension. Precambrian Res. 80.207-238.
- PINHO, F. E. C., NEDER, R. D; BROD, J. A, ORMOND, M.M.S, GANZER, E; Geoquímica do Complexo Alcalino de Planalto da Serra-MT. Simpósio de Geologia do Centro Oeste. Goiânia, 2005. Pág 38 a 40.
- PINHO, F. E. C., SIAL, A. N. and FIGUEIREDO, M. F. 2003. Contribution to the Neoproterozoic C- and O-Isotopic Record: Carbonate Rocks from the Paraguay Belt, Mato Grosso, Brazil. Short Papers of IV South American Symposium on Isotope Geology, Salvador, Brazil. Volume I, p 390-393.
- PINHO. F.E.C, et al; 2005. Geoquímica do Complexo Alcalino Planalto da Serra – MT. IX Simpósio de Geologia do Centro Oeste pg 54-56.
- QUADROS, A. P, PINHO, F. E. C, LEITE, J. A. D, 2002. Diagnóstico do Setor Mineral. Mineração-Fator de Interiorização e Desenvolvimento.Convênio de Cooperação Técnica e Financeira. SME-MME.SICM-MT.
- SILVA, A.B. jazida de Nióbio de Araxá, Minas Gerais. In: Principais depósitos Minerais Brasileiros-Ferro e Metais da Indústria do Aço. Brasília: DNPM, 1986.
- SOUBIES, F; MELFI, A. J; AUTEFAGE, F.; Comportamento Geoquímico dos Elementos Terras Raras nos Alteritos da Jazida de Fosfato e Titanio de Tapira (Minas Gerais, Brasil): A Impotência dos Fosfatos. Revista Brasileira de Geociências, Brasil, v. 21, n. 1, p. 3-16, 1991.
- ULBRICH,H.H.C.J. & GOMES, C.B.(1977)Alkaline rocks from continental Brazil: a review. São Paulo, Instituto de Geociências da USP.

Referências Bibliográficas

- Almeida, F.F.M. 1971. Condicionamento Tectônico do Magmatismo Alcalino Mesozóico do Sul do Brasil e do Paraguai Oriental. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 43:835-836.
- Almeida, F. F. M. 1964. *Geologia do Centro-Oeste Mato Grossense*. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, Bol.214.137p.
- Alvarenga, C. J. S. 1984. Dobramentos da Faixa Paraguai na Borda Sudeste do Craton Amazônico. *Anais do 35º Congresso Brasileiro de Geologia*, Rio de Janeiro, p3258-3271.
- Alvarenga, C. J. S.; Dubessy, J.; Cathelineau, M., 1990. Chronology and orientation of N₂-CH₄, CO₂-H₂O, and H₂O-rich fluid-inclusion trails in intrametamorphic quartz veins from the Cuiabá gold district, Brazil. *Mineralogical Magazine*, 54: 245-255.
- Alvarenga, C. J. S., Trompette, R., 1992. Brasiliano tectonic of the Paraguai Belt the structural development of Cuiabá Region. *Rev. Bras. Geociências*. 23.18-30.
- Alvarenga, C. J. S. & Trompette, R. 1993. Evolução Tectônica Brasileira da Faixa Paraguai Na região de Cuiabá. *Revista Brasileira de Geociências*, 23(1) : 18 - 30.
- Alvarenga, C. J. S. & Saes, G. S. 1992. Estratigrafia e Sedimentologia do Proterozóico Médio e Superior da Região Sudeste do Craton Amazônico. *Revista Brasileira de Geologia*, 22(4): 493-499.
- Alvarenga, C. J. S, Santos R. V. & Dantas E. L. C. C. S. 2004. Isotopic stratigraphy of cop Carbonates Overling Marinoam. **Glacial Diamctites in the Paraguay Belt; Brasil**. *Precambrian Research*.
- Bardet, M.G. Géologie du Diamant part 1: Généralités. *Mémoires du BRGM, Orléans*, n 83, 1973.
- Barros, A. .M., Silva, R. H., Cardoso, O. R. F. A., Freire, F. A., Souza Júnior, J.J.S, Rivetti, M., Luz, D. S., Palmeira, R. C. B., Tassinari, C. C. G. 1982. Projeto Radam Brasil, Levantamento de Recursos Naturais. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro.
- Biondi, J.C. 2003. *Processos Metalogenéticos e os Depósitos Minerais Brasileiros*. São Paulo.
- Biond, J.C.; *Bazilium Mineral Deposits Associated Whith Alkaline and Alkaline-Carbonatite Complexes*, 2005.
- Brod, J.A. (1999). *Petrology and Geochemistry of the Tapira Alkaline Complex, Minas Gerais State, Brazil*. Durham University, Tese de doutorado.
- Brod, J. A.; Gaspar, J.C.; Araújo, D. P. ; Gibson, S. A ; Thompson, R. N. ; Junqueira-Brod, T. C. Phlogopite and tetra-ferriphlogopite from Brazilian carbonatite complexes: petrogenetic constraints and implication for mineral-chemistry systematics. *Journal of Asian Earth Sciences*, v. 19, n. 3, p. 265-296, 2001.
- Comin-Chiamaroti P. & Gomes C.B. 1996. *Alkaline Magmatism in Central-Eastern Paraguay. Relationships wiht coeval magmatism in Brazil – São Paulo*: Editora da Universidade de São Paulo. 458p.
- Comin-Chiamaroti P. & Gomes C.B. 2005. *Mesozoic to Cenozoic Alkaline Magmatism in the Brazilian Platform*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo - Fapesp, 750p.

- Erlank, A.J.; Waters, F.G.; Hawkes-Worth, C.J.; Haggerty, S.E.; Allsopp, H.L. Richard, R.S. and Menzies, M.A. 1987. Evidence for mantle metasomatism in peridotite nodules from the Kimberley pipes, South Africa. In: M.A. Menzies & C.J. Hawkesworth (eds.) Mantle metasomatism. London Academic Press, p.221-329.
- Gibson, S.A.; Thompson, R.N.; Leonardos, O.H.; Dickin, A.P. and Mitchell, J.G. 1995. The Late Cretaceous impact of the Trindade mantle plume: evidence from large volume, mafic, potassic magmatism in SE Brazil. *Journal of Petrology* 3, 189-229.
- Hennies, W. T. 1966. Geologia do centro-oeste matogrossense. Tese de doutoramento, Engenharia, Dept. Eng. De Minas Escola Politécnica USP, 65 p.
- Luz, J. da S.; Oliveira, A. M.; Lemos, D. B.; Argolo, J. L.; Souza, J. de; Tanôo, L. C.; Souza, N. B. e Abreu Filho, W. 1978. Projeto Província Serrana. Goiânia DNPM/CPRM, v. 1, 105p (Relatório final).
- Luz, J. da S.; Araújo, E. S. e Godoi, H. O. 1980. Projeto Coxipó; relatório final. Fase I Cuiabá DNPM/CPRM.
- Menzies, M.A. 1990. Archean, Proterozoic and Phanerozoic lithosphere. In: M.A. Menzies (ed.) Continental mantle. Clarendon press, Oxford, p.67-86.
- Neder, R.D.; Pinho, F.E.C. e Souza, I.M. 2005. Alcalinas ultrapotássicas de Planalto da Serra - MT, alvos exploratórios para P₂O₅, K₂O, TiO₂, Nióbio, Tântalo, Vermiculita, ETR, Metais Base e Diamante. Simpósio de Geologia do Centro Oeste. Goiânia. Pág.41 a 43.
- Nogueira, A. C. R. 2003. A Plataforma Carbonática Araras no Sudoeste do Cráton Amazônico, Mato Grosso: Estratigrafia, Contexto Paleoambiental e Correlação com os Eventos Glaciais do Neoproterozóico. Tese de Doutorado, IG/USP, São Paulo, 173 p.
- Ormond 2006, Petrografia do Complexo Alcalino Planalto da Serra-MT. XLII Congresso Brasileiro de Geologia, Aracaju-SE. Anais XLIII CBG, 2006.v único.
- Pinho, F.E.C., Neder, R.D.; Brod, J.A., Ormond, M.M.S., e Ganzer, E. 2005. Geoquímica do Complexo Alcalino de Planalto da Serra-MT. Simpósio de Geologia do Centro Oeste. Goiânia. p 38-40.
- Ribeiro Filho, W.; Luz J. da S.; Abreu Filho W. 1975. *Projeto Serra Azul*, Convênio Departamento Nacional da Produção Mineral/Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Relatório Final, 1: 104p.
- Sun, S. S. & McDonough, W. E. 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes, in Saunders, A. D., and Norry, M. J., eds., Magmatism in the oceanic basins: Geol. Soc. Spec. Pub. 42, 313-345..

Tabela 2.1:– Resultados analíticos para elementos maiores

Amostras	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO%	CaO%	Na ₂ O%	K ₂ O%	TiO ₂ %	P ₂ O ₅ %	MnO%	Cr ₂ O ₃ %	LOI%	Total
E1	16	3,2	1,7	16,3	24,9	0,72	1,7	0,14	0,073	0,08	0,01	36,86	101,673
E2	26,1	5,7	12,7	13,1	15,6	< 0.1	0,02	3,1	0,91	0,18	0,07	23,69	101,17
E3	22,3	7,2	14,9	10,9	18,2	0,13	1,3	2,8	1,2	0,23	0,08	17,81	97,05
E4	31,9	6,2	15,9	15,3	15,4	0,15	0,65	2,3	1,6	0,37	0,04	10,65	100,46
E6	32,1	7,6	15,6	16,4	16,9	< 0.1	0,01	2,7	1,1	0,2		7,27	99,88
E7	26,5	6,3	15	15,4	16,8	< 0.1	0,27	2,6	1,7	0,33	0,04	15,49	100,43
E9	27,8	4,4	9	12,6	19,1	< 0.1	0,01	2	0,47	0,26	0,04	26,4	102,08
E10	31	6,5	15,6	17,4	18,4	< 0.1	0,02	2,6	1,7	0,21		7,15	100,58
E11	31,9	6,3	16,8	17,8	12,8	< 0.1	0,38	3	1,3	0,17		9,14	99,59
E13	33,8	5,8	13,1	15,8	18,5	0,11	1,8	2,9	1,7	0,2	0,05	6,31	98,27
E15	21,5	4,8	8,5	12	20,1	1,8	0,34	2	0,7	0,16	0,05	20,41	92,36
E18	24	4,6	8,7	8,6	24,3	1,7	0,33	1,8	0,64	0,11	0,05	18,12	92,62
E19	33,3	6,4	13,5	14,8	18	0,12	2,4	2,9	1,9	0,18	0,06	5,13	98,69
E22	27,1	5,6	13,4	12,6	15,1	< 0.1	0,03	3	0,86	0,18	0,06	22,78	100,71
E23	26	6,3	11,6	14,3	21,9	< 0.1	0,21	2,6	1,8	0,19	0,05	14,86	99,81
E24	31,5	6,8	14,7	18,1	15,2	< 0.1	0,01	2,8	0,62	0,19	0,04	9,1	99,05
E26	31,9	6,3	16,8	17,8	12,8	< 0.1	0,38	3	1,3	0,17		9,14	99,59
E27	31,7	6,3	15,2	16,7	17,9	0,1	0,01	2,9	1,7	0,23	0,05	7,61	100,3
E28	33,7	7,2	14	15,8	17,7	< 0.1	0,01	2,3	1,4	0,25	0,04	6,8	99,2
E29	26,1	5,7	12,7	13,1	15,6	0,1	0,02	3,1	0,91	0,18	0,07	23,69	101,17
E30	32,6	6,8	14,2	16,3	18,1	< 0.1	0,01	2,6	1,7	0,24	0,05	7,26	99,85
E31	33,6	7,2	15,3	15,2	18,7	< 0.1	0,01	2,9	0,98	0,22	0,04	7,16	101,3
E32	25,4	5,4	9,7	12,5	18,7	< 0.1	0,01	2,6	0,52	0,21	0,05	25,63	100,71
E33	27	5,4	14,3	15	19,5	0,1	0,55	2,5	1,9	0,23	0,04	13,38	99,9
E34	21,3	7,6	12,5	11,8	18,4	0,29	1,1	3,4	1,2	0,28	0,09	20,99	97,85
E35	25	6,1	13,8	16,2	17,7	< 0.1	0,31	2,6	1,7	0,25	0,06	16,61	100,02
E36	37,4	7,4	7,1	21,1	13,5	< 0.1	0,03	1,3	4,5	0,17	0,01	8,53	101,04
E37	28	5,5	12,4	15,5	20,5	< 0.1	0,49	2,4	0,95	0,19	0,04	13,86	99,34
E38	24,76	6,26	14,06	16,93	16,53	0,01	0,29	2,91	1,56	0,21	0,054	15,8	99,44
E39	23,55	3,68	7,31	11,82	22,12	0,01	<.04	1,64	0,31	0,23	0,036	29,2	99,94

E40	31,71	6,96	16,03	15,01	16,5	0,02	<.04	3,14	1,48	0,23	0,042	8,4	99,58
E42	33,25	5,72	13,62	16,38	17,79	0,04	1,72	3,04	1,28	0,22	0,064	6,5	99,67
E43	25,6	4,71	10,51	11	20,55	1,83	0,34	2,18	0,58	0,14	0,043	22,2	99,72
E44	25,56	4,76	10,47	11,16	20,32	1,83	0,35	2,18	0,57	0,14	0,043	22,3	99,71
E46	30,72	6,45	15,3	17,3	17,13	0,02	<.04	3,03	1,59	0,22	0,054	7,7	99,57
E47	32,07	7,29	15,06	15,72	17,75	0,02	<.04	3,01	0,98	0,22	0,045	7,4	99,61
E48	34,43	5,59	13,59	18,04	13,19	0,02	0,38	2,88	1,14	0,18	0,049	10,1	99,64
E48	32,69	6,3	14,47	17,97	12,51	0,02	0,34	2,97	1,25	0,19	0,055	10,8	99,62

Tabela 2 .2:– Resultados analíticos para elementos, traços.

Amostras	Ba ppm	Cs ppm	Ga ppm	Hf ppm	Nb ppm	Rb ppm	Sr ppm	Ta ppm	Th ppm	U ppm	V ppm	Zr ppm	Y ppm
E1	564		5		9	10	439		3.9	10	39	115	7,5
E2	75		14		107	< 5	1685		11.6	3.17	267	342	20.6
E3	1433		5		144	9	1183		24	10	141	234	31.6
E4	2526		5		169	5	1344		39.8	10	123	294	31.9
E6	166			50	213	5	835		5	10		366	35
E7	1164		5		221	5	2494		41.8	10	89	352	31.9
E9	131		5		132	5	184		18.1	10	77	226	40
E10	344			50	182	5	1202		5	10		307	36
E11	1595			50	189	5	986		5	10		250	23
E13	1725		10		139	31	888		20.5	4.75	67	254	31.3
E15	587		5		80	5	351		7.7	3.14	158	212	13.5
E18	1066		5		73	5	577		7.3	2.21	145	205	13.4
E19	2290		17		127	56	816		18.0	5.11	214	304	26.3
E22	18		5		98	5	2046		10.4	10	147	300	21.4
E23	291		10		213	5	1458		45.4	7.03	215	291	41.1
E24	148		9		216	5	489		47.2	7.97	77	237	36
E26	1595			50	189	5	986		5	10		250	23
E27	293		10		201	5	1197		48.1	8.3	167	306	36.3
E28	4389		5		203	5	1132		37.8	10	99	242	38.4
E29	75		14		107	5	1685		11.6	3.17	267	342	20.6
E30	3124		9		230	5	991		37.9	7.88	88	266	36.5
E31	326		11		186	5	787		26.9	2.78	123	280	32.2
E32	193		15		145	5	116		21.6	2.19	43	248	35.8
E33	1148		11		153	5	1312		37.1	4.13	182	291	28
E34	822		13		177	6	1015		29.8	6.12	237	260	31.7
E35	638		5		223	5	1923		41.6	8.96	57	344	33.3
E36	183		12		194	5	1406		18.7	6.47	153	638	25.3
E37	1121		5		140	5	1238		38.8	4.34	114	262	31.4
E38	648,1	2,8	13,3	5,6	234,3	14,7	2267,3	8,5	39,7	8,6	88	254,9	36,1
E39	77,5	0,1	9,6	3,7	85,9	5	221,3	3,5	11,2	1,3	44	154,3	27,7

E40	125,2	1	18,8	7,3	257,5	5	1723,4	9,8	42,2	7	149	374,3	43,3
E42	1715,7	1,6	11,2	4,9	159,8	68,3	934,9	7,8	19,9	4,5	84	210,3	33,4
E43	845,3	0,6	9,6	4,8	72,9	14,3	478,6	4,2	7,4	2,2	182	188,9	15,7
E44	870,6	0,7	10	4,4	71,2	13,3	463,4	4,1	7,4	2,1	164	181,4	15,2
E46	235,9	0,1	17	6,2	235,7	4	1684,9	9,8	45,8	7,8	196	276,8	42,7
E47	147,8	1	15,5	9,4	257,2	5	1178,2	9	39,1	7,7	183	404,4	42,7
E48	1346,4	3	13	4,6	192,6	21	1219,8	9	34,2	5,7	120	206,1	35
E49	1358,9	2,8	13,5	5,2	195,4	19,8	1211,2	9	37,1	4,9	124	207,8	30,6

Tabela 2.3: Resultados analíticos para ETR's.

Amostras	La ppm	Ce ppm	Pr ppm	Nd ppm	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Tb ppm	Dy ppm	Ho ppm	Er ppm	Tm ppm	Yb ppm	Lu ppm
E1	9,7	22,7	2,51	8,9	1,7	0,34	1,63	0,26	1,29	0,25	0,8	0,12	0,7	0,12
E2	316	470		124	14,4	4,4	10,9		3,1	0,43	1,3		0,57	0,2
E3	191	305	31,6	106	16,1	4,65	13,8	1,87	7,65	1,25	3,12	0,35	2,1	0,28
E4	250	380	39,4	131	20,4	5,62	17	2,12	7,98	1,33	2,99	0,32	2,1	0,26
E 6	145	201		43,9	5,5	1,7	3,9		0,89	0,18	0,55		0,31	0,22
E7	366	590	58,9	195	25,7	7,14	21,3	2,65	9,35	1,43	3,28	0,37	2,2	0,29
E9	149	252	27,3	97,2	14,4	3,9	12,5	1,56	6,05	1,05	2,71	0,31	1,8	0,26
E 10	107	137		29,2	3,2	1	2,4		0,33	0,09	0,35		0,21	0,17
E 11	171	203		40	4,5	1,4	3,4		0,54	0,11	0,47		0,25	0,16
E 13	182	337	35,2	136	19,5	5,37	16,7	1,92	8,07	1,28	2,94	0,35	2,2	0,26
E 18	62,6	116	12,7	49,4	7,4	2,06	6,31	0,76	3,25	0,57	1,3	0,15	1	0,13
E 15	57,9	107	11,6	44,8	7	2,14	6,23	0,74	3,29	0,55	1,33	0,16	1	0,12
E 19	156	291	30,6	118	17,7	4,74	14,6	1,69	7,2	1,21	2,53	0,32	1,7	0,21
E 22	86,8	160	18,1	67	11,1	3,17	9,82	1,21	4,93	0,81	1,86	0,22	1,3	0,15
E 22	316	470		124	14,4	4,4	10,9		3,1	0,43	1,3		0,57	0,2
E 23	356	617	59,9	214	28,6	7,93	22,7	2,71	10,7	1,68	3,82	0,43	2,5	0,31
E 24	371	615	60,3	219	27,7	7,51	22,4	2,49	10	1,58	3,49	0,39	2,2	0,29
E 26	171	203		40	4,5	1,4	3,4		0,54	0,11	0,47		0,25	0,16
E 27	414	675	64	224	28,4	7,73	22,6	2,52	9,72	1,56	3,38	0,39	2,2	0,28
E28	295	492	49,9	169	23,7	6,64	20,3	2,51	9,18	1,5	3,33	0,36	2,2	0,28
E 29	92,8	174	18,9	75,4	11,7	3,45	10,3	1,22	5,34	0,89	1,93	0,23	1,3	0,18
E 30	299	492	48,9	177	23,9	6,4	19,8	2,25	9,25	1,47	3,5	0,39	2,2	0,29
E 31	236	375	37,1	135	18,7	5,52	16	1,99	8,21	1,39	3,04	0,37	2,1	0,29
E 32	182	309	32,3	121	16,6	4,46	13,7	1,62	6,88	1,19	2,8	0,34	2	0,27
E 33	276	440	43	155	20,6	5,54	16,1	1,82	7,36	1,18	2,64	0,3	1,8	0,22
E 34	244	398	39,3	140	20,5	6,4	17,4	2,07	8,04	1,26	2,82	0,28	1,7	0,21
E 35	367	595	55,6	196	24,9	6,74	20,1	2,25	9,02	1,4	3,02	0,35	2,1	0,23
E 36	147	199	18,6	65	9,3	2,06	8,57	1,1	5,36	0,95	2,63	0,33	2,2	0,31
E 37	300	505	50,5	181	23,6	6,45	18,7	2,14	8,07	1,3	2,82	0,35	1,9	0,23
E 38	341,8	633,3	60,3	203,5	24	7,25	14,64	2,26	8,7	1,18	2,73	0,34	1,97	0,24
E 39	122,9	241,2	24,34	86,1	11,6	3,36	7,55	1,15	4,66	0,72	1,81	0,23	1,32	0,19

E 40	209,4	539,9	43,86	153,8	21,6	6,17	13,81	2,29	10,03	1,38	3,23	0,4	2,3	0,28
E 42	162,6	357,1	37,36	138,9	19,4	5,67	12,39	1,87	8,22	1,19	2,6	0,33	1,81	0,24
E 43	56,2	122,7	13,01	49,8	7,6	2,19	5,11	0,76	3,29	0,5	1,21	0,17	0,94	0,13
E 46	393,1	741,2	68,47	233	27,9	8,08	17,07	2,52	10,13	1,35	3,01	0,39	2,17	0,26
E 47	284,9	583,2	56,43	195,2	25	7,44	15,85	2,42	9,85	1,38	3,08	0,4	2,29	0,28
E 48	224,2	447,3	43,97	155,8	20,8	6,54	14,15	2,05	8,03	1,08	2,45	0,31	1,78	0,22
E 49	233,5	475,9	44,34	151,9	19,8	5,54	12,17	1,9	7,47	1,01	2,29	0,28	1,67	0,23

Ficha de Aprovação

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO:

TÍTULO: **Geoquímica da Intrusão Mutum-Complexo Alcalino
Planalto da Serra-Mato Grosso**

AUTOR: Elaine Bernadete Ganzer

ORIENTADOR: Prof. Dr. Francisco Egidio Cavalcante Pinho

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr Renato Dantas Neder

Aprovada em:

PRESIDENTE: Prof. Dr. Francisco Egidio Cavalcante Pinho

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. **Francisco Egidio Cavalcante Pinho**

Prof. Dra. **Márcia Aparecida de Sant'Ana Barros**

Prof. Dr. **Roberto Ventura Santos**

Cuiabá, 30/07/2008.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)