



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

**GEOLOGIA, PETROGRAFIA E GEOQUÍMICA DAS ROCHAS
METAVULCÂNICAS ÁCIDAS DA ESTRADA REAL, RIO DE
CONTAS (BA)**

Josiene Maria de Almeida Santos

Orientadora: Profa. Dra. Adriane Machado

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias

São Cristóvão-SE
2017

Josiene Maria de Almeida Santos

**GEOLOGIA, PETROGRAFIA E GEOQUÍMICA DAS ROCHAS
METAVULCÂNICAS ÁCIDAS DA ESTRADA REAL, RIO DE
CONTAS (BA)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias da Universidade Federal de Sergipe, como requisito para obtenção do título de Mestre em Geociências.

Orientadora: Dra. Adriane Machado

Co-Orientador: Dra. Cristine Lenz

São Cristóvão–SE
2017

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Santos, Josiene Maria de Almeida
S237g Geologia, petrografia e geoquímica das rochas metavulcânicas
ácidas da Estrada Real, Rio de Contas (BA) / Josiene Maria de
Almeida Santos ; orientadora Adriane Machado. – São Cristóvão,
2017.
44 f. : il.

Dissertação (mestrado em Geociências e Análise de Bacias) –
Universidade Federal de Sergipe, 2017.

1. Geociências. 2. Petrologia. 3. Geoquímica. 4. Rochas ígneas.
5. Rio de Contas (BA). I. Machado, Adriane, orient. II. Título.

CDU 552.3(813.8)

**GEOLOGIA, PETROGRAFIA E GEOQUÍMICA DAS ROCHAS
METAVULCÂNICAS ÁCIDAS DA ESTRADA REAL,
RIO DE CONTAS (BA)**

por:

Josiene Maria de Almeida Santos
(Geóloga, Universidade Federal do Oeste da Bahia – 2015)

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Submetida em satisfação parcial dos requisitos ao grau de:

MESTRE EM GEOCIÊNCIAS

BANCA EXAMINADORA:



Dra. Adriane Machado [Orientadora – PGAB/UFS]



Dra. Aracy Sousa Senra [Membro Externo – DGEOL/UFS]



Dr. Herbet Conceição [Membro Interno – PGAB/UFS]

Data da Defesa: 04/08/2017

*“Aos meus queridos pais Valmiro e Corina,
ao meu amado esposo Jeovânio e aos meus
queridos irmãos, cunhadas e sobrinhos.”*

AGRADECIMENTOS

À Deus, obrigada pelo dom da vida, por estar sempre comigo me dando sabedoria para enfrentar os obstáculos da vida! À Deus toda honra e glória para sempre.

Aos meus pais, Corina e Valmiro, verdadeiros amigos, companheiros e incentivadores e que eu amo muito! Agradeço pela dedicação de mãe e pai a mim outorgada. Meus amores!

Ao meu amado esposo Jeovânio, pela paciência, cuidado e amor, compreensão, sabedoria e por estar sempre ao meu lado! Agradeço a Deus por você fazer parte da minha vida.

Aos meus queridos irmãos Joabe e Josias e às minhas cunhadas (Lucivâncias), verdadeiros amigos, amo vocês! Enfim, a todos os meus familiares que me apoiaram direta e indiretamente na realização deste sonho.

À minha querida orientadora, professora Adriane Machado, excelente profissional e excelente orientadora! Sou grata pela enorme dedicação, carinho e acolhimento, pela paciência, pela disponibilidade e tempo empenhado nas discussões e também esclarecimentos das minhas dúvidas, pelas correções e por sempre estar me acompanhando e atenta aos detalhes. Foram dois anos de intenso aprendizado pessoal e profissional. Agradeço de coração por ter me proporcionado esta oportunidade única. Muito Obrigada!

À Co-Orientadora Cristine Lenz pelo empenho e a disposição de ajudar sempre! Sou grata pela dedicação e carinho, pelo acolhimento, pelo tempo de dedicação a este trabalho, pela satisfação em orientar, ensinando, aconselhando e incentivando em todos os momentos. Agradeço de coração!

À professora Joilma Prazeres Santos (UFOB), pelo carinho e amizade, por sempre me acompanhar e pelas contribuições fundamentais feitas nesta pesquisa.

Ao professor Antônio Garcia (DGEOL/PROGEOLOGIA-NUPEG/UFS) pelo apoio com equipamentos necessários para o preparo das amostras. Muito obrigada!

Ao Igor pelo apoio e por estar sempre à disposição em ajudar! Agradeço de coração!

Aos geólogos: Emylaine Cristina pela nossa amizade, e pelo auxílio na elaboração dos mapas! Ao Márcio Vinícius Dantas (NUPEG/UFS), pela colaboração na preparação das amostras! E Reginaldo Alves dos Santos (CPRM) pelas dicas na elaboração dos mapas!

Ao Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias da Universidade Federal de Sergipe, pelo apoio recebido.

À FAPITEC pela concessão da bolsa, sem a qual, a dedicação exclusiva ao Mestrado seria inviável.

RESUMO

As rochas metavulcânicas ácidas estudadas afloram na Estrada Real, Rio de Contas (BA), sudoeste do Estado da Bahia. Estas rochas representam a Formação Novo Horizonte, porção basal do Grupo Rio dos Remédios (Supergrupo Espinhaço) e estão associados ao desenvolvimento da fase *sin-rifte* na Bacia Espinhaço Oriental, na Chapada Diamantina. A metodologia utilizada para a realização deste estudo consistiu no trabalho de campo, petrografia e geoquímica. Vinte e uma amostras foram selecionadas para análise petrográfica e sete amostras para análise química de rocha total. As rochas possuem tonalidade cinza a cinza escuro, são afaníticas e apresentam foliação incipiente a bem marcada. Petrograficamente, apresentam textura porfiroblástica, lepidoblástica e blasto-porfirítica. A mineralogia é constituída por blasto-pórfiros de quartzo, porfiroblastos de andaluzita e cianita, pseudomorfos de granada, feldspatos, biotita, muscovita, sericita, clorita, epidoto, monazita, zircão e minerais opacos imersos em uma matriz quartzo-feldspática. As metavulcânicas foram classificadas como riolitos. O diagrama multi-elementar de elementos-traço mostra enriquecimento de LILEs em relação aos HFSEs. As anomalias negativas de Sr, P, Nb-Ta e Ti são notáveis. Os padrões de distribuição dos Elementos Terras Raras evidenciam enriquecimento em ETRL em relação aos ETRP e anomalia negativa de Eu. A formação dessas rochas em um ambiente de rifte continental é sugerida, a partir de um manto previamente modificado por subducção.

Palavras-chave: Metavulcânicas ácidas, petrografia, geoquímica, Supergrupo Espinhaço

ABSTRACT

The studied acid metavolcanic rocks outcrop at *Estrada Real, Rio de Contas* (BA), SW of Bahia State. Those rocks represent the *Novo Horizonte* Formation, basal portion of *Rio dos Remédios* Group (*Espinhaço* Supergroup) and are associated to development of sin-rift phase at Oriental *Espinhaço* basin, at *Chapada Diamantina*. The methodology used to make this work consisted of fieldstrip, petrography and geochemistry. Twenty-one samples have selected to petrographic analyses and ten to whole rock chemical analyses. The rocks show grey to dark-grey color, are aphanitic and show incipient to well-marked foliation. Petrographically, the rocks present porphyroblastic, lepidoblastic and blast-porphyritic textures. The mineralogy consists of quartz blasto-porphries, andaluzite and kyanite porphyroblasts, garnet pseudomorphs, feldspars, biotite, muscovite, sericite, chlorite, epidote, monazite, zircon and opaque minerals immersed in a quartz-feldspar matrix. The trace elements spiderdiagram shows enrichment of LILEs in relation to HFSEs. The negative anomalies of Sr, P, Nb-Ta and Ti are notable. The distribution patterns of the Rare Earth Elements show enrichment in ETRL in relation to ETRP and negative anomaly in Eu. It suggests the formation of these rocks in a continental rift environment, from a mantle previously modified by subduction.

Keywords: Acidic metavolcanic, petrography, geochemistry, *Espinhaço* Supergroup

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: (A) Localização da região de Rio de Contas na Bahia. (B) Mapa Geológico da área de estudo na região de Rio de Contas-BA (Modificado de Guimarães et al., 2008). (C) Mapa Geológico da área estudada – Estrada Real (Modificado de Guimarães et al., 2008).....	19
Figura 2: (A) Brecha vulcânica com fragmentos líticos (arenito) imersos na matriz. (B) Afloramento de brecha vulcânica. (C) Amostra de mão da rocha metavulcânica ácida com coloração cinza. (D) Afloramento de metavulcânica ácida com foliação incipiente.	22
Figura 3: (A) Porfiroblasto de andaluzita imerso na matriz quartzo-feldspática. (B) Biotita orientada segundo a foliação da rocha, marcando a textura lepidoblástica. (C) Matriz com cristal de quartzo reliquiar e recristalizações de quartzo ao redor do cristal reliquiar. (D) Pseudomorfo de granada. (E) Porfiroblasto de cianita sendo substituída por andaluzita. (F) Brecha vulcânica com matriz fina e fragmentos líticos angulosos de arenito imersos na matriz. (Abreviações segundo Whitney & Evans 2010). Luz polarizada (4X).	25
Figura 4: Comparação dos elementos Al_2O_3 , TiO_2 , Na_2O , Sr, Ce e Ba versus Zr para avaliação da mobilidade desses elementos nas rochas metavulcânicas ácidas da Estrada Real.	27
Figura 5: Diagrama de classificação Co vs Th (Hastie <i>et al.</i> , 2007), amostras plotando no campo dacito/riolito.	27
Figura 6: Padrões dos elementos-traço e elementos terras raras para as metavulcânicas da Estrada Real. (A) Diagrama multielementar de elementos-traço normalizados pelo Manto Primitivo (Sun & McDonough, 1989). (B) Diagrama de Elementos Terras Raras (ETR) normalizados pelo Condrito (Boynton, 1984).	28
Figura 7: (A) Porfiroclasto de quartzo com presença de subgrãos. (B) Cristal de cianita rotacionado. (C) Processo de muscovitização nos cristais de biotita. (D) Clorita hidrotermal. (abreviações segundo Whitney & Evans 2010). Luz polarizada (4X).	32
Figura 8: Diagrama multielementar de elementos-traço normalizado pelo manto primitivo (Sun & McDonough, 1989) para as amostras das metavulcânicas da Estrada Real e as amostras de riolitos (LR-17, LR-18, LR-38 e LR-39 (Teixeira, 2005)) da Formação Novo Horizonte.....	33
Figura 9: Diagramas discriminantes. (A) Diagrama discriminando o magmatismo do Tipo A2 para as metavulcânicas ácidas da Estrada Real (Eby, 1992). (B) Diagramas de discriminação de ambiência geotectônica de Pearce <i>et al.</i> (1984), para as metavulcânicas ácidas. WPG (Granitos Intraplaca), VAG (Granitos de Arco Vulcânico), ORG (Granitos de Cordilheira Oceânica) e SYN-COLG (Granitos Sin-colisional).....	35

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Análises químicas de rocha total de elementos maiores (wt %), traço (ppm) e terras raras (ppm) das metavulcânicas ácidas da Estrada Real. Abreviação: P.F. = Perda ao fogo. .29

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	12
INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO II	13
ARTIGO SUBMETIDO À REVISTA PESQUISAS EM GEOCIÊNCIAS	13
Geologia, Petrografia e Geoquímica das rochas Metavulcânicas Ácidas da Estrada Real,	
Rio de Contas (BA)	13
2.1 Introdução	14
2.2 Área, materiais e métodos	15
<i>2.2.1 Contexto Geológico Regional</i>	<i>15</i>
<i>2.2.1.1 Embasamento - Bloco Gavião</i>	<i>16</i>
<i>2.2.1.2 Supergrupo Espinhaço - Domínio Chapada Diamantina</i>	<i>17</i>
<i>2.2.2 Materiais e Métodos</i>	<i>20</i>
2.3 Resultados	20
<i>2.3.1 Geologia Local</i>	<i>20</i>
<i>2.3.2 Petrografia</i>	<i>22</i>
<i>2.3.2.1 Metavulcânicas Ácidas</i>	<i>22</i>
<i>2.3.2.2 Brecha Vulcânica</i>	<i>25</i>
<i>2.3.3 Geoquímica</i>	<i>26</i>
2.4 Discussões	30
<i>2.4.1 Considerações Acerca dos Estudos Petrográficos: Estágios Magmáticos e Pós-</i>	
<i>magmáticos</i>	<i>30</i>
<i>2.4.2 Características Geoquímicas das Metavulcânicas Ácidas</i>	<i>32</i>
2.5 Conclusões	36
Agradecimentos	37
Referências Bibliográficas.....	37
CAPÍTULO III	41
CONCLUSÕES	41
ANEXO	42
APÊNDICE I	44

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como tema, a geologia, petrografia e geoquímica das rochas metavulcânicas ácidas, que afloram na Estrada Real, no município de Rio de Contas (BA), sudoeste da Bahia. Estas rochas pertencem ao Supergrupo Espinhaço e foram formadas no Paleoproterozóico, através do desenvolvimento de sistemas de rifte intracontinental. A Bacia do Espinhaço é do tipo rifte-sag e evoluiu segundo três fases tectônicas: (1) pré-rifte, composta por depósitos siliciclásticos, representada pela Sequência Deposicional Serra da Gameleira; (2) sin-rifte, representada pelo Grupo Rio dos Remédios, constituída pelas Formações Novo Horizonte, onde as metavulcânicas estão inseridas, e Ouricuri do Ouro; e (3) pós-rifte, definida pelas Formações Mangabeira/Açuruá do Grupo Paraguaçu (Guimarães *et al.*, 2008). O vulcanismo na região de Rio de Contas (BA) corresponde à Formação Novo Horizonte (Grupo Rio dos Remédios), uma sequência vulcânica ácida-intermediária com intercalações de rochas clásticas e piroclásticas.

A iniciativa de realizar o estudo petrográfico e geoquímico das metavulcânicas da região de Rio de Contas (BA) é justificada pela escassez de trabalhos geológicos relacionados à estas rochas. Os dados de campo, petrográficos e químicos obtidos durante o desenvolvimento do trabalho, que foram interpretados e discutidos, possibilitaram tecer considerações quanto as relações de campo dos corpos vulcânicos estudados, à petrografia e às características químicas do vulcanismo. Esta pesquisa é uma contribuição ao estudo petrológico e geoquímico das rochas metavulcânicas ácidas, com a finalidade de agregar mais informação ao contexto geológico da região. Este trabalho foi submetido à Revista Pesquisas em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Guimarães, J.T., Martins, A.A.M., Andrade, Filho, E.L., Loureiro, H.S.C., Arcanjo, J.B.A., Abram, M.B., Silva M.G. & Bento, R.V. 2008. Projeto Ibitiara-Rio de Contas. Série Arquivos Abertos; 31, CPRM-Bahia. Salvador.

CAPÍTULO II

ARTIGO SUBMETIDO À REVISTA PESQUISAS EM GEOCIÊNCIAS

Geologia, Petrografia e Geoquímica das rochas Metavulcânicas Ácidas da Estrada Real, Rio de Contas (BA)

Geology, Petrography and Geochemistry of the Acid Metavolcanic rocks from the Estrada Real, Rio de Contas (BA)

Josiene Maria de Almeida SANTOS¹, Adriane MACHADO^{1,2}, Cristine LENZ², Leidiane Cerqueira de Carvalho de LIZ¹, Igor Antônio Alves da COSTA²

(1) Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, Universidade Federal de Sergipe. Cidade Univ. Prof. José Aloísio de Campos, Av. Marechal Rondon, s/n, Jd. Rosa Elze, São Cristóvão, CEP 49100-000, Aracaju, SE, Brasil. E-mails: josyy42@hotmail.com, adrianemachado@yahoo.com.br, leidiane.cerqueira@gmail.com.

(2) Curso de Geologia, Universidade Federal de Sergipe. Cidade Univ. Prof. José Aloísio de Campos Av Marechal Rondon, s/n, Jd. Rosa Elze, São Cristóvão, CEP 49100-000, Aracaju, SE, Brasil. E-mails: adrianemachado@yahoo.com.br, crislenz@yahoo.com.br, igor.iaac@gmail.com.

Resumo. Ao longo da *Estrada Real*, no município de *Rio de Contas* (BA), afloram rochas metavulcânicas ácidas representativas da Formação *Novo Horizonte* do Supergrupo *Espinhaço*. Com o objetivo de compreender as características do magmatismo ácido sin-rift do Espinhaço, do metamorfismo e hidrotermalismo que afetaram a região, foram realizadas análises petrográficas e químicas das rochas da região. As rochas metavulcânicas ácidas possuem tonalidades acinzentadas, são porfiríticas e/ou afaníticas e apresentam foliação incipiente a bem marcada. Petrograficamente, possuem textura blasto-porfirítica, porfiroblástica e lepidoblástica. A mineralogia é constituída por blasto-pórfiros de quartzo, porfiroblastos de andaluzita e cianita, pseudomorfos de granada, feldspatos, biotita, muscovita, sericita, clorita, epidoto, monazita, zircão e minerais opacos imersos em uma matriz quartzo-feldspática. Os processos de sericitização e muscovitização estão presentes nas rochas e indicam a ocorrência de alterações hidrotermais. De acordo com as características petrográficas e geoquímicas, as rochas metavulcânicas ácidas foram classificadas como riolitos. Os diagramas de *Harker* mostram valores dispersos dos elementos maiores Ca, Na e K e dos LILEs, indicando uma provável mobilidade desses elementos. No diagrama multielementar de elementos-traço e ETRs são visualizadas anomalias negativas de Nb-Ta, Sr, P e Eu, além de enriquecimento de ETRL em relação aos ETRP. A formação dessas rochas em um ambiente de rifte continental é sugerida, a partir de um manto previamente modificado por subducção.

Palavras-chave. Metavulcânicas ácidas, petrografia, geoquímica, Supergrupo Espinhaço

Abstract Along the *Estrada Real*, in the city of *Rio de Contas* (BA), outcrop acidic metavulcanic rocks representing the *Novo Horizonte* Formation of the *Espinhaço* Supergroup. Aiming to understand the characteristics of the Espinhaço sin rift magmatism and the metamorphism and hydrothermalism that affected the rocks, we performed petrographic and chemical analyzes of the samples. The acidic metavulcanic rocks have

grayish tonalities, porphyritic and/or aphanitic and present incipient to well-marked foliation. Petrographically, they have a blasto-porphyritic, porfiroblastic and lepidoblast texture. The mineralogy consists of quartz blasto-porphyries, andalusite and kyanite porphyroblasts, garnet pseudomorphs, feldspars, biotite, muscovite, sericite, chlorite, epidote, monazite, zircon and opaque minerals immersed in a quartz-feldspar matrix. The sericitization and muscovitization indicate the occurrence of hydrothermal alterations. According to the petrographic and geochemical characteristics, acidic metavolcanic rocks were classified as rhyolites. The Harker diagrams show scattered values of the larger elements Ca, Na and K and of the LILEs, indicating a probable mobility of these elements. Negative anomalies of Nb-Ta, Sr, P and Eu are visualized in the trace-elements and ETRs spider diagrams, in addition to enrichment of ETRL in relation to ETRP. It suggests the formation of these rocks in a continental rift environment, from a mantle previously modified by subduction.

Keywords. Acidic metavolcanics rocks, petrography, geochemistry, *Espinhaço* Supergroup

2.1 Introdução

A região de Rio de Contas está localizada no Sudoeste do Estado da Bahia, onde afloram as rochas metavulcânicas ácidas da Formação Novo Horizonte (Grupo Rio dos Remédios), inseridas no contexto geológico do Supergrupo Espinhaço.

No Estateriano, os estados de Minas Gerais e Bahia foram palco de uma tafrogênese, que gerou sistemas de riftes intracontinentais, aos quais sucederam bacias preenchidas por rochas magmáticas e sedimentares, representativas do Supergrupo Espinhaço (Pedreira, 1994; Dussin & Dussin, 1995; Danderfer *et al.*, 2009). Na Bahia reconhecem-se as bacias do Espinhaço Setentrional e do Espinhaço Oriental (área de estudo), situadas respectivamente, a oeste e a leste do Bloco do Paramirim. Segundo Guimarães *et al.* (2008), a Bacia do Espinhaço Oriental é do tipo rifte-sag e evoluiu segundo três fases tectônicas: pré, sin e pós-rifte, formando a sequência metavulcanossedimentar do Supergrupo Espinhaço, que tem como embasamento, os ortognaisses e migmatitos do Bloco Gavião.

O vulcanismo na região de Rio de Contas (BA) corresponde à Formação Novo Horizonte (Grupo Rio dos Remédios), uma sequência vulcânica ácida-intermediária com intercalações de rochas clásticas e piroclásticas. Essas rochas afloram dominanteamente na borda oeste e sul da Chapada Diamantina, e na cidade de Rio de Contas afloram ao longo da Estrada Real.

Este vulcanismo é associado ao estágio inicial do rifteamento e é classificado como um vulcanismo peraluminoso e alcalino, datado por Schobbenhaus *et al.*, 1994 em torno de 1.748 Ma (idade U-Pb em zircão). Os processos pós magmáticos registrados nessas rochas são o

metamorfismo de baixo a médio grau e o hidrotermalismo, que ocorre distribuído de forma heterogênea na área. Esses eventos são atribuídos à Orogênese Brasiliiana (Guimarães *et al.*, 2008).

Este trabalho tem o propósito de contribuir com o estudo petrológico e geoquímico das rochas metavulcânicas ácidas localizadas na Estrada Real em Rio de Contas (BA). Essa região, assim como toda a região sul e leste da formação, carece de estudos aprofundados, sendo os estudos obtidos nesse trabalho de fundamental importância para a compreensão das características do magmatismo ácido que ocorreu no início da abertura do rifte do Espinhaço.

2.2 Área, materiais e métodos

2.2.1 Contexto Geológico Regional

A área de estudo está inserida na porção central do Cráton do São Francisco, que corresponde ao segmento crustal consolidado entre o Arqueano e o Paleoproterozóico, localizado na porção centro-leste da Plataforma Sul-Americana, abrangendo principalmente os estados da Bahia e de Minas Gerais (Almeida, 1977). O Cráton São Francisco é truncado por um rifte intracontinental, que engloba todas as feições e unidades expostas nas regiões da Serra do Espinhaço Setentrional e da Chapada Diamantina. Trata-se de um rifte ensiálico, de orientação geral NNW/SSE, desenvolvido na porção norte do Cráton São Francisco durante o Paleo/Meso/Neoproterozóico (Cruz & Alkmim, 2006). Apresenta como unidades de preenchimento, os supergrupos Espinhaço e São Francisco (Barbosa *et al.*, 2003; Cruz *et al.*, 2007).

Na Bahia, o Supergrupo Espinhaço é compartimentado em dois grandes domínios fisiográficos: Domínio do Espinhaço Setentrional, a oeste, e o Domínio da Chapada Diamantina, a leste, ambos estão separados pelo Bloco do Paramirim. A área de estudo localiza-se no Domínio Chapada Diamantina, Porção Ocidental, onde o Supergrupo Espinhaço é representado, da base para o topo, pelas seguintes unidades: Formação Serra da Gameleira, Grupo Rio dos Remédios (Formações Novo Horizonte, Lagoa de Dentro e Ouricuri do Ouro) e pelo Grupo Paraguaçu, que engloba as formações Mangabeira e Açuruá (Guimarães *et al.*, 2008).

2.2.1.1 Embasamento - Bloco Gavião

O embasamento da região é representado pelo Bloco Gavião, com rochas de idade variando entre 3,5-2,7 Ga (Barbosa & Sabaté, 2003). É constituído por três unidades geológicas principais: (1) terrenos graníticos-gnáissicos-migmatíticos que corresponde à associações plutônicas de tonalitos, trondjemitos e granodioritos (TTG) e granitos arqueanos; (2) sequências supracrustais interpretadas por associações vulcanossedimentares, compostas por unidades vulcânicas ultramáficas, máficas e intermediárias, formações ferríferas bandadas (BIF), rochas carbonáticas, calcossilicáticas e sedimentação terrígena metamorfisada na fácies xisto verde a anfibolito; e (3) rochas plutônicas granitóides do paleoproterozóico, filiação cálcio-alcalina e intrusivas nos terrenos TTG e nas associações vulcanosedimentares (Bastos Leal, 1998).

2.2.1.2 Supergrupo Espinhaço - Domínio Chapada Diamantina

Na Bahia, o Supergrupo Espinhaço foi interpretado como um rifte intracontinental (Jardim de Sá, 1981; Dussin & Dussin, 1995), que se instalou por volta de 1,75 Ga (Schobbenhaus, 1996) no Estateriano, final do Paleoproterozóico. A Bacia Espinhaço Oriental, Domínio Chapada Diamantina, é do tipo rifte-sag (Guimarães *et al.*, 2008; Martins-Neto, 1998; Martins-Neto, 2000), que são bacias que exibem uma fase rifte seguida de uma fase flexural, devido à mudança no regime de subsidência de mecânico para termal, sem evoluírem para um estágio de margem passiva, com o desenvolvimento de centros de espalhamento oceânico (Allen & Allen 1990). A Bacia Espinhaço Oriental evoluiu segundo três fases tectônicas: (1) pré-rifte, composta pela Formação Serra da Gameleira; (2) sin-rifte, formada pelo Grupo Rio dos Remédios (Formação Novo Horizonte, Lagoa de Dentro e Ouricuri do Ouro); e fase (3) pós-rifte, representada pelas formações Mangabeira e Açuruá pertencentes ao Grupo Paraguaçu (Fig. 1B). A abordagem geral da geologia da área de estudo será feita com base nos autores Guimarães *et al.*, 2008 e Barbosa, 2012.

A Formação Serra da Gameleira é constituída por três associações de litofácies siliciclásticas: (1) metaquartzo-arenitos grossos a finos e metargilitos laminados; (2) metaconglomerados polimíticos e oligomíticos, e também por metarenitos médios a granulosos com estratificação acanalada; e (3) metaquartzo-arenitos com estratificação cruzada do tipo acanalada de grande porte com níveis de metabrechas, metagrauvacas e metarcóseos (Guimarães *et al.*, 2008).

A Formação Serra da Gameleira é interpretada como uma sequência deposicional, que representa a fase que precede a instalação de uma bacia rifte no paleocontinente São Francisco, no período Estateriano. A formação representa o período de adelgaçamento da crosta continental da região, com formação de bacia flexural, pré-vulcanismo e pré-rompimento litosférico (Barbosa, 2012).

O Grupo Rio dos Remédios é uma sequência metavulcanossedimentar com idade de 1,75 Ga (Schobbenhaus, 1996), que representa a fase sin-rifte da evolução tectônica da Bacia Espinhaço Oriental e é composta, da base para o topo, pelas formações Novo Horizonte, Lagoa de Dentro/Ouricuri do Ouro.

A Formação Novo Horizonte é constituída por rochas metavulcânicas, metasubvulcânicas, metapiroclásticas e metaepiclásticas, e apresenta-se como colinas e serras alongadas a estreitas, alinhadas na direção NNW-SSE (Guimarães *et al.*, 2008). As litologias desta unidade correspondem à metadacitos, metarriolitos, metaquartzos pôrfiros e meta-andesitos, em geral, bastante modificadas pela deformação e pela ação de fluidos de origem magmática e metamórfica (Barbosa, 2012; Danderfer & Dardenne, 2002). Segundo Teixeira (2005), o vulcanismo da Formação Novo Horizonte representa o estágio inicial do rifteamento e corresponde a um magmatismo peraluminoso e alcalino do Tipo A2, com importante contribuição crustal. As idades Ar-Ar de resfriamento de 404 ± 3 Ma e 499 ± 2 Ma, obtidas em muscovitas selecionadas de metarriolitos da Formação Novo Horizonte (Guimarães *et al.*, 2008), atestam a participação do evento Orogenético Brasiliense na reestruturação das bacias, que abrigam os depósitos do Supergrupo Espinhaço, demonstrando que essas rochas foram metamorfisadas e deformadas no Evento Brasiliense.

A Formação Lagoa de Dentro/Ouricuri do Ouro representa a unidade superior do Grupo Rio dos Remédios formada basicamente por uma sedimentação terrígena composta por metarritimitos, metaconglomerados polimíticos, metarenitos, metarcóseos, metagrauvacas e metaquartzo-arenitos. Esta sequência metassedimentar foi formada por fluxos gravitacionais e trativos relacionados à um sistema aluvial, que posteriormente foi retrabalhado por um sistema eólico (Guimarães *et al.*, 2008).

O Grupo Paraguaçu corresponde a fase pós-rifte na Bacia Espinhaço Oriental, caracterizada por uma sedimentação regulada por subsidência mecânica passiva. Os depósitos relacionados a essa fase correspondem às formações continental costeira/marinha rasa Mangabeira/Açuá (Guimarães *et al.*, 2008; Danderfer *et al.*, 2009; Danderfer & Dardenne, 2002).

A Formação Mangabeira é representada por rochas siliciclásticas, que correspondem a uma espessa sedimentação continental costeira, associada à tratos de sistemas de mar baixo, com metarenitos/metaquartzo-arenitos com estratificação cruzada de grande porte, geradas por processos eólicos e metarenitos com estratificação cruzada acanalada de pequeno a médio porte, formadas por correntes fluviais efêmeras (Guimarães *et al.*, 2008).

A Formação Açuруá é composta por litofácies que compõem dois ciclos de sedimentação granocrescentes ascendentes, acumulados em ambiente marinho raso e litorâneo. O primeiro ciclo começa com metargilitos, passa a metarritimitos e encerra-se com metarenitos. O segundo é representado apenas por metarritimitos sugerindo um contexto sedimentar transgressivo, passando a mar alto e diminuição da lâmina de água nesse sentido (Barbosa, 2012).

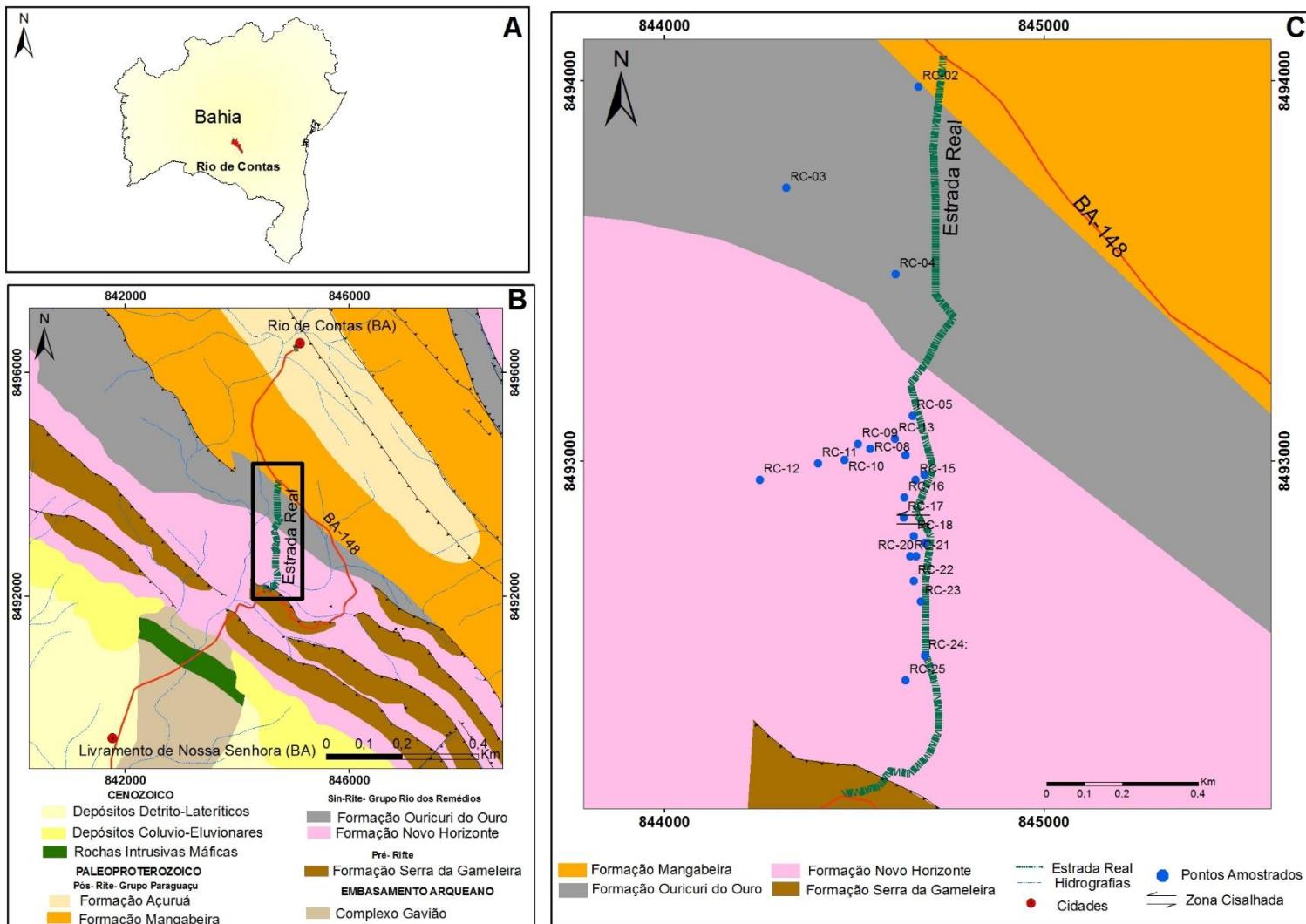


Figura 1: (A) Localização da região de Rio de Contas na Bahia. (B) Mapa Geológico da área de estudo na região de Rio de Contas-BA (Modificado de Guimarães *et al.*, 2008). (C) Mapa Geológico da área estudada – Estrada Real (Modificado de Guimarães *et al.*, 2008).

Figure 1: (A) Location of the Rio de Contas region in Bahia. (B) Geological map of the area of study in Rio de Contas-BA (Modified from Guimarães et al., 2008). (C) Geological map of the study area - Estrada Real (Modified from Guimarães et al., 2008).

2.2.2 Materiais e Métodos

O trabalho de campo ao longo da Estrada Real foi realizado com base nos mapas geológico (CPRM, 2013) e topográfico (IBGE, 2015) da região. Quarenta amostras de rochas metavulcânicas ácidas foram coletadas. Vinte e uma amostras foram selecionadas para a confecção de lâminas delgadas no Laboratório de Laminação da Universidade de Brasília (UNB). Sete amostras foram utilizadas para as análises geoquímicas. As descrições macroscópicas e microscópicas foram realizadas no Laboratório de Microscopia e Lupas do Departamento de Geologia (DGEOL) da Universidade Federal de Sergipe, com o auxílio de uma lupa de mesa (marca PHYSIS) e um microscópio petrográfico binocular da marca OLYMPUS BX4. As amostras de rocha selecionadas para análise química de rocha total foram britadas, moídas (fração < 200 mesh) e analisadas para elementos maiores, traço e terras raras no Laboratório da GEOSOL (Minas Gerais). Posteriormente, os dados químicos foram tratados, utilizando-se os softwares Excel, Petrograph e GCDkit 3.00.

2.3 Resultados

2.3.1 Geologia Local

A área de estudo localiza-se ao longo da Estrada Real (Fig. 1C), situada na serra do Rio de Contas, a sul da Cidade de Rio de Contas (BA), cujo trajeto é paralelo a BA-148 (sentido Rio de Contas/Livramento de Nossa Senhora). As metavulcânicas ácidas desta região estão inseridas na Formação Novo Horizonte, que constitui a porção basal do Grupo Rio dos Remédios e está associada ao desenvolvimento da fase sin-rifte na Bacia Espinhaço Oriental (Guimarães et al., 2008, Martins-Neto, 2000).

As rochas da área de estudo, afloram na Estrada Real na forma de serras, morros, lajedos e blocos proeminentes, e são de fácil acesso. Ocorrem nesta área, rochas representativas da Formação Novo Horizonte e Ouricuri do Ouro (Fig. 1C). A Formação Novo Horizonte é

representada por duas faciologias: as brechas vulcânicas e as rochas metavulcânicas ácidas (Fig. 2).

As brechas vulcânicas estão posicionadas na base da Formação Novo Horizonte, aflorando na área de estudo, no fim do trecho de calçamento em pedra da Estrada Real, no Balneário Riacho Bonito. As brechas ocorrem na forma de blocos proeminentes e lajados, e possuem fragmentos líticos imersos em matriz fina (Fig. 2A). Apresenta cor cinza escuro e quando alterada, tonalidade alaranjada ou preta. A matriz possui composição mineralógica composta por quartzo e sericita, ocorrem imersos na matriz fragmentos líticos angulosos de arenito, cujas dimensões variam de 2 mm a 9,5 cm. Por vezes estas rochas apresentam foliação incipiente.

As metavulcânicas ácidas afloram ao longo de praticamente toda a Estrada Real, e ocorrem estratigraficamente no topo das brechas vulcânicas. Apresentam coloração cinza a cinza escuro (Fig. 2B), e tonalidades que variam de alaranjado a avermelhado, amarelo esverdeado e preto quando alteradas. São rochas holocristalinas, porfiríticas e/ou afaníticas com mineralogia constituída por cristais de quartzo, biotita, clorita e sericita. Por vezes, ocorre a presença de vênulas de quartzo em algumas amostras.

A principal feição estrutural das metavulcânicas ácidas é a foliação (Fig. 2C), que varia de incipiente a bem desenvolvida e ocasionalmente milonítica, além de padrões de fraturamentos em várias direções, registrando um padrão deformacional dúctil e rúptil. A foliação é marcada por cristais de biotitas orientadas, predominando a foliação incipiente com atitudes NW-SE e médio a alto ângulo de mergulho para SW. Na área de estudo observa-se uma zona cisalhada (Fig. 1C), com foliação milonítica concordante com a foliação principal.

Na parte topográfica mais alta e estratigraficamente acima das metavulcânicas ácidas, afloram os arenitos da Formação Ouricuri do Ouro, sendo o contato por discordância angular.

A Formação Ouricuri do Ouro é representada por arenitos, na forma de blocos proeminentes e lajados. Essas rochas possuem tonalidade rosada, granulometria média a fina e cor de alteração variando do alaranjado ao avermelhado, amarelo e preto. A mineralogia é composta por quartzo, raros cristais de sericita e óxidos de ferro. Nestas rochas ocorrem estratificações plano paralela, marcas de onda (Fig. 2D) e veios de quartzo de espessura milimétrica a centimétrica.

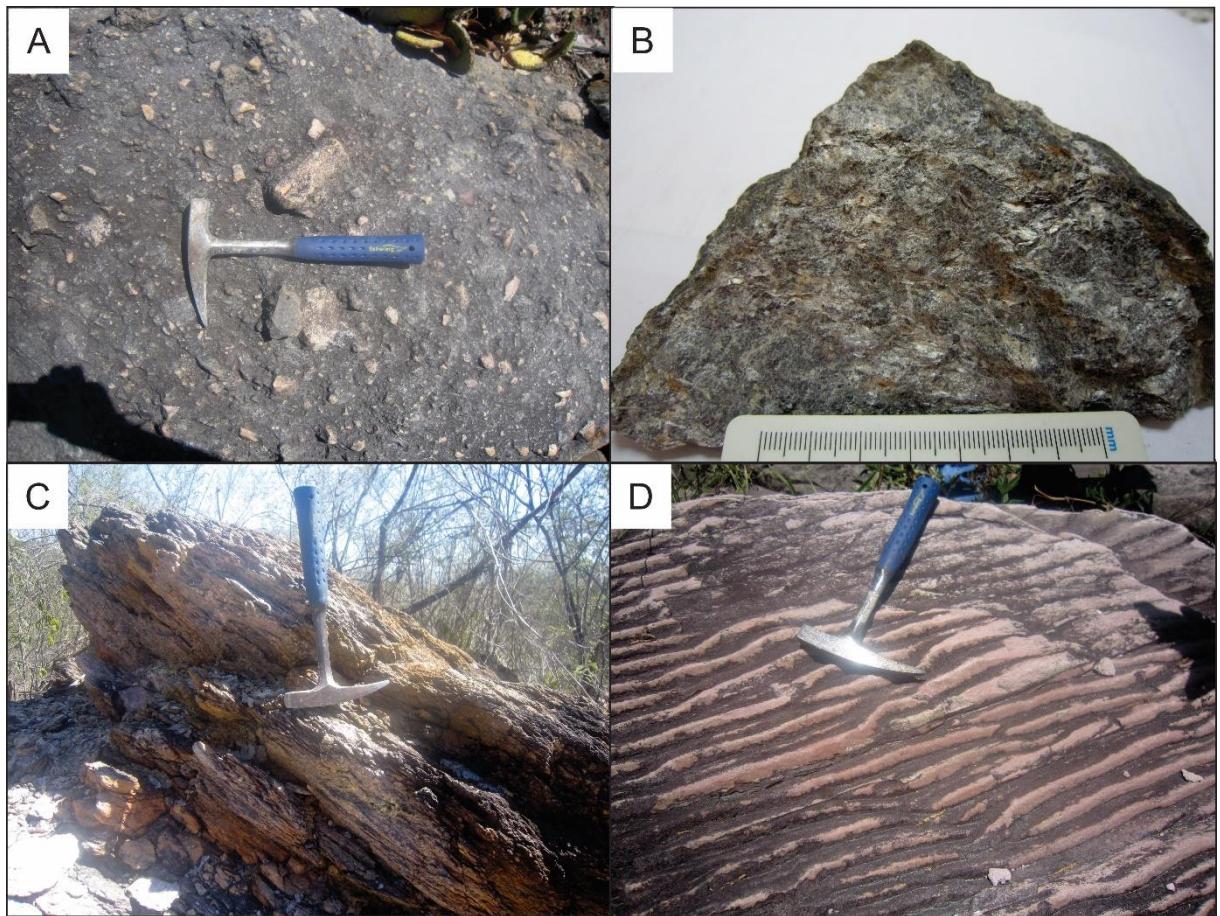


Figura 2: (A) Brecha vulcânica com fragmentos líticos (arenito) imersos na matriz. (B) Amostra de mão da rocha metavulcânica ácida com coloração cinza. (C) Afloramento de metavulcânica ácida com foliação bem marcada. (D) Afloramento de arenito com marcas de onda.

Figure 2: (A) Volcanic breccia with lithic fragments (sandstone) immersed in the matrix. (B) Acid metavolcanic hand sample showing grey color. (C) Acid metavolcanic outcrop with well marked foliation. (D) Sandstone of outcrop with wave-marks.

2.3.2 Petrografia

2.3.2.1 Metavulcânicas Ácidas

As rochas metavulcânicas ácidas que afloram ao longo da Estrada Real possuem mineralogia composta por quartzo (75-86%), feldspatos (<5%), biotita (2-8%), pseudomorfos (5-8%), andaluzita (2-5%), cianita (2-4%), sericita (2%), muscovita (1,5-4%), epidoto (1-1,5%), clorita (<1%) e minerais opacos (6-8%), além de zircão (<1%), rutilo (<1%) e monazita (<1%). A matriz das rochas é de composição essencialmente quartzo-feldspática e apresenta

concentrações de minerais opacos, muscovita, sericita, epidoto, clorita e carbonato. As texturas observadas são do tipo blasto-porfirítica, porfiroblástica e lepidoblástica.

O quartzo ocorre de duas formas, como porfiroclasto e na matriz da rocha (Fig. 3A). Nas duas formas de ocorrência, o quartzo é subidiomórfico e apresenta dimensão que varia de 0,01 mm a 0,2 mm para os cristais da matriz, e de aproximadamente 0,6 mm para o porfiroclasto de quartzo. O porfiroclasto de quartzo apresenta extinção ondulante, com ocorrência de subgrãos e novos grãos de quartzo, alguns cristais encontram-se estirados e assimétricos ou com embainhamentos e fraturados. O quartzo da matriz apresenta com extinção ondulante, ocorre com presença de subgrãos e novos grãos ou como vênulas e preenchendo fraturas. Por vezes, é possível observar feições de dissolução por pressão e de formação de sombra de pressão por cristais de quartzo, além de feições de rotação de subgrão e migração de limite de grão.

Os feldspatos (K-feldspato e o plagioclásio) encontram-se pouco preservados, e consequentemente, muito alterados para sericita, carbonato e argilominerais. Raramente pode ser observada parte da geminação polissintética da albíta no plagioclásio.

A biotita ocorre como cristais subidiomórficos, variando de 0,03 mm a 1,7 mm. Esses cristais apresentam-se bem alterados por processo de muscovitização, sendo substituídos por cristais de muscovita. Os cristais de biotita marcam a foliação principal da rocha (Fig. 3B). Em porções da rocha em que ocorre a foliação milonítica, esses cristais ocorrem bem alongados e orientados. A foliação engloba porfiroblastos de andaluzita e cianita, pseudomorfos de granada, e também, os porfiroclastos de quartos. Os cristais de biotita também são substituídos por minerais opacos, que ocorrem nas bordas dos cristais ou como inclusões.

A muscovita 1 (metamórfica) encontra-se como cristais subidiomórficos, com dimensões entre 0,04 mm a 0,07 mm. Esses cristais ocorrem ao longo da matriz e geralmente estão em contato com a cianita. Em algumas porções da rocha é possível observar a presença de mica *fish*.

Os porfiroblastos de andaluzita são subidiomórficos a xenomórficos com dimensões variando de 0,5 mm a 1,5 mm (Fig. 3C), apresentam contatos irregulares a curvos com a matriz, e alguns cristais ocorrem com bordas bastante alteradas. Esses cristais apresentam-se com fraturas e inclusões de quartzo e epidoto e comumente alterados para sericita.

A cianita ocorre como porfiroblastos subidiomórficos, com dimensões variando de 0,6 mm a 1,2 mm. Os cristais apresentam inclusões de minerais opacos e por vezes, são substituídos por andaluzita (Fig. 3D). Esses cristais são contornados pela foliação e algumas vezes apresentam-se rotacionados.

Os pseudomorfos de granada (Fig. 3E) ocorrem na forma de porfiroblastos idiomórficos a subidiomórficos, com dimensões entre 0,05 mm a 1,2 mm. Os cristais de granada são substituídos por minerais opacos e são contornados pela foliação da rocha.

A mineralogia secundária é constituída por cristais de muscovita 2 (hidrotermal), sericita, clorita, epidoto e minerais opacos. A muscovita 2 ocorre como cristais subidiomórficos, com dimensões entre 0,02 mm a 0,03 mm. Este mineral ocorre como produto de substituição da biotita por processo hidrotermal.

A sericita ocorre de forma subidiomórfica, com dimensões de 0,01 mm, resultante do processo de alteração hidrotermal dos feldspatos (sericitização) e dos porfiroblastos de andaluzita.

A ocorrência de clorita é restrita a poucas amostras. Os cristais são xenomórficos, apresentam cor verde pálido e pleocroísmo de verde pálido a verde escuro, com dimensões variando de 0,01 a 1,7 mm.

Os cristais de epidoto são xenomórficos, com dimensões de 0,02 mm e ocorrem disseminados na matriz da rocha ou associados a clorita.

Os minerais opacos são abundantes na rocha, possuem forma xenomórfica e por vezes, ocorrem como agregados na matriz. Geralmente, ocorrem associados à biotita e a granada e preenchendo fraturas.

Como minerais acessórios ocorrem cristais de zircão, monazita, apatita e rutilo. O zircão é subidiomórfico e varia entre 0,01 mm a 0,03 mm. A monazita ocorre como cristais xenomórficos, com dimensão de 0,01 mm. A apatita ocorre como cristais xenomórficos com dimensões de 0,05 mm. O rutilo ocorre de forma xenomórfica com dimensões entre 0,02 mm a 0,04 mm. Estes minerais ocorrem de forma restrita em algumas amostras.

2.3.2.2 Brecha Vulcânica

A brecha vulcânica (Fig. 3F) possui matriz fina, constituída essencialmente por quartzo, muscovita e sericita. Ocorrem imersos na matriz fragmentos líticos e quartzos. Os fragmentos líticos de arenito são geralmente angulosos, com dimensões centimétricas variadas e mineralogia composta por quartzo, muscovita, biotita e sericita. Os quartzos apresentam extinção ondulante, com dimensões variando de 0,03 mm a 0.4mm.

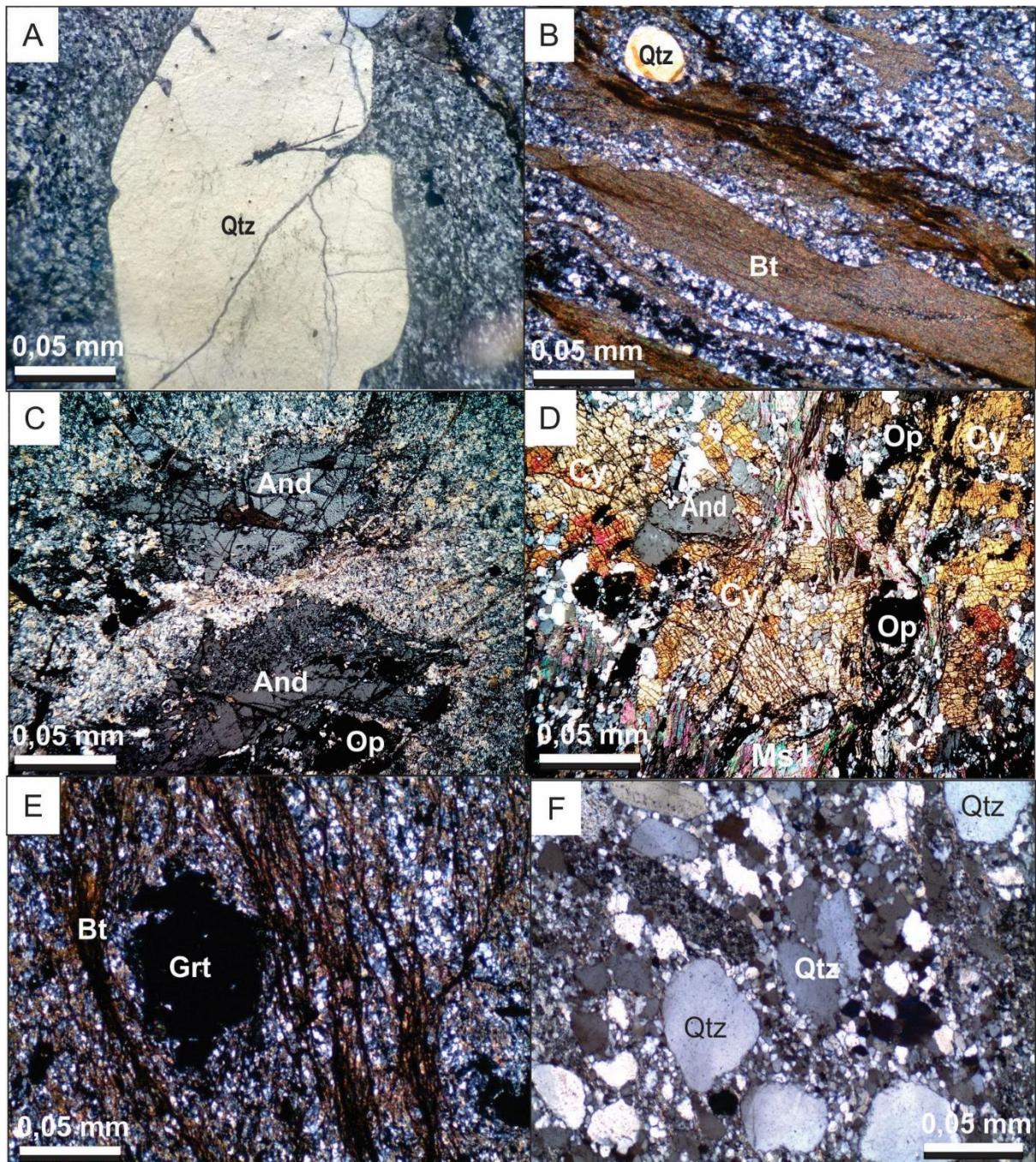


Figura 3: (A) Porfiroclasto de quartzo com feições de embainhamento. (B) Biotita orientada segundo a foliação da rocha, marcando a textura lepidoblástica. (C) Porfiroblasto de andaluzita com bordas alteradas. (D) Porfiroblasto de cianita sendo substituída por andaluzita. (E) Pseudomorfo de granada. (F) Brecha vulcânica com matriz fina e fragmentos líticos angulosos de arenito imersos na matriz. (Abreviações segundo Whitney & Evans 2010). Luz polarizada (4X).

Figure 3: (A) Quartz porphyroblast with sheathing features. (B) Moscovitized biotite oriented according to the foliation of the rock, marking the lepidoblastic texture. (C) Porphyroblast of

Andalusite with altered edges. (D) Pseudomorph garnet (E) Kyanite porphyroblast replaced by andalusite. (F) Volcanic breccia with fine matrix and sandstone angular fragments immersed in the matrix. (Abbreviations Whitney & Evans 2010). Polarized light (4X).

2.3.3 Geoquímica

As análises de rocha total para elementos maiores, traço e ETRs foram realizadas em 7 amostras previamente selecionadas, cujos dados litoquímicos encontram-se na tabela 1.

As rochas metavulcânicas ácidas da Estrada Real estão bastante alteradas e modificadas pela ação de fluidos magmáticos, primários ou secundários, de origem meteórica ou decorrentes de reações metamórficas relacionadas ao evento tectônico Brasiliano.

No intuito de verificar a mobilidade dos elementos maiores, LILES e HFSE, gráficos binários do tipo *Harker*, foram elaborados utilizando-se o elemento imóvel Zr como um índice (Fig. 4). Nos elementos maiores CaO, Na₂O e K₂O (Fig. 4) foram verificadas grandes dispersões além de valores anomalamamente baixos para rochas metavulcânicas ácidas. Da mesma forma, os elementos LILE, com alta mobilidade, como Ba e Rb também apresentam grande dispersão, em relação ao Zr. No diagrama Zr *versus* SiO₂ observa-se um padrão de correlação negativa, enquanto que para o Al₂O₃ há uma correlação positiva em relação ao Zr. E para os elementos considerados pouco móveis como o La, Lu e Nb, observa-se também uma correlação positiva em relação ao Zr. Por esta razão, optou-se pela utilização de elementos essencialmente imóveis para a classificação e definição da afinidade química do protólito ígneo das rochas.

A classificação litológica das rochas baseada na geoquímica foi dificultada devido às rochas se encontrarem hidrotermalizadas e com visível subtração dos álcalis, considerando que a maioria dos diagramas utilizam os álcalis na classificação de rochas. Na tentativa de utilizar elementos traço como índices para classificação das rochas, foi utilizado o diagrama Co *versus* Th (Hastie *et al.*, 2007) no qual as amostras plotaram no campo dos riolitos/dacitos (Fig. 5). A afinidade geoquímica do magmatismo também é de identificação difícil. Segundo Teixeira (2005), as metavulcânicas ácidas apresentam afinidade alcalina.

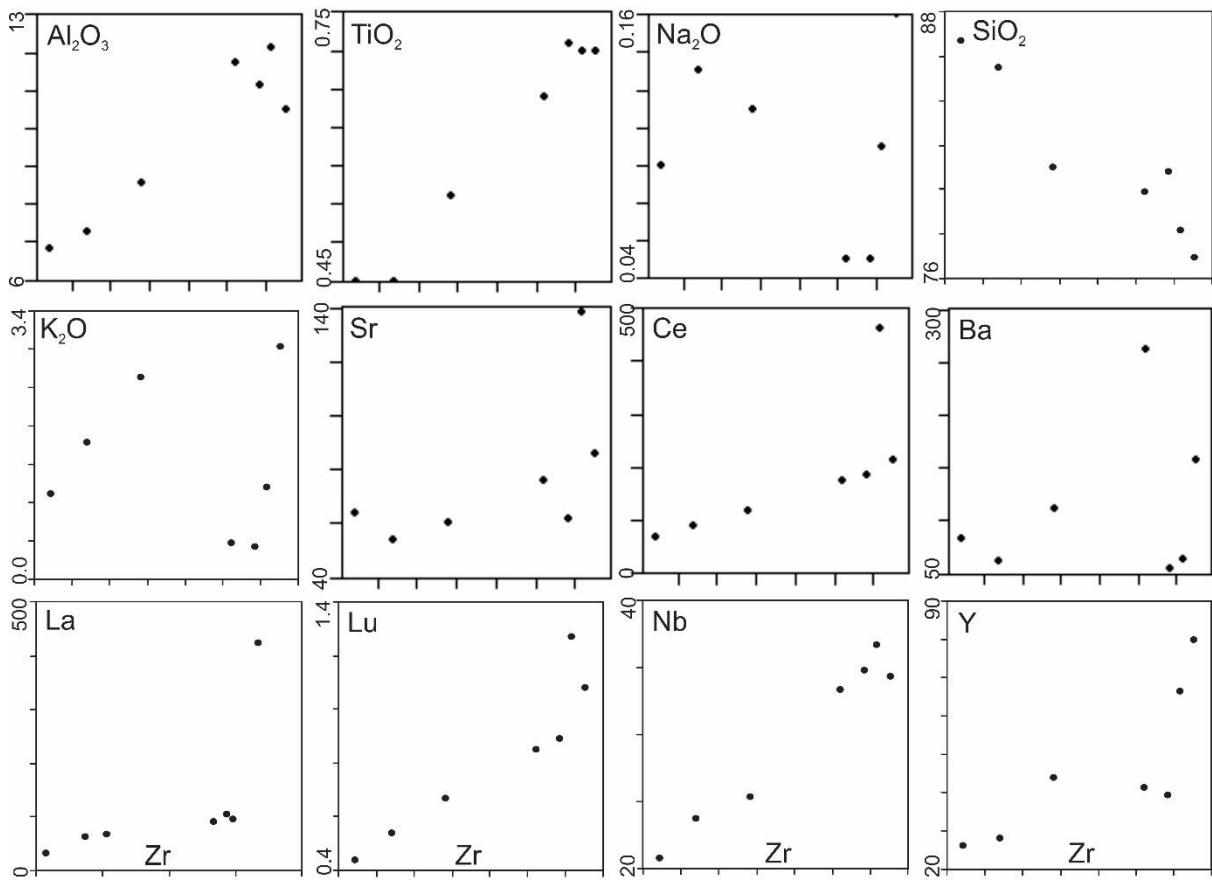


Figura 4: Comparação dos elementos Al_2O_3 , TiO_2 , Na_2O , Sr , Ce e Ba versus Zr para avaliação da mobilidade desses elementos nas rochas metavulcânicas ácidas da Estrada Real.

Figure 4: Comparison of the elements Al_2O_3 , TiO_2 , Na_2O , Sr , Ce and Ba versus Zr to evaluate the mobility of these elements in the acidic metavolcanic rocks of Estrada Real.

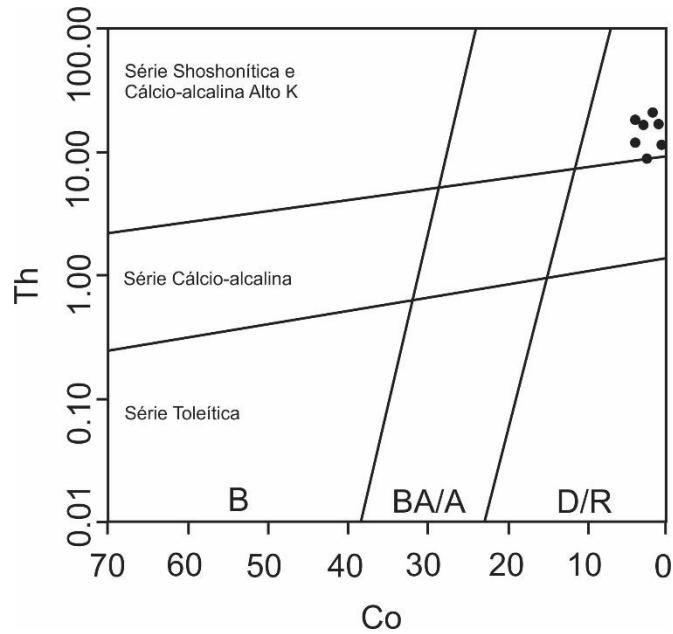


Figura 5: Diagrama de classificação Co vs Th (Hastie *et al.*, 2007), amostras plotando no campo dacito/riolito.

Figure 5: Co vs Th classification diagram (Hastie et al., 2007), plotting samples in the dacite/rhyolite field.

No diagrama multielementar para elementos-traço normalizado pelo Manto Primitivo de Sun & McDonough (1989) (Fig. 6A), as metavulcânicas ácidas apresentam um empobrecimento em LILEs (Rb, Ba, Sr, Ce) em relação aos HFSEs. As anomalias negativas de Sr, P e Ti são notáveis, além das anomalias negativas em Nb e Ta.

O padrão de distribuição dos elementos Terras Raras (ETR), quando normalizados pelo Condrito de Boynton (1984) (Fig. 6B), mostram que as rochas apresentam enriquecimento em ETRL em relação aos ETRP e anomalia negativa de Eu. A amostra RC-16 apresenta maior enriquecimento em ETRLs em relação aos pesados e anomalia negativa de Ce.

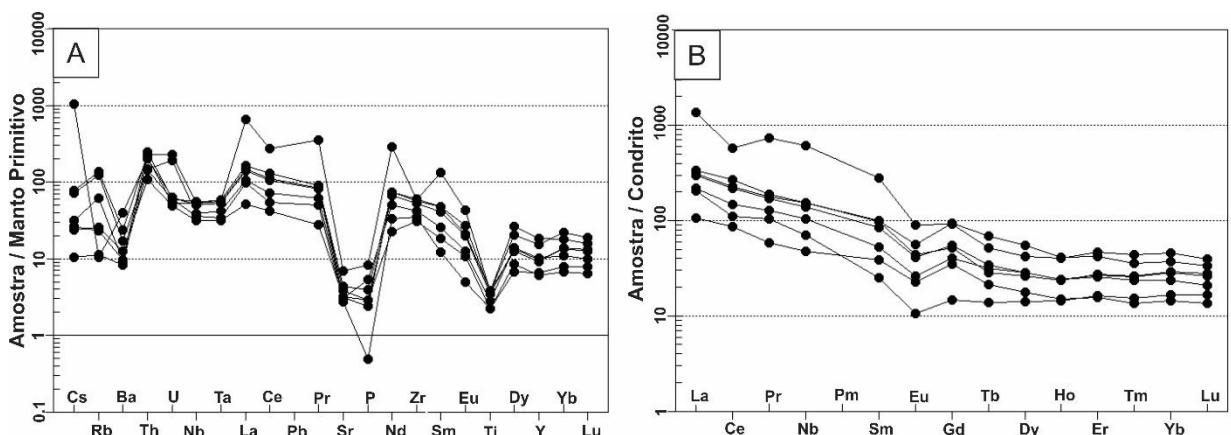


Figura 6. Padrões dos elementos-traço e elementos terras raras para as metavulcânicas da Estrada Real. (A) Diagrama multielementar de elementos-traço normalizados pelo Manto Primitivo (Sun & McDonough, 1989). (B) Diagrama de Elementos Terras Raras (ETR) normalizados pelo Condrito (Boynton, 1984).

Figure 6. (A) Multielementar diagram of trace-elements normalized by the Primitive Mantle (Sun and McDonough, 1989). (B) Rare Earth Elements spider diagram normalized by Chondrite (Boynton, 1984).

Tabela 1. Análises químicas de rocha total de elementos maiores (wt %), traço (ppm) e terras raras (ppm) das metavulcânicas ácidas da Estrada Real. Abreviação: P.F. = Perda ao fogo.

Table 1. Whole rock chemical analyzes of major (wt %), trace (ppm) and Rare Earth elements (ppm) of the acidic metavulcanics of Estrada Real. Abbreviation: P.F. = Loss on ignition.

	RC-05	RC-15	RC-16	RC-18A1	RC-20	RC-21	RC-22
SiO ₂ (%)	84,46	80,97	78,67	82,44	77,8	80,55	80,86
Al ₂ O ₃	6,64	11,89	12,19	7,01	10,6	8,51	11,15
Fe ₂ O ₃	4,33	7,03	7,36	4,59	8,28	6,53	6,7
MnO	0,04	0,06	0,01	<0,01	0,02	0,02	0,02
MgO	0,11	0,01	0,08	0,02	0,26	0,31	0,01
CaO	0,11	0,01	0,06	0,02	0,02	0,04	0,02
Na ₂ O	0,1	0,05	0,11	0,15	0,18	0,13	0,05
K ₂ O	1,09	0,49	1,21	1,73	3,08	2,63	0,43
TiO ₂	0,44	0,7	0,76	0,43	0,76	0,56	0,76
P ₂ O ₅	0,06	0,06	0,17	<0,01	0,08	0,11	0,05
Cr ₂ O ₃	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
P.F.	0,64	0,85	0,99	0,99	1,53	1,35	0,82
Total	98,03	102,14	101,61	97,38	102,62	100,76	100,87
V (ppm)	<5	<5	<5	16	20	<5	16
Ba	83	262	63	62	158	112	54
Sr	64	76	138	54	86	60	62
Y	26,15	41,31	66,6	28,02	80,01	43,99	39,44
Co	2,6	3,1	1,6	0,7	4,1	4,1	1,1
Zr	321	561	608	370	626	441	592
Zn	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Rb	15,3	6,2	14	37	81,2	74,3	6,8
Cu	9	8	5	<5	<5	<5	<5
Ce	69,4	175,8	463,6	89,7	215,1	119,3	185,2
Er	3,3	5,64	9,83	3,4	8,87	5,35	5,72
Cs	0,5	0,22	0,55	0,66	1,64	1,51	0,22
Ga	12,4	20,1	21,2	12,1	23,9	15,7	17,6
Gd	9,08	14,2	24,02	3,79	24,43	10,39	13,25
Hf	8,84	14,64	15,56	8,85	15,95	11,68	15,68
Ho	1,08	1,73	2,87	1,04	2,98	1,74	1,7
La	33	91,4	424,2	63,2	105	68,2	96,4
Lu	0,44	0,85	1,27	0,54	1,08	0,67	0,89
Mo	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Nb	20,77	33,37	36,71	23,74	34,35	25,34	34,8
Nd	28,4	83,1	365,2	41,9	93,1	62,1	92,4
Ni	8	8	7	<5	10	8	6
Pr	7,06	20,64	89,42	12,68	23,14	15,46	21,55
Eu	1,66	3,02	6,68	0,77	4,15	1,91	3,23
Sm	7,5	16,4	54,4	4,9	19,4	10,3	19,2
Sn	2,8	3,4	2,7	2,4	3,5	3,3	3,4
Ta	1,17	1,93	2,1	1,25	2,14	1,54	2,04
Tb	1,02	1,62	2,44	0,65	3,26	1,48	1,36
Th	8,7	16,3	20	11,4	18,1	11,8	16,7
Tl	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tm	0,44	0,83	1,43	0,5	1,15	0,76	0,85
U	0,97	1,25	1,21	1,19	4,62	3,79	1,06
W	2,9	4,7	3,5	2,1	3	3,5	3,5
Dy	5,67	9,13	13,67	4,59	17,54	9,23	8,45
Yb	3	6	9,6	3,5	7,8	4,9	6,1

2.4 Discussões

2.4.1 Considerações Acerca dos Estudos Petrográficos: Estágios Magmáticos e Pós-magmáticos.

Os estudos petrográficos realizados na Estrada Real no município de Rio de Contas permitiram reconhecer na região, afloramentos de rochas metavulcânicas como brechas vulcânicas (rochas piroclásticas) e riolitos/dacitos (rochas efusivas ácidas), pertencentes à Formação Novo Horizonte. O enfoque desta pesquisa são as rochas efusivas (metavulcânicas) ácidas, que ocorrem associadas às sequências de rochas metassedimentares da Formação Serra da Gameleira (porção basal do Supergrupo Espinhaço) e da Formação Ouricuri do Ouro (topo da Formação Novo Horizonte).

Os dados de campo mostraram que em alguns locais, as rochas metavulcânicas ocorrem intercaladas com as rochas metassedimentares (principalmente arenitos). Estas rochas apresentam registros de metamorfismo de baixo grau e deformação predominantemente associada à zonas de cisalhamento.

As rochas metavulcânicas ácidas da Estrada Real, possuem mineralogia primária composta por cristais de quartzo, feldspatos, muscovita, biotita, pseudomorfos de granada, andaluzita e cianita, e minerais secundários como clorita, epidoto, muscovita, sericita e minerais opacos, além de cristais de monazita, apatita, rutilo e zircão. A maior parte das amostras possuem porfiroclastos de quartzo imersos numa matriz quartzo-feldspática, representando estes porfiroclastos, um resquício da mineralogia ígnea da rocha.

Na petrografia está impresso o registro da deformação ocorrida na região. A foliação dos metarriolitos é marcada pela orientação dos cristais de biotita. Ocorre a presença de subgrãos e novos grãos de quartzo (Fig. 7A), além de quartzos estirados, mica-*fish*, porfiroblastos de cianita e pseudomorfos de granada rotacionados (Fig. 7B). Estas feições remetem a recristalização e deformação dinâmica e estática associadas às zonas de cisalhamento existentes na região de estudo.

O principal mecanismo de recristalização identificado nos cristais de quartzo foi a rotação de subgrão, ocorrendo menos frequentemente a migração de limite de grão. Evidências de dissolução por pressão e formação de sombras de pressão formadas por quartzo também foram identificadas. Esses tipos de estruturas são comuns em temperaturas entre 400 a 500 °C, o que é compatível com a temperatura de cristalização da cianita em equilíbrio com a granada

(em torno de 450°C) (Bucher & Frey, 1994). A quebra da cianita para cristalização da andalusita, na temperatura acima referida, está relacionada à diminuição de pressão, associada provavelmente aos eventos finais da inversão da Bacia do Espinhaço.

As feições de alteração hidrotermal encontradas nessas rochas, como a muscovitização e a sericitização, revelam a ação de fluidos na região, evidências essas também ressaltadas por Teixeira (2005) na região mais a noroeste (cidade Novo Horizonte), onde afloram rochas metavulcânicas da Formação Novo Horizonte. A muscovitização (Fig. 7C) é frequente nos cristais de biotita das metavulcânicas ácidas da área de estudo. Este processo ocorre durante a deformação dúctil da rocha e implica na migração de fluidos de forma intercristalina, fazendo com que fases menos estáveis a essas condições sofram processos de transformação por eles induzidos. Assim, há a tendência do cristal de biotita se transformar, segundo os planos de clivagem, quaisquer que sejam eles, considerando que a clivagem facilita a percolação dos fluidos hidrotermais.

A formação da sericita ocorre por instabilidade química dos feldspatos na presença de H^+ , OH^- , K^+ , com formação de quartzo e micas brancas, além da lixiviação de Na, Mg, Ti, Fe e K (Misas, 2015). Os feldspatos alcalinos são extremamente susceptíveis a ação de soluções hidrotermais (Sial, 1984) e em zonas de hidrotermalismo é comum a substituição de feldspatos alcalinos por sericita (Tokashiki, 2015). O epidoto também pode ser produto de alteração hidrotermal dos feldspatos (Sial, 1984).

Associada à paragênese hidrotermal, tem-se ainda a clorita (Fig. 7D) que pode precipitar diretamente de soluções ou substituir minerais pré-existentes, geralmente ferro-magnesianos, e os minerais opacos. Portanto, a assembléia mineral resultante da alteração hidrotermal é composta por quartzo, muscovita, sericita, clorita, epidoto, minerais opacos e rutilo.

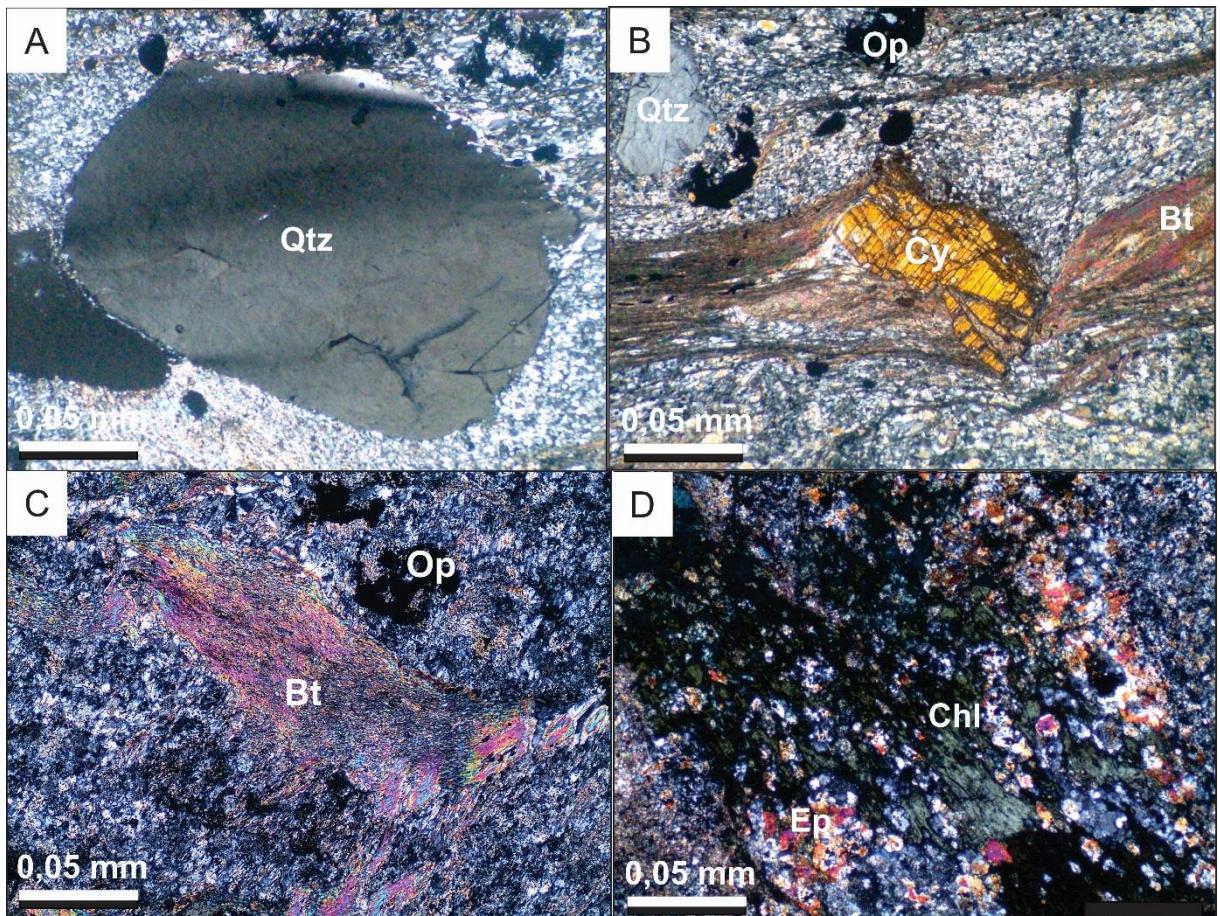


Figura 7: (A) Porfiroclasto de quartzo com presença de subgrãos. (B) Cristal de cianita rotacionado. (C) Processo de muscovitização nos cristais de biotita. (D) Clorita hidrotermal. (Abreviações segundo Whitney & Evans 2010). Luz polarizada (4X).

Figure 7: (A) Quartz porphyroblast with presence of subgrains. (B) Rotated cyanite crystal. (C) Muscovite process in biotite crystals. (D) Hydrothermal chlorite. (Abbreviations Whitney & Evans 2010). Polarized light (4X).

2.4.2 Características Geoquímicas das Metavulcânicas Ácidas

Considerando as características petrográficas e geoquímicas, as rochas metavulcânicas ácidas em estudo foram classificadas como metariolitos, uma vez que essas rochas possuem matriz quartzo-feldspática, comum nos riolitos, e a maior parte das amostras apresentam porfiroclastos de quartzo, que seriam resquícios da mineralogia da rocha ígnea (riolito).

Comparando as amostras (LR-17, LR-18, LR-38 e LR-39) de riolitos da região de Novo Horizonte pertencentes à Formação Novo Horizonte (Teixeira, 2005), com as amostras das

rochas metavulcânicas ácidas da Estrada Real (Fig. 8), percebe-se também as semelhanças geoquímicas dos padrões de enriquecimento e anomalias entre as amostras.

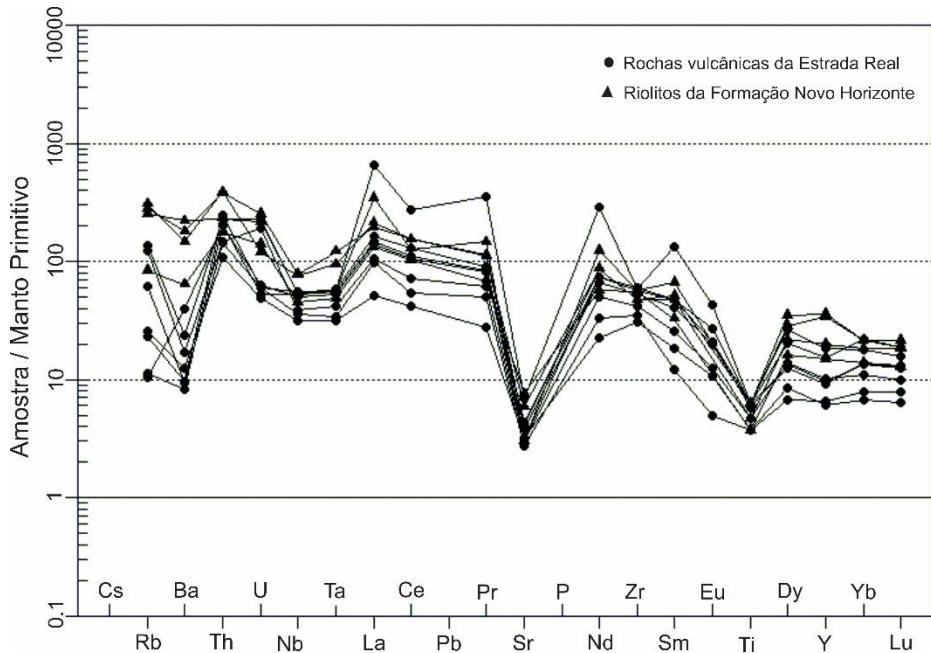


Figura 8: Diagrama multielementar de elementos-traço normalizado pelo manto primitivo (Sun & McDonough, 1989) para as amostras das metavulcânicas da Estrada Real e as amostras de riolitos (LR-17, LR-18, LR-38 e LR-39) da Formação Novo Horizonte.

Figure 8: Multielementar diagram of trace-elements normalized by the Primitive Mantle (Sun and McDonough, 1989) for samples of the Estrada Real metavulcanics and the samples of rhyolites (LR-17, LR-18, LR-38 and LR-39) of the Novo Horizonte Formation.

As amostras estudadas apresentam uma ampla dispersão dos elementos maiores Na₂O, CaO e K₂O nos diagramas de *Harker*, que associados aos conteúdos baixos desses elementos nas metavulcânicas (Tab. 1), refletem a mobilidade dos mesmos (Fig. 4). Da mesma forma, os elementos-traço do tipo LILE (Ba e Rb) apresentam dispersão, enquanto os elementos considerados pouco móveis a imóveis (SiO₂, TiO₂, Al₂O₅ e FeO₂, HFSE e ETRs) apresentam *trends* com o índice Zr. A existência de zonas de cisalhamento, que facilitam a percolação de fluídos e consequentemente, as trocas catiônicas nas rochas submetidas às condições metassomáticas, provavelmente favoreceram a lixiviação dos elementos mais móveis, gerando a dispersão nos gráficos.

Apesar de existir um *trend* de SiO₂ com o Zr e de SiO₂ com o Al₂O₃, a correlações são negativas, não representando um *trend* clássico de cristalização fracionada. Em todos os diagramas com *trends* de correlação positiva, podem ser observados dois grupos de amostras,

um mais empobrecido (Grupo 1) e outro mais enriquecido (Grupo 2). O Grupo 1 (amostras RC-05, RC-18A1 e RC-21) é formado por rochas que apresentam valores anomalamamente baixos de Al_2O_3 e altos de SiO_2 . É evidente também no Grupo 1, os valores mais baixos de elementos-traço comparado com o Grupo 2. O Grupo 2 (RC-15, RC-16, RC-20 e RC-22) por sua vez, apresenta valores um pouco mais baixos de SiO_2 e mais altos de Al_2O_3 que o Grupo 1. Apresentam também valores mais altos de elementos-traço. Cabe ressaltar que uma das amostras do Grupo 2 (RC-16) apresenta valores anomalamamente altos de P_2O_5 e de ETRs, devido à presença dos minerais acessórios monazita, apatita e zircão, minerais enriquecidos nestes elementos.

De acordo com as características geoquímicas citadas acima, as amostras do Grupo 1 possuem uma quantidade anomalamamente alta de SiO_2 , sugerindo a assimilação crustal de uma porção mais arenítica pelo magma riolítico para a formação desse grupo. A maioria das rochas do Grupo 1 não apresentam aluminossilicatos (andaluzita e cianita), comuns no Grupo 2, embasando a hipótese de assimilação de um material pobre em Al_2O_3 e rico em SiO_2 .

O grupo 2 por sua vez é caracterizado pela ocorrência de aluminossilicatos e pseudomorfos de granada na sua mineralogia, incomum em rochas riolíticas. Essa mineralogia pode ser explicada pela assimilação de rochas pelíticas ricas em alumínio por parte do magma riolítico. As rochas sedimentares, como já citado acima, formavam a base da Bacia do Espinhaço (Formação Serra da Gameleira), quando houve a intrusão do magma riolítico. Fragmentos e até mesmo lentes maiores desses arenitos podem ser encontradas inseridas na unidade metavulcânica ácida da Formação Novo Horizonte, sendo mais uma evidência da assimilação crustal.

Os padrões para elementos-traço observados no diagrama multielementar (Fig. 6A) são caracterizados por expressivas anomalias negativas de Nb, Ta, Sr, P e Ti. A anomalia negativa de Nb, Ta e Ti é característica de magmas de zonas de subducção, enquanto que o padrão de ETRs é característico de magmas alcalinos e intraplaca (Fig. 9A). A instalação do rifte Espinhaço se dá durante o Estateriano, logo após a Orogênese Paleoproterózoica, onde segmentos crustais arqueanos do Cráton São Francisco colidiram, registrando o pico em torno de 2.0 Ga (Barbosa & Sabaté, 2003). Dessa forma, no momento da instalação do Rifte do Espinhaço, a fonte do magmatismo alcalino sofreu interação com o manto previamente modificado por zona de subducção (manto metassomatizado), gerando as características geoquímicas típicas de subducção impressas nas rochas estudadas.

A anomalia negativa de Sr pode estar relacionada a alta mobilidade desse elemento, considerando que houve empobrecimento nos principais elementos móveis da rocha, associado ao evento hidrotermal que afetou a região. Além disso, as anomalias de Sr, P e Ti podem ainda ter sido intensificadas pelo fracionamento de plagioclásio, apatita, minerais opacos/rutilo, respectivamente, durante a geração dos riolitos.

O padrão de distribuição dos ETR (Fig. 6B), mostra que as rochas apresentam enriquecimento em ETRL em relação aos ETRP. A anomalia negativa de Eu observada sugere fracionamento de plagioclásio. A amostra RC-16 apresenta maior enriquecimento em ETRLs em relação aos ETRPs e anomalia negativa de Ce, sendo estas características atribuídas a presença de monazita na rocha.

No diagrama de discriminação geotectônica Y vs. Nb (Pearce *et al.* 1984) (Fig. 9A), as rochas apresentam características de formação em ambiente intraplaca, compatível com o ambiente de rifte assumido para a Chapada Diamantina. O diagrama de Eby (1992) através da relação entre vários elementos traços, define dois tipos de magmatismo do tipo A: (i) A1, cuja origem é eminentemente mantélica e (ii) A2, produzido por fusão parcial de crosta continental. Os produtos de mistura entre material mantélico e crustal também são enquadrados nesta categoria. As amostras das rochas metavulcânicas ácidas da Formação Novo Horizonte plotam no campo Tipo A2 (Fig. 9B), sugerindo assimilação crustal.

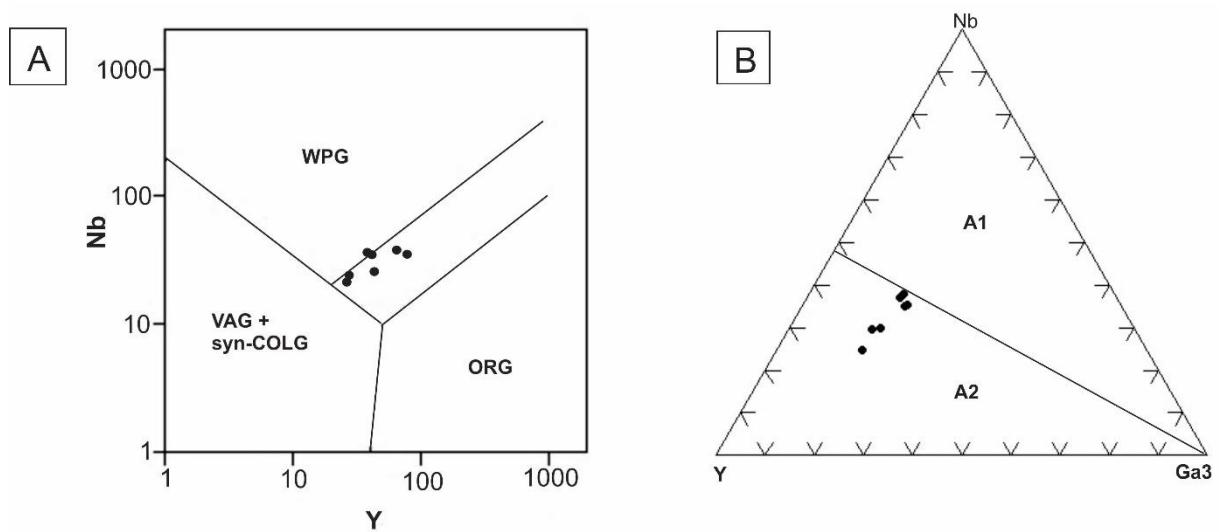


Figura 9: Diagramas discriminantes. (A) Diagrama discriminando o magmatismo do Tipo A2 para as metavulcânicas ácidas da Estrada Real (Eby, 1992). (B) Diagramas de discriminação de ambiência geotectônica de Pearce *et al.* (1984), para as metavulcânicas ácidas. WPG (Granitos

Intraplaca), VAG (Granitos de Arco Vulcânico), ORG (Granitos de Cordilheira Oceânica) e SYN-COLG (Granitos Sin-colisionais).

Figure 9. (A) Discriminant diagrams. (A) Diagram discriminating A2 Type magmatism for acid metavolcanics from Estrada Real (Eby, 1992). Geotectonic environment discrimination diagrams of Pearce et al. (1984) for acid metavolcanics. WPG (Intraplate Granites), VAG (Volcanic Arc Granites), ORG (Oceanic Ridge Granites) and SYN-COLG (Sin-Collisional).

2.5 Conclusões

As metavulcânicas ácidas da Estrada Real são rochas com cores em tons de cinza e cinza escuro, com textura afanítica e foliação incipiente a bem marcada.

Petrograficamente apresentam texturas blasto-porfirítica, porfiroblástica e lepidoblástica. A mineralogia é constituída por quartzo, feldspatos, biotita, andaluzita, cianita, pseudomorfo de granada, sericita, clorita, epidoto, muscovita, monazita, apatita, zircão, minerais opacos/rutilo. A foliação é marcada pelos minerais de biotita orientados.

Os dados petrográficos associados as análises químicas indicam que o protólito das rochas corresponde a riolitos. Os dados geoquímicos atestam expressivas anomalias negativas de Nb, Ta, Sr, P e Ti, no diagrama multi-elementar de elementos-traço. O padrão de ETRs das metavulcânicas ácidas mostra enriquecimento em ETRLs em relação aos ETRPs. Essas rochas foram formadas em ambiente intraplaca, um rifte continental assumido para a Chapada Diamantina, e estão associadas a um magmatismo do Tipo A2, demonstrando assimilação de material crustal pelo magma riolítico, e ainda preservando características de manto modificado por zona de subducção.

De acordo com as características geoquímicas das rochas metavulcânicas, as amostras são representadas em dois Grupos: o Grupo 1 com amostras mais empobrecidas em Al_2O_3 e consequentemente mais enriquecida em SiO_2 . E o Grupo 2 com amostras que apresentam valores um pouco mais baixos de SiO_2 e mais altos de Al_2O_3 que o Grupo 1. Sugere-se que o Grupo 1 foi formado por processos de assimilação crustal de rochas areníticas por parte do magma riolítico. E o Grupo 2 formado por assimilação crustal de rochas pelíticas ricas em Al_2O_3 .

A Orogênese Brasiliiana ocorrida no Neoproterozóico na região de Rio de Contas, gerou o espessamento crustal decorrente da tectônica de cavagemento e a formação de inúmeras zonas de cisalhamento no contexto geológico da região, e consequentemente, o metamorfismo

regional e processos hidrotermais associados, que propiciaram modificações químicas nas rochas da região de Rio de Contas, através da ação de fluidos ou decorrentes de reações metamórficas relacionadas ao evento tectônico.

Agradecimentos. À Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe - FAPITEC/SE pela concessão da bolsa de mestrado. À Coorientadora, Profa. Cristine Lenz, pelo auxílio no trabalho de campo. Aos professores: Antônio Garcia (DGEOL/PROGEOLOGIA-NUPEG/UFS) pelo apoio com equipamentos necessários para o preparo das amostras e Joilma Prazeres Santos (UFOB) pelas importantes discussões e contribuições geológicas. Aos Geólogos: Reginaldo Alves dos Santos (CPRM) pela ajuda na elucidação de dúvidas no mapa geológico, Márcio Vinicius Dantas (PROGEOLOGIA-NUPEG/UFS) pela colaboração no corte de amostras e Emilayne Cristina pela colaboração na edição dos mapas.

Referências Bibliográficas

- Almeida, F.F.M. 1977. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, 7:349-364.
- Allen, P.A., Allen, J.R., 1990. *Basin Analysis - Principles and Applications*. Blackwell (Basil), Oxford, 451 p.
- Barbosa, J.S.F., Sabaté, P. & Marinho, M.M. 2003. O Cráton do São Francisco na Bahia: uma síntese. *Revista Brasileira de Geociências*, 33(1):3-6.
- Barbosa, J.S.F. & Sabaté P. 2003. Colagem Paleoproterozóica de placas arqueanas do Cráton do São Francisco na Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, 33(1-Suplemento):7-14.
- Barbosa, J.S.F. 2012. Geologia da Bahia: pesquisa e atualização, 2v.: iL. color. – (Série de publicações especiais; 13). Salvador, CBPM, 33-85 p.
- Bastos-Leal, L.R. 1998. Geocronologia U/Pb (Shrimp), 207Pb/206Pb, Rb-Sr, Sm-Nd e K-Ar dos Terrenos Granito Greenstone do Bloco do Gavião: Implicações para Evolução arquena e proterozóica do Cráton do São Francisco, Brasil. São Paulo, 21 p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade Estado de São Paulo.
- Boynton, W. V. 1984. Geochemistry of rare earth elements: meteorite studies. In: Henderson P. (Ed.) *Rare Earth elements geochemistry*. Elsevier. p. 63-114.
- Bucher, K. & Frey, M. 1994. *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 315p.

- CPRM – Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais. 2013. Mapa Geológico Folha Rio de Contas - 1:100.000. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br>. Arquivo consultado em 10 de Fevereiro de 2015.
- Cruz, S.C.P. & Alkmim, F.F. 2006. The tectonic interaction between the Paramirim Aulacogen and the Araçuaí Belt, São Francisco Craton region, Easter Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 78(1):151-173.
- Cruz, S.C.P., Dias, V.M. & Alkmim, F.F. 2007. A interação tectônica embasamento/cobertura em aulacógenos invertidos: um exemplo da Chapada Diamantina Ocidental. *Revista Brasileira de Geociências*, 37(4 - suplemento): 111-127.
- Danderfer, A. & Dardenne, M.A. 2002. Tectonoestratigrafia da bacia Espinhaço na porção centro-norte do Cráton do São Francisco: registro de uma evolução poliestróica descontínua. *Revista Brasileira de Geociências* 32(4):449-460.
- Danderfer, A., Waele B.D., Augusto, J., Pedreira, A.J. & Nalini, H.A. 2009. New geochronological constraints on the geological evolution of Espinhaço basin within the São Francisco Craton-Brazil. *Precambrian Research*, 170:116-128.
- Dussin I.A. & Dussin T.M. 1995. Supergrupo Espinhaço: Modelo de Evolução Geodinâmica. *Geonomos*, 1:19-26.
- Eby, N. E. 1992. Chemical subdivision of the A-type granitoids: Petrogenetic and tectonic implications. *Geology*, 20:641-644.
- Guimarães, J.T., Martins, A.A.M., Andrade, Filho, E.L., Loureiro, H.S.C., Arcanjo, J.B.A., Abram, M.B., Silva M.G. & Bento, R.V. 2008. Projeto Ibitiara-Rio de Contas. Série Arquivos Abertos; 31, CPRM-Bahia. Salvador.
- Hastie, A.H., Kerr, A.C., Pearce, J.A., Mitchell, S.F. 2007. Classification of altered volcanic island arc rocks using immobile trace elements: development of the Th–Co discrimination diagram. *Journal of Petrology*, 48:2341-2357.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. Carta Topográfica de Rio de Contas, Bahia. Região Nordeste do Brasil – 1:100.000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Arquivo consultado em 15 de Janeiro de 2015.
- Jardim de Sá, E.F. 1981. A Chapada Diamantina e a Faixa Santo Onofre: um exemplo de tectônica intraplaca no Proterozóico Médio do Cráton do São Francisco. In: Inda, H.; Marinho, M.M.; Duarte F.B., Orgs. Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia; Textos Básicos. vol. IV. Salvador, SME/CPM, 111-120 p.

- Martins-Neto, M.A. 1998. O Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: registro de uma bacia rifte-sag do paleo/mesoproterozóico. *Revista Brasileira de Geociências*, 28(2):151-168.
- Martins-Neto, M.A. 2000. Tectonics and sedimentation in a paleo/mesoproterozoic rift-sag basin (Espinhaço basin, southeastern Brazil). *Precambrian Research*, 103:147-173.
- Misas, C.M.E. 2015. *Geologia e alteração hidrotermal nas rochas vulcânicas e plutônicas paleoproterozóicas na porção sul da Província Mineral do Tapajós (PA)*. São Paulo, 26-32 p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade Estado de São Paulo.
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W. & Tindle, A.G. 1984. Trace element discrimination diagrams for tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 25:956-983.
- Pedreira, A.J. 1994. *O Supergrupo Espinhaço na Chapada Diamantina no Centro-Oriental, Bahia: sedimentologia, estratigrafia e tectônica*. São Paulo, 51-120 p. Tese Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Schobbenhaus, C., Hoppe, A., Baumann, A., Lork, A. 1994. Idade U/Pb do vulcanismo Rio dos Remédios, Chapada Diamantina, Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 1994, Balneário Camboriú. Boletim de Resumos Expandidos, Camboriú, 2:397-398.
- Schobbenhaus, C. 1996. As tafrogêneses superpostas Espinhaço e Santo Onofre, Estado da Bahia: Revisão e novas propostas. *Revista Brasileira de Geociências*, 26(4):265-276.
- Sial, A.N. 1984. Petrologia ígnea: os fundamentos e as ferramentas de estudo. Salvador, SBG; CNPq; Bureau. 33-51 p.
- Sun, S.S. & McDonough, W.F. 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders, A. D. & Norry, M.J. (Eds.). Magmatism in ocean basins. *Geological Society of London, Spec. Pub.* 42: 313-345.
- Teixeira, L. R. 2005. Projeto Ibitiara- Rio de Contas: relatório temático de litogegeoquímica. Salvador: CPRM, 33 p. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Relatório interno.
- Tokashiki, C.C. 2015. *Mineralizações Low-E intermediate-sulfidation de ouro e de metais de base em domos de riolito paleoproterozóicos na porção sul da província mineral do Tapajós*. São Paulo, 107-118 p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em

Recursos Minerais e Hidrogeologia, Instituto de Geociências, Universidade Estado de São Paulo.

Whitney, D.L. & Evans, B.W. 2010. Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, 95:185-187.

CAPITULO III

CONCLUSÕES

Na Estrada Real, a Formação Novo Horizonte é representada por rochas metavulcânicas ácidas e brechas vulcânicas. As rochas metavulcânicas ácidas, foco deste trabalho, possuem coloração cinza escuro, textura afanítica e foliação incipiente a bem marcada. Apresentam texturas blasto-porfirítica, porfiroblástica e lepidoblástica. A mineralogia é constituída por quartzo, feldspatos, biotita, andaluzita, cianita, pseudomorfo de granada, sericita, clorita, epidoto, muscovita, monazita, apatita, zircão, minerais opacos/rutilo. Apresentam foliação bem marcada pelos minerais de biotita orientados. Os dados petrográficos associados às análises químicas sugerem que o protólito das rochas metavulcânicas corresponde a riolito. Os dados geoquímicos atestam expressivas anomalias negativas de Nb, Ta, Sr, P e Ti no diagrama multi-elementar de elementos-traço. O padrão de ETRs das metavulcânicas ácidas mostra enriquecimento em ETRLs em relação aos ETRPs. Essas rochas foram formadas em ambiente intraplaca e estão associadas a um magmatismo do Tipo A2, demonstrando assimilação de material crustal pelo magma riolítico, e ainda preservando características de manto modificado por zona de subducção. De acordo com as características químicas das rochas, dois grupos podem ser definidos: o Grupo 1, com amostras mais empobrecidas em Al_2O_3 e consequentemente mais enriquecidas em SiO_2 , sugerindo que este grupo foi formado por processos de assimilação crustal de rochas areníticas por parte do magma riolítico, e o Grupo 2, com amostras que apresentam valores mais baixos de SiO_2 e mais altos de Al_2O_3 que o Grupo 1, sugerindo que foi formado por assimilação crustal de rochas pelíticas ricas em Al_2O_3 . As rochas estudadas foram modificadas e deformadas no Evento Brasiliano.

ANEXO

Porto Alegre, 25 de julho de 2017.

À Josiene Maria de Almeida e colaboradores

Venho comunicar o recebimento do manuscrito listado, submetido para publicação em *Pesquisas em Geociências*, órgão de divulgação científica editado pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Contudo, para dar prosseguimentos às atividades editoriais, é necessário realizar ajustes, necessitando, portanto, de nova submissão.

Os principais problemas encontrados dizem respeito à formatação, incluindo a necessidade de padronizar todas as referências bibliográficas de acordo com as normas da revista, conforme poderão observar no arquivo em anexo, que deve ser utilizado para confecção de um novo arquivo e uma nova submissão.

Agradeço a seleção de *Pesquisas em Geociências* para a publicação de sua contribuição.

Observações:

- a) Salvar a nova versão como o nome Man 699 Almeida et al v3
- b) Na mensagem eletrônica, no campo “assunto”, inserir: Man 699 Almeida et al.

Manuscrito 699: Geologia, Petrografia e Geoquímica das rochas Metavulcânicas Ácidas da Estrada Real, Rio de Contas (BA).

Autores: Josiene Maria de ALMEIDA, Adriane MACHADO, Cristine LENZ, Leidiane Cerqueira de Carvalho de LIZ, Igor Antônio Alves da COSTA.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Paulo Alves de Souza - Editor Chefe

Pesquisas em Geociências

Instituto de Geociências – Departamento de Paleontologia e Estratigrafia
Av. Bento Gonçalves, nº 9500 - Bloco 1 - Prédio 43127
CEP 91.540-000, Porto Alegre, RS, Brasil.
Email: paulo.alves.souza@ufrgs.br

APÊNDICE I

Este trabalho contou com a participação dos seguintes autores:

1. Professora Cristine Lenz, coorientadora, que contribuiu na realização do trabalho de campo, tratamento de dados em laboratório e discussões do trabalho;
2. Geóloga Leidiane Cerqueira de Carvalho de Liz, que colaborou nas atividades de laboratório e discussões da petrografia;
3. Bolsista de Iniciação Científica-COPES/UFS, Igor Antônio Alves da Costa, que auxiliou na edição de mapas e diagramas químicos, colaborando também com o trabalho de laboratório e discussões da petrografia.

Todos os nomes supramencionados contribuíram para a concretização da dissertação de mestrado, formando a equipe de trabalho do projeto de mestrado.