

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

EVOLUÇÃO TECTÔNICA DO CRATON AMAZONAS NA
REGIÃO SUDESTE DO ESTADO DO AMAZONAS: UM
ESTUDO EM MÚLTIPLAS ESCALAS COM BASE NA
INTEGRAÇÃO DE DADOS GEOLÓGICO-ESTRUTURAIS E
GEOFÍSICOS

ANTONIO CHARLES DA SILVA OLIVEIRA

MANAUS
2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

ANTONIO CHARLES DA SILVA OLIVEIRA

EVOLUÇÃO TECTÔNICA DO CRATON AMAZONAS NA
REGIÃO SUDESTE DO ESTADO DO AMAZONAS: UM
ESTUDO EM MÚLTIPLAS ESCALAS COM BASE NA
INTEGRAÇÃO DE DADOS GEOLÓGICO-ESTRUTURAIS E
GEOFÍSICOS

Dissertação apresentada ao
Programa de PósGraduação em
Geociências da Universidade
Federal do Amazonas - UFAM, como
requisito parcial para a obtenção do
título de Mestre em Geociências,
área de Concentração em
Geociências.

Orientador Prof. Dr. Marcelo Esteves Almeida

MANAUS
2016

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

O48e Oliveira, Antonio Charles da Silva
Evolução Tectônica do Cráton Amazonas na região sudeste do Estado do Amazonas : Um estudo em múltiplas escalas com base na integração de dados geológico–estruturais e geofísicos / Antonio Charles da Silva Oliveira. 2016
64 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Marcelo Esteves Almeida
Dissertação (Mestrado em Geociências - Geologia Regional) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Superposição de Eventos Deformacionais. 2. Magnetometria.
3. Arco Magmático Juruena. 4. Cráton Amazonas. 5. Proterozoico.
I. Almeida, Marcelo Esteves II. Universidade Federal do Amazonas
III. Título

ANTONIO CHARLES DA SILVA OLIVEIRA

EVOLUÇÃO TECTÔNICA DO SUDESTE DO ESTADO DO AMAZONAS: UM
ESTUDO EM MÚLTIPLAS ESCALAS COM BASE NA INTEGRAÇÃO DE
DADOS GEOLÓGICO-ESTRUTURAIS E GEOFÍSICOS.

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Geociências da
Universidade Federal do Amazonas,
como requisito parcial para obtenção
do Título de Mestre em Geociências,
área de concentração em Geociências.

Aprovado em 07 de abril de 2016.

BANCA EXAMINADORA



Dr. Marcelo Esteves Almeida, Presidente.
CPRM/Manaus



Prof. Dr. Carlos Alejandro Salazar, Membro.
Universidade Federal do Amazonas



Prof. Dr. Amarildo Salina Ruiz, Membro.
Universidade Federal de Mato Grosso

Dedico
A ti e somente a ti,
Que é a verdadeira razão do meu tudo.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho contou com a ajuda e cooperação de diversas pessoas e instituições as quais gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos.

- ❖ Em primeiro lugar, a energia do mundo que através de suas diversas formas fez-se presente conduzindo meus passos pelo caminho natural, por mais que muitas vezes eu tenha insistido em desviado desse caminho, em todos os momentos da minha vida.
- ❖ A minha família pelo apoio e incentivo nas decisões tomadas com relação ao meu futuro profissional.
- ❖ Ao Departamento de Geociências da Universidade Federal do Amazonas, pelo seu curso de Mestrado a partir do Programa de Pós-Graduação em Geociências.
- ❖ Ao meu orientador Marcelo Esteves Almeida, pela constante paciência, apoio e orientação durante todas etapas deste trabalho.
- ❖ Ao Serviço Geológico do Brasil – CPRM/SGB, por toda estrutura de escritório e laboratorial cedida; liberação de dados dos Projetos de Mapeamento Geológico Cartas Sumaúma e Rio Roosevelt e Projeto Aerogeofísico Aripuanã; e dispensar para cursar as disciplinas durante o desenvolvimento dessa dissertação.
- ❖ Ao companheiro Ulisses Pinheiro pelo apoio durante parte das viagens de campo.
- ❖ Aos companheiros da SUREG-Manaus pelo apoio e ajuda durante toda a realização deste trabalho.
- ❖ Aos membros da banca examinadora desta dissertação, Professores Dr. Carlos Alejandro Salazar e Dr. Amarildo Salina Ruiz, pelas valiosas críticas, sugestões e discussões que contribuíram significativamente para a conclusão dessa dissertação.
- ❖ Ao Professor Dr. Ivaldo Trindade pela cooperação durante grande, e valiosíssima, fase inicial dessa pesquisa.
- ❖ A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, ficam aqui registrados meus sinceros agradecimentos. Muito obrigado.

Houve um tempo em que eu ouvia o que as pessoas diziam e acreditava que elas iriam agir em conformidade, mas agora ouço o que dizem e observo o que fazem.

Confúcio

RESUMO

No sudeste do estado do Amazonas afloram rochas plutono-vulcânicas e sedimentares (Província Rondônia-Juruena, 1,81–1,51 Ga), agrupadas em associações petrotectônicas: Embasamento Juruena (APEJ), Sequência Supracrustais Juruena (APSSJ), Vulcano-Plutonismo Pós-Juruena (APVPJ) e Sequência Sedimentar Pós-Juruena (APSPJ). As APEJ e APSSJ marcam a geração de arcos magmáticos (1,81–1,74 Ga), enquanto as APVPJ (1,64–1,53 Ga) e APSPJ (1,74–1,08 Ga) definem eventos pós-orogênicos. Dados aeromagnéticos identificaram o arcabouço estrutural regional definido por três padrões: L0 – anomalias profundas lineares (ENE-WSW), L1 e L2 – anomalias rasas lineares respectivamente com direções NW-SE e NE-SW. As relações de superposição mostram L1 truncando L0 e ambos são interceptados por L2. Estudo geológico-estrutural definiu três estilos estruturais, sendo dois deles com direção NW-SE: 1) D1 - bandamento gnáissico dobrado (anfíbolito superior, 1,52 Ga) e 2) D2 - foliação milonítica e xistosidade geradas sob temperaturas de aproximadamente 350°C (xisto verde, 1,48-1,46 Ga). O terceiro estilo estrutural D3 (ENE-WSW a NE-SW) apresenta zonas cataclásticas geradas em temperaturas inferiores a 350°C (baixo xisto verde, 1,32 Ga). Esses estilos deformacionais apresentam relação com os eventos de retrabalhamento da crosta Rondônia-Juruena: a) anomalias magnéticas L0 e estruturação D1 - geradas em evento colisional (1,64 Ga) relacionado à colagem do arco Juruena com a crosta Tapajós-Parima; b) anomalias magnéticas L1 e estruturação D2 - associadas a evento deformacional (1,52 Ga) atribuído a colisão entre os terrenos Tapajós-Parima e Juruena-Jamari; c) anomalias magnéticas L2 e evento deformacional D3 - correlacionadas ao Ciclo Orogrênico Sunsás, representado na região pela Orogenia Candeias (1,37–1,32 Ga).

Palavras-Chaves: Magnétometria; Superposição de Eventos Deformacionais; Proterozoico; Arco Magmático Juruena; Cráton Amazonas.

ABSTRACTS

In the SW Amazonas State the plutonic-volcanic and sedimentary rocks were grouped in different petrotectonic associations: Juruena Basement (JBA), Juruena Supracrustal Sequence (JSSA), Post-Juruena Volcano-plutonism (PJVPA) and Post-Juruena Sedimentary Sequence (PJSSA). The JBA and JSSA (1.81–1.74 Ga), are arc magmatic-related, whereas the PJVPA (1.64–1.53 Ga) and PJSSA (1.74–1.08 Ga) define the main post-orogenic events in this region. Magnetic data analysis show at least three patterns, named in relative chronologic, as deep linear anomalies with ENE-WSW trend (L0); linear shallow anomalies with NW-SE (L1) and NE-SW (L2) trends. The relationship of superposition suggests that L1 cross-cut L0, and both are transposed by L2 pattern. Geological-structural studies point out three structural styles, two them belongs to a NW-SE deformational belt: 1) D1 – banding folded structures from gneisses (upper amphibolite, 1.52 Ga); and 2) D2 – mylonitic foliation and schistosity structures in temperature of ~350°C (greenschist, 1.48-1.46 Ga). The third structural style (D3) has ENE-WSW and NE-SW trends, well-defined cataclastic zones generated under temperature <350°C (lower greenschist, 1.32 Ga). These structural styles have a correlation with main crustal reworking events of Rondônia-Juruena Province: a) L0 magnetic anomalies and S1 polydeformational lineaments - generated in the collisional event (1.64 Ga) responsible by Juruena magmatic arc and Tapajós-Parima continent amalgamation; b) L1 magnetic anomalies and S2 lineaments - related to the another collisional event (1.52 Ga), responsible by Tapajós-Parima and Juruena-Jamari terranes collage; c) L2 magnetic anomalies and S3 lineaments - related to Sunsás Orogenic Cycle, represented by Candeias Orogeny (1.37–1.32 Ga).

Keywords: Aeromagnetic, Structural analysis; Deformational phases overprinting; Proterozoic; Juruena Magmatic Arc; Amazonas Craton.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação, intitulada “**EVOLUÇÃO TECTÔNICA DO CRATON AMAZONAS NA REGIÃO SUDESTE DO ESTADO DO AMAZONAS: UM ESTUDO EM MÚLTIPLAS ESCALAS COM BASE NA INTEGRAÇÃO DE DADOS GEOLÓGICO–ESTRUTURAIS E GEOFÍSICOS**”, está dividida em três Capítulos.

No **Capítulo I** é apresentada a problemática envolvida na estruturação e evolução dos terrenos proterozoicos aflorantes na Região Sudeste do Estado do Amazonas, e sua implicação nos modelo evolutivo da Província Geotectônica Rondônia-Juruena, do Cráton Amazonas. Este capítulo é subdividido em: 1. Introdução; 2. Localização e Acesso; 3. Objetivos; 4. Sudoeste do Cratón Amazonas; 5. Geologia Local; 6. Fundamentação Teórica; e 7. Métodos e Materiais.

No **Capítulo II** é o desenvolvimento do trabalho na forma de artigo científico, o qual é apresentado seu manuscrito intitulado “**TECTONIC EVOLUTION OF THE SOUTHEASTERN PORTION OF THE STATE OF AMAZONAS (BRAZIL): INTEGRATION OF GEOLOGICAL, GEOPHYSICAL AND STRUCTURAL DATA**”; submetido em 23 de março de 2016 ao Brazilian Journal of Geology (ID. BJGEO-2016-004).

No **Capítulo III** é feito o fechamento da dissertação através dos tópicos: 1. Conclusões e recomendações e 2. Referências bibliográficas utilizadas na dissertação.

CAPITULO I

1- INTRODUÇÃO	01
2- LOCALIZAÇÃO E ACESSO	02
3- OBJETIVOS	04
4- SUDOESTE DO CRATÓN AMAZONAS	04
5- GEOLOGIA LOCAL	11
6- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
7- MÉTODOS E MATERIAIS	18

CAPITULO II

1- INTRODUCTION	23
2- MATERIALS AND METHODS	27
3- TECTONIC-MAGNETIC FRAMEWORK	28
4- PETROTECTONIC ASSOCIATIONS	32
5- STRUCTURAL GEOLOGY AND METAMORPHISM	38
6- DISCUSSIONS AND CONCLUSIONS	50
7- REFERENCES	55

CAPITULO III

1- CONCLUSÕES	59
2- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

CAPITULO I

1. INTRODUÇÃO

Na região Sudeste do Estado do Amazonas o conhecimento geológico tem início com mapeamentos de reconhecimento ao longo do Rio Aripuanã (Almeida e Nogueira Filho, 1959) e consolidou-se através de projetos governamentais de geologia básica, executados na década de 1970 (Liberatore et al. 1972, Santos et al. 1978). No Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado do Amazonas (Reis et al. 2006) é apresentada uma revisão da geologia da porção sudeste do estado, feita através da consistência de dados prévios, análises e reanálises litogeoquímicas e interpretações de sensoriamento remoto. Dessa forma, apenas em 2007, após descobertas de importantes ocorrências minerais na região, por exemplo, Garimpo Eldorado do Juma; tem-se início novos Projetos de Geologia Básica (Almeida e Costa, 2016) e Aerolevanteamento Geofísico (Prospectors/CPRM, 2009) na região, cujo aporte de dados geológicos, geoquímicos, isotópico e geofísicos, estes últimos utilizando modernas técnicas analíticas e de interpretação, demonstram aspectos geológicos dessa região que a distingue do que é descrito em outras exposições da Província Rondônia-Juruena, por exemplo, extremo Norte do Mato Grosso e Centro-Leste de Rondônia, dentre os quais: i) Os Granitoides da Suíte Teodósia (1,76 Ga; U-Pb SHRIMP II), com assinatura geoquímica cálcico-alcálico de alto potássio, apresentam idades mais jovem, que seus correlatos Granito São Romão, São Pedro, e Suíte Juruena; ii) Nessa região, a estruturação regional é representada por zonas de cisalhamento, com direção NW-SE, que constituem uma faixa deformacional, com aproximadamente 50 quilômetros de largura e 350 quilômetros de comprimento, enquanto, no Mato Grosso a estruturação regional tem direção geral E-W (WNW-ESE); ii) Na Faixa Deformacional NW-SE, análises termocronológicas apresentaram idades de 1,48-1,46 Ga (Ar-Ar *heatind step*), obtidas, a partir de cristais de hornblenda e muscovita, respectivamente, extraídos de milonitos; enquanto, paragneisses migmatíticos e pequenos corpos leucograníticos apresentam, respectivamente, idades de recristalização e cristalização de 1,52 Ga (U-Pb SHRIMP II), obtida a partir de cristais de zircão. Assim sugerindo para essa região um Evento Colisional Mesoproterozoico, contemporâneo ao magmatismo pós-orogênico a anarogênico

Serra da Providência (1,60-1,53 Ga), desconhecido em outras exposições da Província Rondônia-Juruena.

Nesta dissertação é apresentado um estudo em múltiplas escalas que integra interpretações geofísicas, mapeamento geológico e análise estrutural. cujos objetivos são: Na escala regional, através dos dados geofísicos, delimitar o arcabouço geotectônico regional, as relações de superposição entre megaestruturas e delimitação e interpretação geotectônica de domínios magnéticos; Na escala local, através da análise estrutural de dados coletados ao longo dos rios Roosevelt e Guariba, caracterizar os eventos deformacionais, descrever suas feições estruturais, relações de superposição e cinemática, por fim, na microescala, obtem-se estimativas das condições metamórficas de pressão e temperatura, através de estudos petrograficos e microtectônicos.

2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

Esta dissertação tem sua área de estudo limitada pelos paralelos S 08° 00' e S 08° 42', e meridianos W 60° 25' e W 61° 06', localizada cerca de 500 quilômetros de Manaus-AM, recobrando parcialmente os municípios amazonenses de Nova Aripuanã e Manicoré, além de Aripuanã, no Mato Grosso. A principal via de acesso na região é a rodovia BR-230 (Transamazonica), pela qual é feito o acesso a área de estudo partindo-se de Apuí-AM, sede municipal mais próxima, em direção a Humaita-AM, por cerca de 100 quilômetros ate a travessia do Rio Aripuanã, na localidade de Vila do Carmo, a partir desse ponto, o acesso é fluvial pelo rio ate os rios Roosevelt e Guariba, e seus principais afluentes.

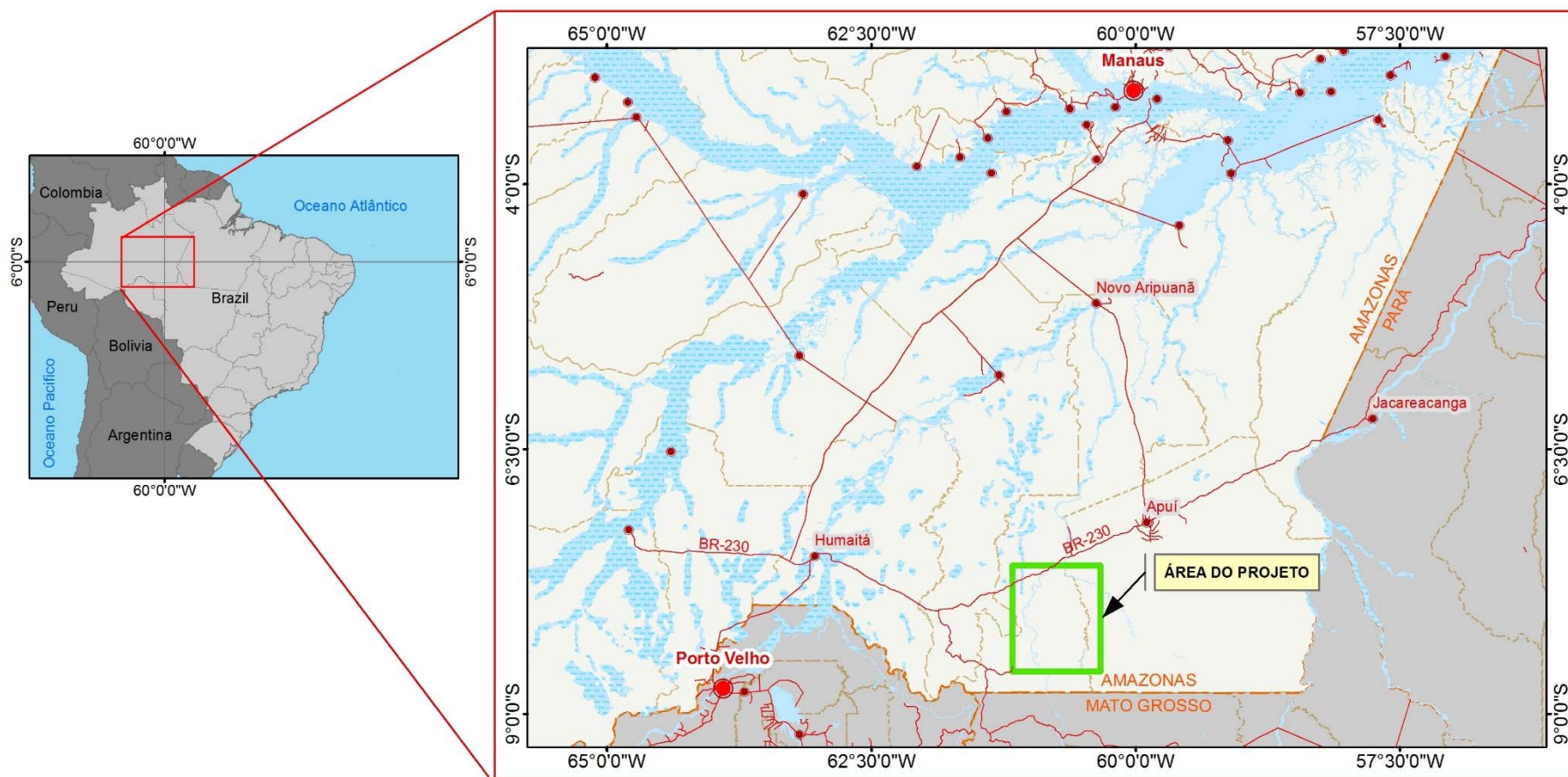


Figura 01 – Mapa de localização da área de estudo, na porção sudeste do estado do Amazonas (IBGE 2013).

3. OBJETIVOS

Os estudos desenvolvidos nessa dissertação de mestrado têm como objetivo a caracterização estrutural da área de estudo, sua correlação com a avelução geotectônica da região sudeste do estado do Amazonas e as implicações desse estudo no modelo evolutivo da Província Rondônia-Juruena. Pretende-se caracterizar temporal e espacialmente os eventos deformacionais e metamórficos, através de análises nas escala: Regional – integrando dados geológicos de campo (pontuais) a interpretações de dados magnetométricos e gamaespectométricos aerolevados (1:500.000-1:250.000); e Semi-detelhe (local) – através do mapeamento geológico e estrutural em detalhe (1:100.000) em perfil levantados ao longo dos rios Roosevelt e Guariba e de análises petrográficas e microtectônica. Dessa forma somam-se ao escopo da pesquisa objetivos secundários, que são:

- 1- Caracterizar geotectonicamente a granitogenese mesoproterozoica que ocorre na área de estudo; e estabelecer correlações com os eventos magmáticos contemporâneos que ocorrem na porção sudoeste do Cráton Amazonas;
- 2- Discursão de estudos de geoquímica isotópica e litogeoquímicos, disponíveis na literatura, no contexto tectono-metamórfica proposto pelo autor.
- 3- Por fim pretende-se a publicação dos resultados na forma de artigo científico em periódico nacional.

4. SUDOESTE DO CRÁTON AMAZONAS

O Cráton Amazonas (Figura 01a) destaca-se como sendo uma das maiores áreas pré-cambrianas do mundo, sendo a principal feição geotectônica da América do Sul, no entanto, ainda é geologicamente pouco conhecida. No território brasileiro estão cerca de 80% de sua área, porem grande parte esta encoberta por bacias sedimentares fanerozóicas, sendo apenas expostos seus limites leste e sul-sudeste, os quais se dão com rochas do Ciclo Orogênico Brasileiro (Pimentel & Fuck, 1992). A área de estudo esta inserida na porção Sudoeste do Cráton Amazonas (Figura 01b), que subdividida, segundo Tassinari e Macambira (2007, Figura 02) nas Províncias Geocronológicas Rio Negro-Juruena (1.78–1.55 Ga); Rondoniana-San Inácio (1.56–

1.30 G.a.) e Sunsás-Aguapeí (1.25–1.00 Ga); enquanto, Santos et al. (2008, Figura 03), reconhecer apenas duas províncias geocronológicas para essa porção do cratón, a Províncias Rondônia-Juruena (1.84 – 1.54 Ga) e a Província Sunsás (1.46 – 1.11 Ga), nesse trabalho é adotada a proposta de Santos et al. (2008). Assim, sendo a área de estudo esta inserida no contexto geotectônico da Província Rondônia-Juruena, segue abaixo sua descrição resumida:

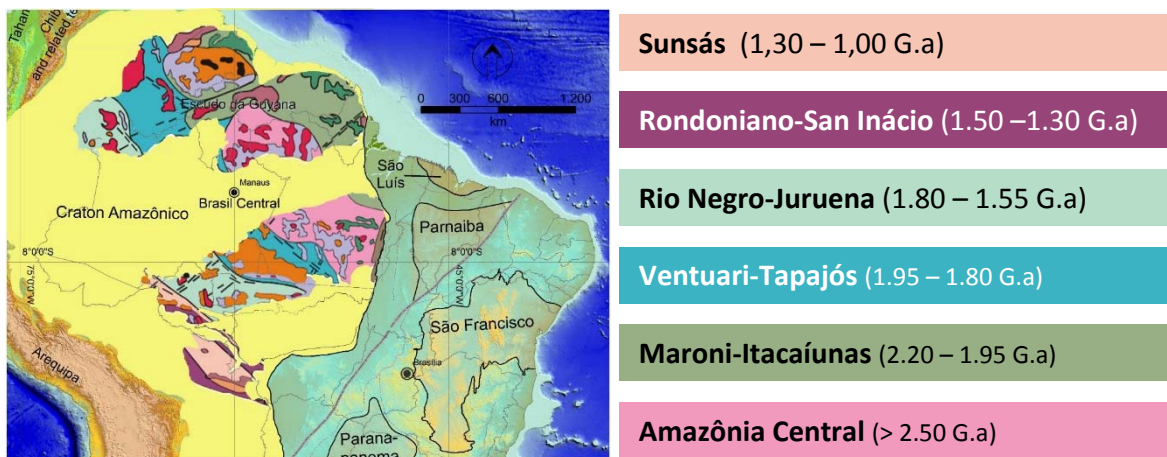


Figura 02 – Modelo de Províncias Geocronológicas do Cratón Amazonas (Tassinari e Macambira, 2007)

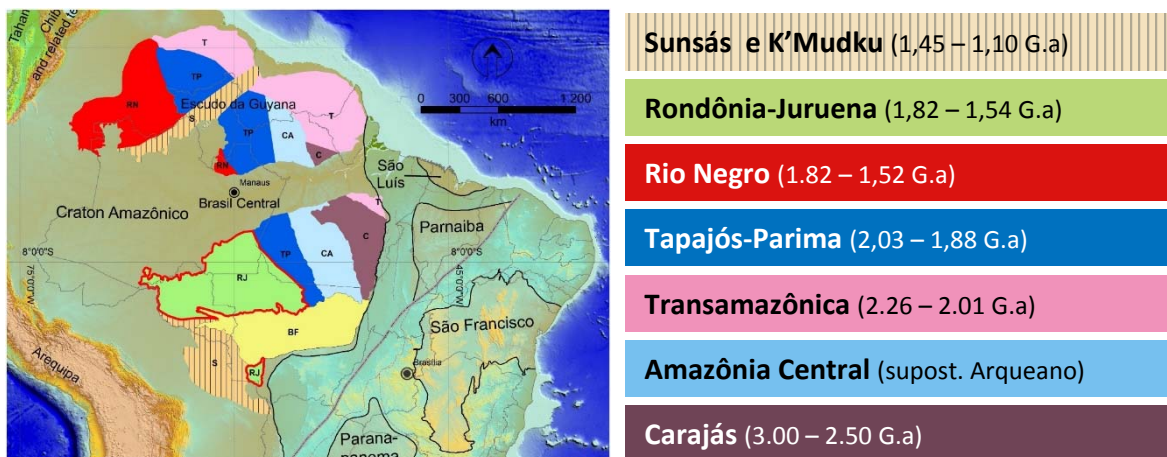


Figura 03 – Modelo de Províncias Geocronológicas do Cratón Amazonas (Santos et al. 2008)

4.1. Província Rondônia-Juruena

A Província Rondônia–Juruena (Figura 04) compreende um segmento crustal do Cráton Amazonas que se formou no intervalo de 1840 - 1540 M.a (Santos et al. 2002; e Rizzotto et al. 2004), que se dispõe segundo a direção regional WNW-ESE ou E-W e é constituído por terrenos granitóides e vulcanossedimentares, cuja parte setentrional, denominada Domínio Juruena (Santos et al 2002), que é constituída pelos sub-domínios Juruena (1,85 - 1,72 Ga) e Roosevelt-Aripuanã (1,76 - 1,74 Ga); enquanto, sua porção oriental, é representada pelo Domínio Jamari (1780 - 1620 Ga). Os Domínios Juruena e Jamari têm sua evolução vinculada a um sistema de arcos magmáticos que interagiram entre si desde o Paleoproterozoico, através de faixas orogênicas acrescionário-colisionais Juruena-Rondônia (Scandolara et al 1999).

Domínio Juruena

O domínio Juruena é constituído por rochas plutônicas e vulcânicas félsicas de filiação calcialcalina de alto-K, interpretadas como uma sucessão de arcos magmáticos (Santos et al., 2000). No Estado de Mato Grosso, esse domínio foi subdividido em dois segmentos crustais (Lacerda Filho et al, 2001; Frasca et. al, 2003; Souza et al. 2004): a norte, um terreno plutono-vulcânico, deformado em regime rúptil a rúptil-dúctil (suítes Juruena e Paranaíta, Grupo Colíder, Alcalina Rio Cristalino e Granito Nhandu), com idade de cristalização no intervalo de 1850 – 1750 M.a (Souza et al., 2004); e a sul, um terreno granito-gnáissico, de médio a alto grau metamórfico, deformado em regime dúctil (Complexo Nova Monte Verde, Suíte Intrusiva Vitória e granitos São Pedro, São Romão e Apiacás), com idade de cristalização entre 1780 – 1750 M.a. Estes terrenos foram denominados de Arco Magmático Juruena (Lacerda Filho et al., 2000), No entanto, Bizzi et al., 2003, interpretaram-nos como relacionados a dois arcos magmáticos distintos. Esta segunda interpretação se baseia nas diferenças de idades, de grau de deformação entre esses dois segmentos crustais e estabelece as condições para explicar o cavalgamento do segmento norte por sobre o segmento sul, num processo de underthrusting. Segundo Souza et al. (2004), o Arco Magmático Juruena foi desenvolvido em diferentes regimes deformacionais progressivos e em duas modelagens tectônicas: i) A primeira relacionada a subducção-colisão oblíqua e ii) A segunda relacionada a transcorrências.

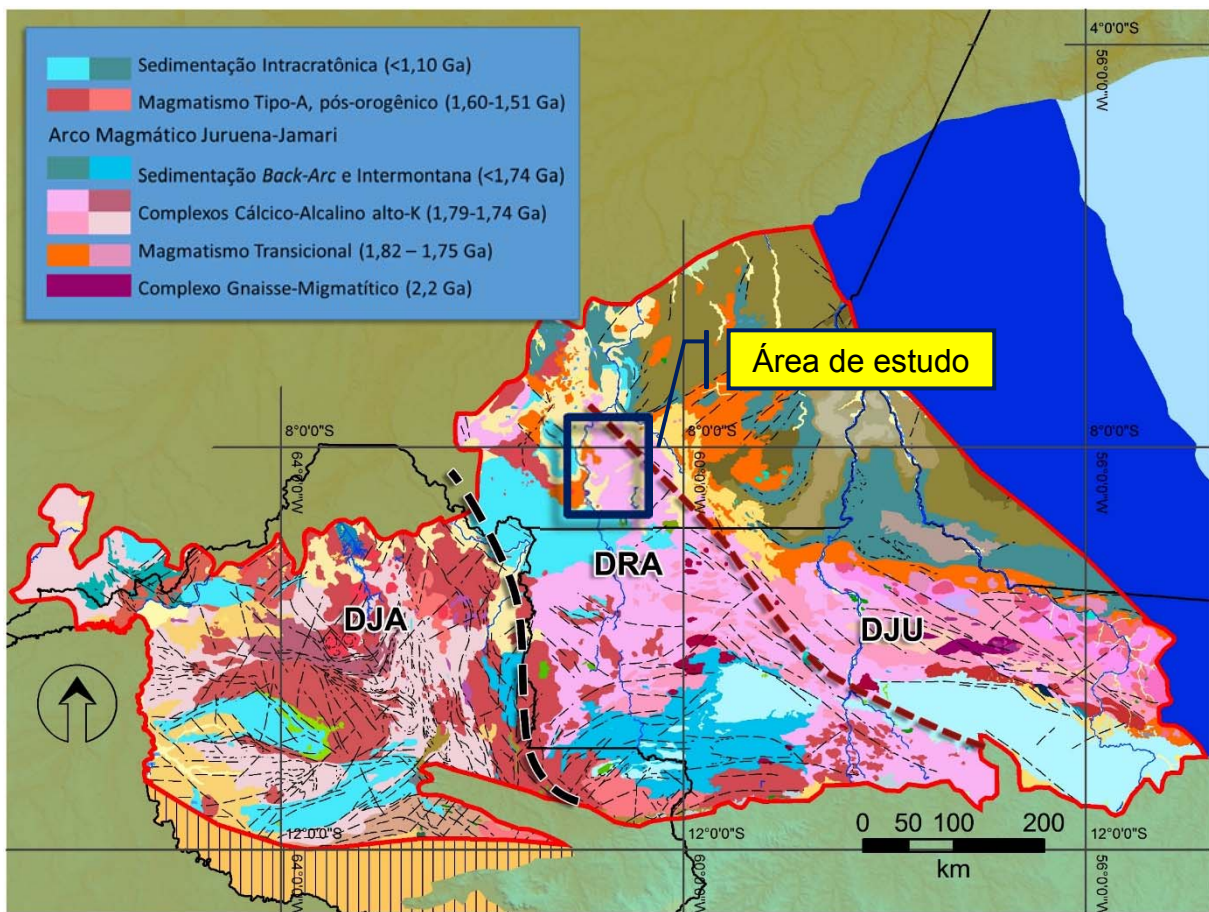


Figura 04- Mapa geotectônico simplificado da **Província Rondônia-Juruena** (1,85-1,65Ga), na qual são destacados seus domínios tectonoestratigráficos: i) Juruena - DJU, ii) Roosevelt-Aripuanã - DRA, e iii) Jamari – DJA. Retângulo de cor azul-escuro representa a área de estudo (compilado de Delgado et al. 2003 e Lacerda Filho et al. 2006)

O Arco Magmático Juruena inclui, ainda, diversos fragmentos do embasamento que correspondem às unidades mais antigas (complexos Bacaerí-Mogno e Cuiú-Cuiú), que preservam o registro de estruturas dúcteis reliquias de direção NE-SW. A imbricação crustal dessas unidades no domínio do arco magmático decorre do fechamento de uma bacia oceânica e provável colisão com uma crosta continental mais antiga referida como Arco Magmático Cuiú-Cuiú (Vasquez et al., 2002). Santos et al. (2000) advogam que uma sucessão de arcos magmáticos foram formados no Domínio Juruena, a partir da subducção de crosta oceânica sob a crosta pretérita Tapajós-Parima, que inclui o arco magmático Cuiú-Cuiú. Esta proposta é suportada por idades-modelo Sm-Nd de 1,94 a 2,28 Ga e valores de $\epsilon Nd(t)$ de $-1,37$ a $+ 0,55$,

indicativos de retrabalhamento crustal de rochas da Província Tapajós-Parima. Souza et al (2004) complementam que o metamorfismo de alto grau do segmento sul do arco, anatexia, espessamento crustal sin-colisional e delaminação crustal, foram fenômenos responsáveis pela gênese de grande parte dos granitos calcioalcalinos pós-colisionais do Arco Juruena. Associado a este domínio ocorre uma serie de depósitos auríferos que compõem a Província Aurífera Alta Floresta.

Domínio Roosevelt- Aripuanã

O Domínio Roosevelt-Aripuanã ou simplesmente Domínio Roosevelt, é caracterizado por sequências metavulcanossedimentares (grupos Roosevelt e São Marcelo–Cabeça) e vulcanosedimentares (Grupo Vila do Carmo), contendo rochas meta- e vulcânicas ácidas a intermediárias intercaladas com rochas meta- e sedimentares clásticas e químicas, quando deformadas e metamorfasadas apresentam-se em baixo grau, com idade U-Pb em torno de 1,74 Ga (Rizzoto et al., 1995; Lacerda Filho et al 2000; Santos et al 2000; CPRM, no prelo). Essas sequências são afetadas por intrusões de granitos peraluminosos (Suíte Nova Canaã, idade U-Pb de 1743 ± 4 Ma e granito tipo Zé do Torno) e por corpos circunscritos de granitos tardi a pós-orogênicos (Aripuanã, Rio Vermelho e Tatuí). As sequências meta- e vulcanossedimentares se formaram em bacias intra-arco, em evento geodinâmico pós Arco Juruena, com base nas seguintes evidências: os metaconglomerados do Grupo São Marcelo-Cabeça contém clastos derivados de rochas do arco; as sequências estão intimamente associada às antigas zonas de cisalhamento transcorrentes e são, em geral, 20 M.a, mais jovens que seu embasamento. A idade do metamorfismo é de 1652 ± 42 Ma, determinada em sobrecrecimento de zircões de rochas do Complexo Nova Monte Verde (U-Pb SHRIMP, Pimentel, 2002). Neste domínio são encontrados importantes depósitos de sulfeto com destaque para o depósito polimetálico de Aripuanã Zn, Pb, Cu e Ag.

Domínio Jamari

Este terreno ocupa as porções central de Rondônia e sul-sudeste do Amazonas, sendo constituído predominantemente por rochas ortoderivadas tonalíticas e quartzo-dioríticas e supracrustais subordinadas. Os ortognaisses são os mais antigos do domínio e datam ao intervalo 1,76 - 1,73 Ga, encontrando-se relacionados à evolução de um arco magmático. A composição isotópica de Nd indica valores de e

$\epsilon\text{Nd}(t)$ que variam de $-1,50$ a $+0,20$ e TDM de $2,10$ a $2,20$ Ga, sugerindo que essas rochas foram derivadas de fonte mantélica empobrecida com uma contribuição significativa de componente crustal mais antigo, à semelhança do que ocorreu no Domínio Roosevelt-Juruena (Scandolara et al., 2006). A ambiência tectônica proposta para a geração de magmatismo calcioalcalino é de uma margem continental do tipo Andino, com subducção para nordeste, abaixo da crosta continental da Província Tapajós-Parima (Payolla et al., 2002).

As rochas paraderivadas intercaladas aos citados ortognaisses poderiam representar o equivalente metamórfico de alto grau do Grupo Roosevelt, à leste do domínio. Entretanto, zircões detríticos provenientes dos paragnaisses forneceram idades de 1808 a 1674 Ma e TDM de $2,10$ a $2,20$ Ga, sugerindo uma idade máxima de sedimentação em $1,67$ Ga e como fonte provável os tonalitos e quartzo-dioritos do arco magmático Jamari. A idade mínima da sedimentação é indicada pelas rochas graníticas intrusivas da Suíte Serra da Providência - $1.570 - 1.530$ Ma (Rizzotto et al 2004)

As rochas do embasamento do Domínio Jamari, representado por tonalitos e paraderivadas, são seccionadas por granitos, charnockitos, mangeritos e gabros da Suíte Intrusiva Serra da Providência. Esta suíte é constituída por distintos episódios magmáticos intrusivos assim representados: batólito Serra da Providência ($1606 - 1573$ Ma); charnockitos de Ouro Preto - Ariquemes (1559 Ma); Granito Cinza de Samuel ($1550 - 1540$ Ma); Maciço União, Granito Rosa de Ariquemes e Granito Aripuanã ($1537 - 1530$ Ma) (Scandolara et al., 2006).

As rochas graníticas rapakivi apresentam evidências de magma mixing e mingling, com características geoquímicas semelhantes aos granitos do tipo-A, possuindo valores de $\epsilon\text{Nd}(t)$ que variam de $-0,60$ a $+2,00$ e TDM de $1,89$ a $1,76$ Ga. Essa composição isotópica do Nd sugere que o magma é derivado de uma mistura de manto empobrecido com fonte crustal mais antiga. Indicam também um posicionamento em ambiente pós-orogênico relacionado, possivelmente, ao colapso final da Orogenia Juruena (Bettencourt et al 1999 e Santos, 2003).

Outra manifestação magmática importante no Domínio Jamari encontra-se representada por charnockitos e granitos tipo-A, distribuídos na porção central de Rondônia, possuindo idades de cristalização entre 1.400 e 1.430 Ma. Os dados isotópicos de Nd indicam valores de $\epsilon\text{Nd}(t)$ que variam de $+1,20$ a $+0,70$ e TDM de

1,75 a 1,73 Ga, os quais sugerem que o magma gerador destes granitos pode representar uma mistura de material juvenil com rochas do embasamento mais antigo. Esse magmatismo pode ser reflexo intra-placa dos processos acrescionários (Arco Santa Helena) que aconteceram, no mesmo período, mais a sudeste de Rondônia (Payolla et al., 2002).

A trama estrutural do domínio foi estabelecida, pelo menos, por um evento tectono-metamórfico de alto grau no intervalo de 1,35 a 1,30 Ga, o qual é correlacionável à Orogenia San Ignacio no oriente boliviano. O estilo de deformação é típico de um regime direcional caracterizado pela propagação de sistemas transcorrentes sinistrais ao longo dos quais se desenvolveram duplexes transpressivos simétricos e assimétricos fortemente controlados pelas formas dos corpos graníticos e charnockíticos. O binário sinistral possui orientação para NNW-SSE, implicando em componentes transpressivos de direção aproximada E-W. As direções E-W também correspondem às principais estruturas extensionais, algumas delas instaladas em descontinuidades herdadas de eventos anteriores. Sob este contexto tectono-estrutural ocorreu o plutonismo granítico Alto Candeias (1,34-1,33 Ga), cujas características geoquímicas indicam afinidade com granitos tipo-A. Os granitos estaníferos rapakivi que seccionam no intervalo 1,08 - 0,97 Ga o Domínio Jamari e coberturas sedimentares contemporâneas, são manifestações pós-tectônicas relativas à Orogenia Sunsás desenvolvida na porção mais meridional do Cráton Amazônico (CPRM, no prelo).

A efetiva cratonização no sudoeste do cráton foi alcançada em torno de 980 Ma, a partir do alojamento dos granitos estaníferos de Rondônia e do sul-sudeste do Amazonas, além de outros estoques no Mato Grosso.

Domínio Alto Jauru

A Província Rondônia-Juruena estende-se para sul, sendo representada pelo Domínio Alto Jauru - ou Domínio Cachoeirinha (Pinho et al 1997; Geraldés et al 2001; Ruiz et al 2005a) e recoberta pela Bacia Parecis; a qual tem seu embasamento composto por rochas vulcano-sedimentares dos Grupos Cabaçal e Quatro Meninas e por Ortognaisses Cabaçal, Santa Fé e Aliança, com idades entre 1790 – 1745 M.a (U-Pb ID-TIMS; Geraldés et al 2000). No Domínio Alto Jauru também ocorrem suítes intrusivas graníticas mesoproterozóicas, nomeadas de Suítes Cachoeirinha (Geraldés

et al 2000) e Santa Cruz (Ruiz et al. 2005a); as quais apresentam idades de 1562 ± 36 Ma, 1549 ± 10 Ma e 1546 ± 15 Ma (Ruiz, 2006) que são equivalentes as idades da Suíte Serra da Providencia do Domínio Jamari. No entanto, a Suíte Cachoeirinha é interpretada como um arco orogênico (Geraldés et al. 2000; Ruiz, 2006); contrastando com a interpretação do rift intracratônico da Suíte Serra da Providência (Bettencourt et al 1999).

5. GEOLOGIA LOCAL

O empilhamento litoestratigráfico regional na área de estudo é descrito segundo a evolução geotectônica da Província Rondônia-Juruena, cujas unidades geológicas são agrupadas pelos domínios tectonoestratigráficos (Figura 05): i) Juruena, composto por rochas pluto-vulcânicas ácidas sin- à tardi-colisionais pertencentes ao Grupo Colíder (Frasca et. al.; 2000); granitoides da série cálcio-alcálica da Suíte Teodósia – 1760 Ma (Almeida e Costa 2016) e copos com tendência anorogênicos da Suíte Igarapé das Lontras – 1750 Ma (Almeida e Costa Op. Cit.); ii) Roosevelt-Aripuanã, representado pela sequência vulcanossedimentar do Grupo Vila do Carmo (Reis et al. 2013) e a sequência de gnaisses migmatíticos e anfibolitos do Complexo Quatro Cachoeiras (Rizzoto, et al., 1995), esta última apresentando pico metamórfico associado ao Granito Honorato, correlacionado a Suíte Itamarati, de idade U-Pb de 1.525 ± 8 Ma. Enquanto, os representantes do Domínio Jamari na área de estudo são os corpos graníticos rapakivi pós-orogênicos a anorogênicos representados pelas Suíte Serra da Providência (1,51 Ga, U-Pb SHRIMP II) e seu membro vulcânico do Grupo Serra do Gavião (1,52 Ga, U-Pb SHRIMP II), que representam colapso da orogênia Rondônia-Juruena, juntamente com as sequências sedimentares mesoproterozoicas do Grupo Beneficente (Reis et al. 2013). Por fim, ocorrem na região pequenos corpos graníticos anorogênicos com idades entre 998 e 991 Ma; atribuídos à orogênia Sunsás; denominados *Younger Granites* de Rondônia (Kloosterman 1966).

6. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

6.1. Magnetometria

Dentre os métodos potenciais, o método magnético tem grande aplicação em estudos geológicos que investigam a subsuperfície, tornando-o uma ferramenta crucial para estudos geotectônicos, pois permite a correlação entre dados geológicos de superfície e subsuperfície (i.e. arquitetura crustal, relações de superposição e cinemática), como é bem demonstrado pela relação entre análises geoestruturais e geofísicas (i.e. Jessell *et al.*, 1993; McLean and Betts, 2003; Direen *et al.*, 2005a). Tais correlações apresentam como principais vantagens:

(1) a correlação entre dados de várias escalas, como por exemplo, dados de afloramento e modelos geológicos através da integração com dados aeromagnetométricos;

(2) a aferição de modelos de arcabouço geotectônico em contextos locais e regionais; e

(3) podem ser usadas para restringir tridimensionalmente a arquitetura litosférica em qualquer escala desejada.

A magnetometria tem seus fundamentos baseados na Teoria Potencial e apresenta um caráter dipolar, o que dificulta sua interpretação. O campo físico de medidas da magnetometria é o campo magnético medido. A propriedade física estudada pelo método magnético é a susceptibilidade magnética. Levantamentos magnéticos têm como objetivo investigar o significado geológico de anomalias no campo magnético da Terra, o qual é estabelecido através do *International Geomagnetic Reference Field – IGRF*, que é uma representação teórica do campo magnético, gerado no interior da Terra. Para destacar o campo magnético anômalo é feita a correção de IGRF, que é obtido pela expressão:

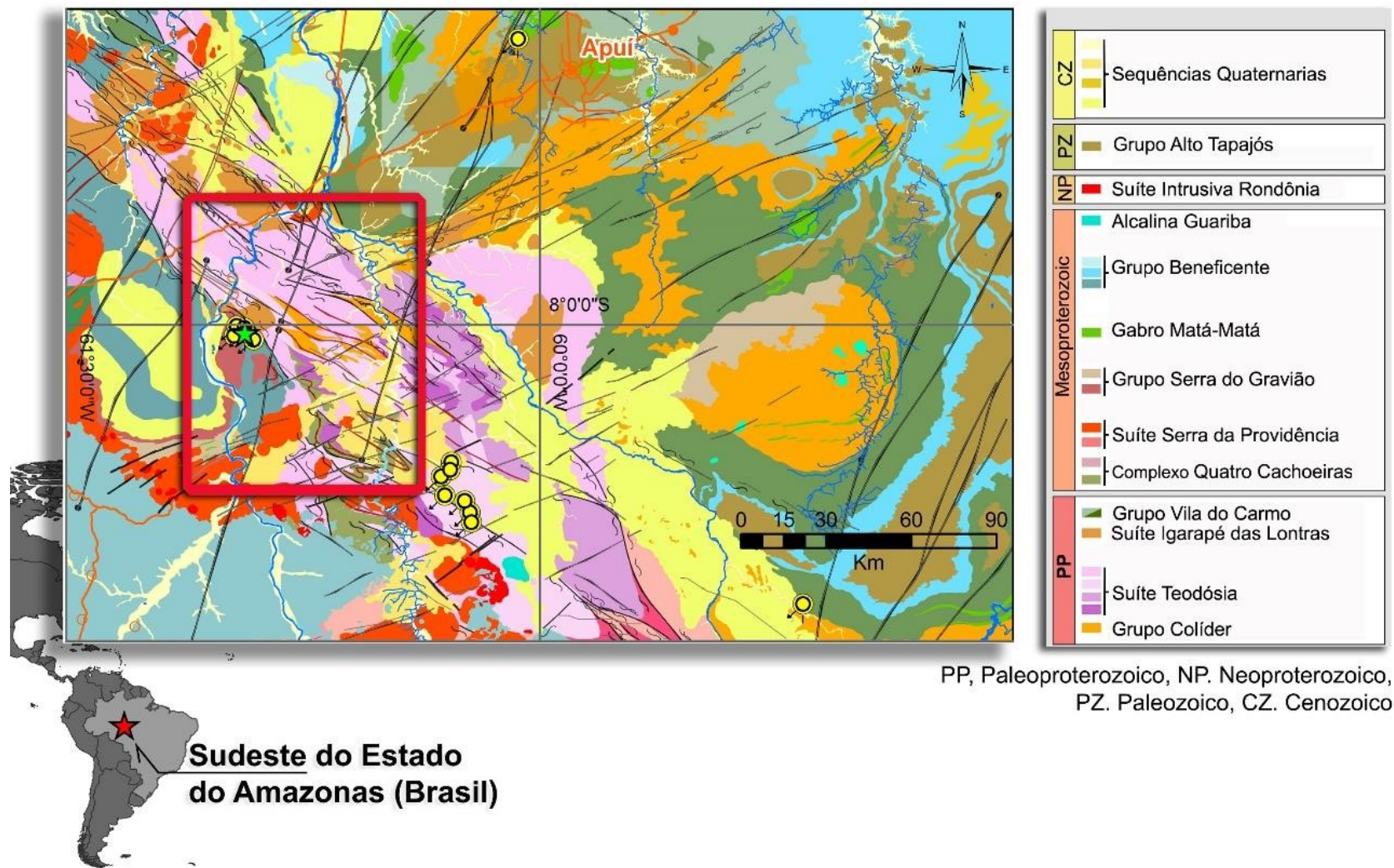


Figura 05 - Mapa geológico da região sudeste do estado do Amazonas, destacando área do estudo – polígono de cor vermelha, compilado do Programa de Mapeamento do Brasil – CPRM, Cartas Geológicas Sumaúma, Rio Roosevelt; e Carta Integrada e Interpretativa Geofísico-Geológica Bloco Sucunduri (disponíveis para download no site: <http://geobank.cprm.gov.br/>)

$$CMA = CMT - IGRF$$

Onde, CMA = campo magnético anômalo; CMT = Campo magnético total e
IGRF = campo magnético teórico.

Dessa forma, somente a camada terrestre superficial interessa ao intérprete, que são geradas normalmente por concentrações de rochas da crosta terrestre que possuem magnetismos, as quais podem ter sua susceptibilidade magnética aferida através da concentração de minerais com alta susceptibilidade magnética, por exemplo, magnetita, ilmenita e pirrotita.

Anomalias magnéticas são distúrbios no campo magnético normal da Terra, causados por fontes que se encontram na porção superior da Terra. Estas anomalias resultam da soma dos vetores do campo magnético produzido pela Indução magnética e a magnetização remanescente natural (Gunn, 1998). A percolação de fluídos com alta concentração de magnetita em planos de falha potencializa o realce dos limites dos blocos geológicos. Estes limites apresentam resposta magnética em formato de lineamentos, principalmente nos produtos de transformação linear.

O tratamento de dados magnetométricos tem como objetivo realçar, atenuar, eliminar ou transformar determinadas feições magnéticas lineares ou planares. Os principais tratamentos são realizados através dos filtros de Fourier (Winograd, 1978; McClellan & Nawab, 1979; Blakely, 1996), que apresentam uma grande variedade de produtos, dentre os quais os mais tradicionais são as derivadas direcionais.

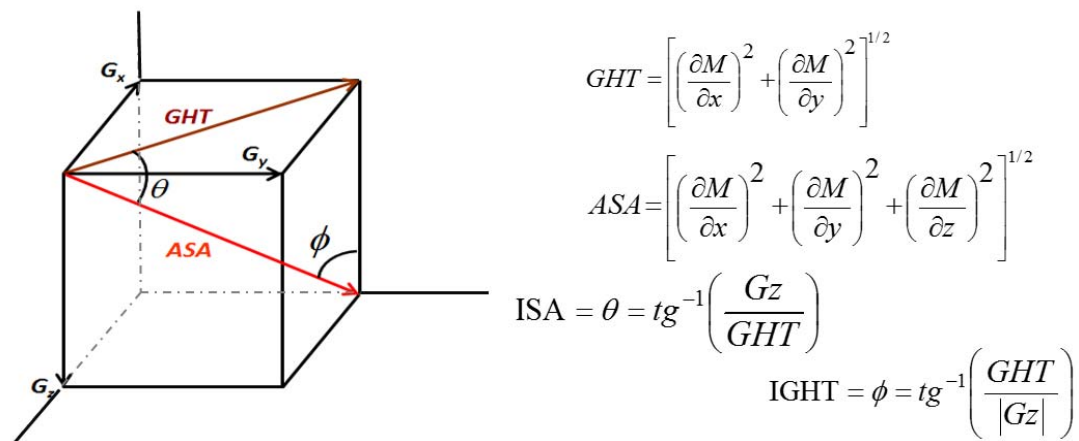
Os filtros direcionais são compostos pelas derivadas horizontais nas direções X (1DX) e Y (1DY), que destacam anomalias nas direções leste-oeste e norte-sul, respectivamente; e a derivada vertical (1DV), que realçam anomalias com alta frequência (fontes mais rasas).

A partir das derivadas direcionais são gerados vários outros produtos magnéticos para realce de anomalias. Porém, a eficiência desses produtos depende das características do campo magnético atuante na área de interesse.

No caso da região sudeste do estado do Amazonas o campo magnético total é sub-horizontal, privilegiando a utilização do Gradiente Horizontal Total (GHT) e Inclinação do Sinal Analítico (ISA), o que não exclui a utilização da Amplitude do Sinal Analítico (ASA), no entanto, sua resposta é idêntica ao GHT, pois o 1DV tem intensidade muito baixa nessa região (Figura 08).

A Amplitude do Sinal analítico (ASA) apresenta uma assinatura localizada das fontes magnéticas realçando as bordas em corpos largos e o centro em corpos estreitos, independe das direções magnéticas da fonte e do campo magnético da Terra (Blum *et al.*, 1999). Este filtro se destacar ao ser uma alternativa para eliminar a natureza bipolar dos corpos magnéticos, no entanto, é um método que tem grande influência da profundidade das fontes (Figura 02).

No Gradiente Horizontal Total (GHT) os gradientes XY revelam picos magnéticos que indicam mudanças laterais abruptas. Essas mudanças ocorrem preferencialmente na borda de corpos magnéticos, no entanto, a exemplo do filtro ASA, apresenta grande dependência da profundidade (Figura 08).



ASA (Nabighian, 1972; Roest et al. 1992; Li, 2006); **GHT** (Cordell & Grauch, 1985)

ISA (Miller & Sing, 1994); **IGHT** (Cooper & Cowan, 2006)

Figura 06 – Principais métodos de realce de anomalias, baseados em componentes do campo magnético (modificado de Ferreira 2010).

A Inclinação do Sinal Analítico (ISA) marca o comportamento espacial do vetor ASA, no plano vertical que contém a resultante de sua componente horizontal (Blakely 1996). É uma estimativa do mergulho da fonte causadora, e conseqüentemente, marca o contraste localizado de diferentes susceptibilidades (Blum *et al.*, 1999). Este filtro é pouco dependente da profundidade, de maneira a equalizar as amplitudes das anomalias, sendo caracterizado por máximos nos centros das fontes (Figura 09). Fairhead *et al* (2008) utilizam o ISA para estimar a profundidade de fonte, através se suas formulações comprovam que a distância vertical entre as inclinações zero e 45° (π/4) é igual à profundidade do corpo.

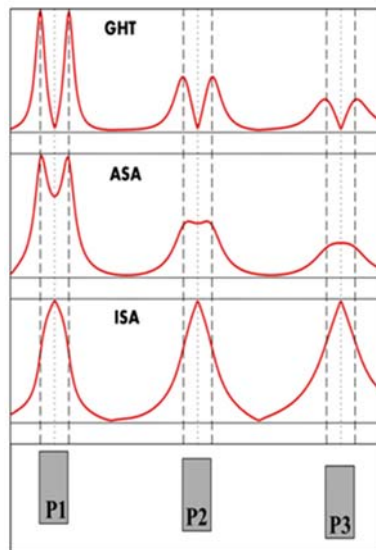


Figura 07 – Modelo experimental comparando as respostas de diversos métodos de realce, esse modelo é constituído por três corpos de dimensões 500x100x1000, com profundidades P1 = 100, P2 = 200 e P3 = 300 (Ferreira et al. 2010).

6.2. Metamorfismo e Deformação de Granitóides

A definição do metamorfismo em rochas graníticas é de difícil reconhecimento devido à baixa capacidade de sua composição química (pouco reativa) de responder as variações de pressão (P) e temperatura (T), através do surgimento de minerais índices. Por outro lado, a deformação de tais rochas gera feições com padrões irregulares, difíceis de serem distinguidos das deformações primárias do estado sub-solidus. Por essas limitações, o melhor critério para o reconhecimento de eventos metamórficos regionais sobre rochas graníticas, seria a utilização conjunta de feições estruturais e micro-estruturais que acompanham transformações mineralógicas presentes nas rochas graníticas (Nardi & Bitencourt, 1986).

A deformação regional se distribui de forma heterogênea nas rochas graníticas, sendo possível a identificação de diferentes estágios, de acordo com o grau de ductibilidade e a intensidade da deformação. Sendo assim, fatores como o grau de desenvolvimento da foliação, o caráter penetrativo da deformação e a intensidade das transformações texturais podem ser critérios para identificar diferentes estágios deformacionais, desde o estágio não-deformado até estágios de deformação avançada. Nos metagranitoides mapeados no Rio Guariba, que estão posicionados em meio a rochas metavulcanossedimentares (Complexo Quatro Cachoeiras), em grau médio-alto de metamorfismo, observam-se registros deformacionais de diversas intensidades.

As transformações mineralógicas decorrentes do metamorfismo dependem, fundamentalmente, da composição mineralógica do protólito e das condições de hidratação. Tais transformações, frequentemente parciais, envolvem processos de recristalização acompanhada de redução do tamanho de grão (cominuição). Embora não existam dados para o estabelecimento de uma mineralogia índice para o metamorfismo progressivo de rochas graníticas, o aumento das condições de metamorfismo pode ser avaliado com base na evolução de determinadas texturas e transformações mineralógicas. Para rochas graníticas sugere-se o prefixo (meta), quando são observadas amplas transformações da mineralogia magmática por eventos metamórficos (Nardi & Bittencourt, 1986).

O estudo de rochas graníticas deformadas é totalmente dependente das estruturas geradas e do grau metamórfico atuante. Cada mineral reage de maneira diferente perante as variações de diversas condições como, por exemplo, pressão, temperatura, taxa de deformação (*strain*) e intensidade de estresse diferencial.

Em condições de grau muito baixo, o quartzo e os feldspatos se deformam por fraturamento rúptil. Observações microestruturais sugerem que os feldspatos são mais fracos ao quartzo nestas condições devido aos planos de clivagem que reduzem sua força de resistência a deformação. Uma foliação cataclástica de aglomerados de grãos cataclasados e orientação de filossilicatos é comumente desenvolvida.

Em condições de grau baixo, os feldspatos ainda são rúpteis enquanto o quartzo deforma ductilmente por deslocamentos do tipo deslizamento e rastejamento (*dislocation glide and creep*). Neste caso, a relação de resistência à deformação é inversa, com o quartzo menos resistente e os feldspatos deformando por desenvolvimento de estruturas do tipo manto e núcleo, onde o núcleo mostra evidências de fraturamento rúptil e extinção ondulante desigual.

O quartzo, geralmente, envolve os grãos de feldspatos e se deforma mais homogeneamente. Os grãos de quartzo reliquiares mostram, em seu núcleo, abundantes subgrãos, que lateralmente passam para novos grãos recristalizados (Passchier & Trouw, 1996).

Seguindo as descrições destes autores, nas condições de grau médio para o alto grau, o quartzo e feldspatos são deformados por *dislocation creep* auxiliado por processos de difusão e recristalização. Ambos minerais podem gerar fitas monominerálicas ou poliminerálicas, gerando na rocha uma aparência bandada. Os

feldspatos também apresentam subgrãos em seus núcleos de grãos mais antigos e uma transição gradual do núcleo para uma borda com novos grãos finos recristalizados.

Em condições de alto grau os limites dos grãos de quartzo e dos feldspatos são fortemente curvados, com formas lobadas e até mesmo amebóides (Passchier, 1982a; Gower & Sibson 1992). Essa geometria é causada pelas condições dúcteis do alto grau, com um forte componente de transferência de massa por difusão no estado sólido (*Coble ou Navarro-Herring creep*), ou por rastejamento por precipitação de solução (Gower & Simpson, 1992).

Devido às dificuldades de determinar as condições de P e T nos estudos de metamorfismo de granitoides, a maior parte dos autores infere o grau metamórfico em função das associações mineralógicas determinadas nas encaixantes. Mas há uma limitação desta condição, visto que são necessárias informações muito precisas sobre a distribuição das zonas metamórficas das encaixantes e suas relações cronológicas (Nardi e Bitencourt, 1986). Alternativamente, autores como Passchier & Trouw (1996) indicam que as condições de recristalização do quartzo e dos feldspatos podem marcar limites relativamente definidos de temperatura. Segundo estes autores, a recristalização do quartzo inicia em temperaturas da ordem de 250 °C, enquanto o K-feldspato começa a recristalizar aos 400-450 °C e, no plagioclásio, as condições de temperatura para o início da recristalização são da ordem de 550 °C.

A investigação da evolução tectônica dos corpos metagranitoides mapeados envolve o reconhecimento dos eventos metamórficos e/ou deformacionais no corpo do granito milonítico, e é de fundamental relevância para a compreensão da evolução geológica dessa região. Granitoides submetidos a diferentes intensidades de metamorfismo e deformação produzem rochas com diferentes características texturais, estruturais e mineralógicas, que podem ser geradas em circunstâncias geológicas diversas.

A identificação de eventos de metamorfismo e deformação regionais, desenvolvidos posteriormente, ou concomitantes (como no caso de processos sintectônicos), a intrusão de corpos graníticos é procedida com base em aspectos analisados conjuntamente, tais como: (i) modificações texturais e mineralógicas, (ii) feições estruturais meso- e microscópicas da rocha, (iii) distribuição espacial de estruturas planares e/ou lineares e (iv) relação das estruturas observadas com as encaixantes.

7. MÉTODOS E MATERIAIS

Para execução do estudo será utilizada como base geológica as Cartas Geológicas Sumaúma (Oliveira et al. 2013) e Rio Roosevelt (Oliveira et al. 2014), ambas na escala de 1:250.000, as quais durante o desenvolvimento da pesquisa serão aferidas e detalhadas em perfis geológicos e estruturais. Ao longo dos rios Roosevelt e Guariba. Esses levantamentos seguiram a metodologia clássica de mapeamento geológico, ou seja, descrição de afloramentos em detalhe e posicionamento geográfico do mesmo na base cartográfica, descrição dos litotipos aflorantes, reconhecimento das assinaturas geofísicas dos litotipos, descrição das relações de contato e estruturas, além de amostragem orientada dos litotipos. Após as etapas de coleta de dados, foram realizados estudos complementares petrográficos e tectônicos (p.ex.: classificação petrográfica, definição de assembléia metamórfica e análise microtectônica).

Por fim, completam os estudos, análises geofísicas e sua integração com os estudos geológicos. Tais análises serão realizadas a partir de dados geofísicos magnetométricos e gamaespectométricos de alta-resolução. O método magnetométrico tem grande aplicação em estudos geológicos que investigam a subsuperfície, o que torna esse método uma ferramenta crucial para o desenvolvimento desse estudo. As técnicas de integração entre geologia e geofísica diminuem ambiguidades das análises exclusivamente pontuais dos afloramentos ou estudos exclusivamente geofísicos, que são comuns em regiões de difícil acesso. Para configuração do arcabouço tectônico na área de estudo serão integradas aos dados geológicos as interpretações tectono-magnéticas regionais, permitindo a espacialização dos estudos geológicos e estruturais realizados ao longo de perfis.

Os procedimentos descritos acima, e utilizados para atingir os objetivos da pesquisa, são discriminados sucintamente abaixo. Por fim, os métodos irão compor os capítulos específicos, ou seja, serão descritos com maior detalhe.

7.1. Pesquisa Bibliográfica

O levantamento bibliográfico deve ser realizado continuamente, utilizando-se o acervo da Biblioteca da Superintendência Regional de Manaus da CPRM, bem como através de consultas ao Portal CAPES (<http://www.periodicos.capes.gov.br/>).

Inicialmente, a pesquisa bibliográfica estará direcionada aos trabalhos de geologia regional e de metodologias aplicadas no estudo. No desenvolvimento da

dissertação, as pesquisas serão concentradas em trabalhos, sejam teóricos, experimentais ou de estudo de casos, versando sobre petrologia metamórfica, geologia estrutural e análise microestrutural. Além de trabalhos relacionados a cada método utilizado como ferramenta na obtenção dos resultados.

7.2. Compilação de Dados

Compilação e integração de produtos cartográficos e dados geológicos de campo será realizada utilizando dados disponibilizados pela Superintendência Regional de Manaus-SUREG-MA da CPRM, além de dados disponíveis na literatura (p.e.: periódicos, dissertações e teses). Os dados compilados serão integrados ao banco de dados SIG, somando-se aos dados coletados no desenvolvimento dos estudos.

7.3. Geofísica e Sensoriamento Remoto

A interpretação visual de imagens aerogeofísicas, satélite e radar seguiram os métodos apresentados por Veneziani & Dos Anjos (1982); Paradella *et al.*, (1998); Silva (1999) e Blum *et al.*, (1997), seja em escalas regional (1:250.000) ou de semi-detalle (1:50.000). A infra-estrutura utilizada para esses estudos foi a do Laboratório de Geoprocessamento da SUREG-MA/CPRM. Foram utilizadas as interfaces computacionais dos softwares Global Mapper v.15.0, Oasis Monjat v.7.2, ArcGIS v 10.2 para o processamento e interpretação das imagens.

Os dados aerogeofísicos utilizados no estudo são de natureza magnetométrica e gamaespectométrica, e foram recortados do Projeto Aerogeofísico Aripuanã (Prospectors, 2010), cedido pela SUREG-MA/CPRM para utilização exclusivamente acadêmica. Aos dados geofísicos foi aplicada a metodologia de Silva (1999) e Blum (1997), as quais descrevem rotinas de processados e filtros de realce anomalias, que permitem a geração de diversos produtos (p.e.: ternário RGB de K, eTh e eU; razões K e eTh; Amplitude do Sinal Analítico do Campo Magnético Anômalo; Primeira derivada vertical do Campo Magnético Anômalo, etc.). Estes produtos, integrados e interpretados, compõem um conjunto de mapas temáticos (Figura 08): 1) gamaespectométrico – mapa temáticos litogeofísico e 2) magnetométrico – mapa temático magneto-tectônico (Silva 1999). Outros produtos utilizados são as imagens digital de terreno – MDT, *Shuttle Radar Topography Mission* – SRTM; LANDSAT 5 TM e SAR-SIPAM, as quais foram aplicadas a metodologia simples de separação de

elementos fotointerpretados (drenagem e relevo) para sugerir tipos de estrutura, grau de estruturação e ordem de estruturação, em distintos terrenos.

A partir da interpretação dessas imagens e mapas temáticos foi gerado um esboço do arcabouço estrutural e um mapa foto-geofísico para área de estudo, que serviu de base para os levantamentos de campo e as integrações com a cartografia disponível para região.

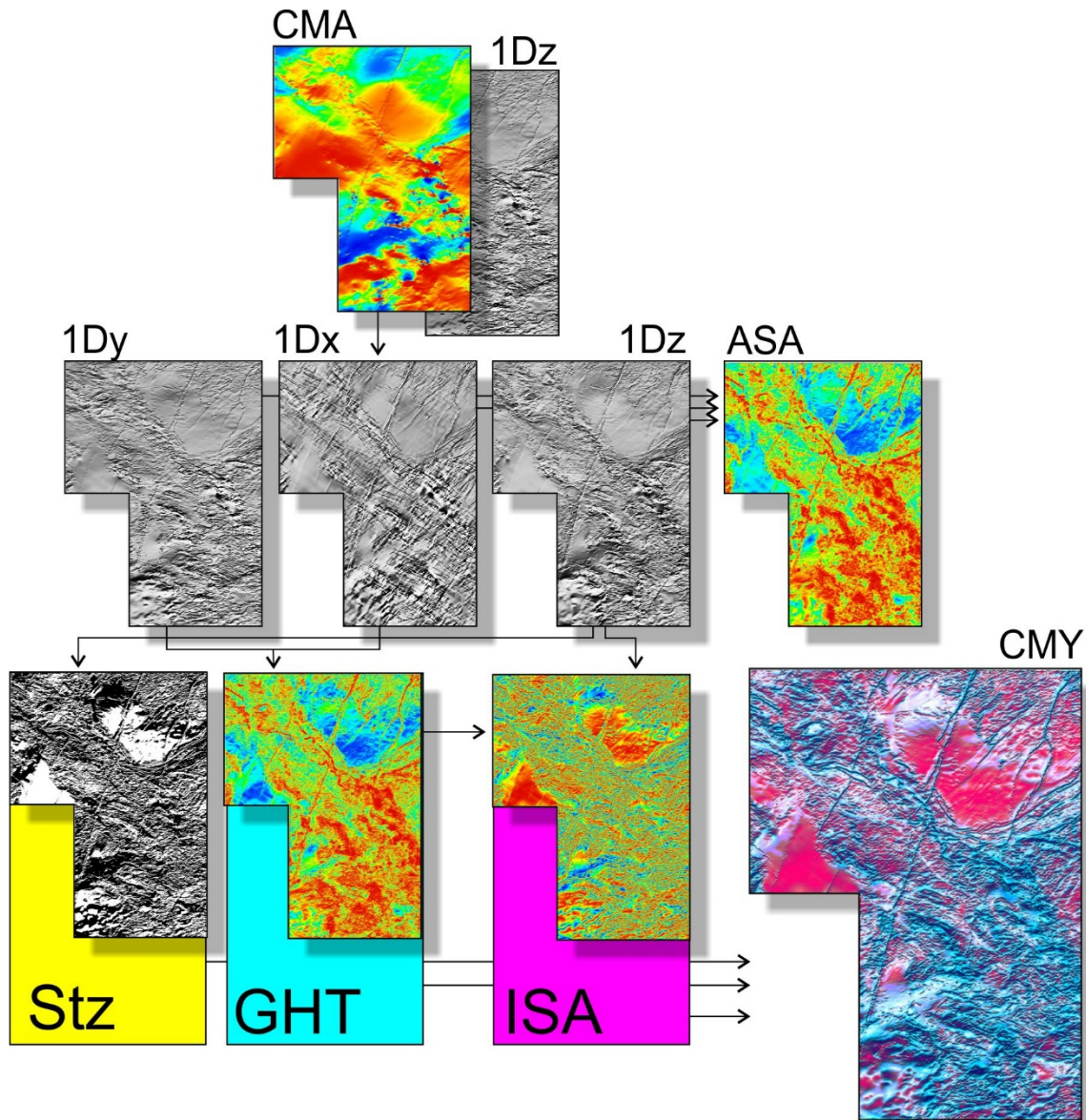


Figura 08 – Fluxograma de confecção de produtos aeromagnéticos. CMA – campo magnético anômalo; 1Dy, 1Dx, 1Dz – primeiras derivadas nas direções Y, X e Z, respectivamente; ASA – amplitude do sinal analítico (ou gradiente total); GHT – amplitude do gradiente horizontal total; ISA – inclinação do sinal analítico.

7.4. Levantamentos de Campo utilizando técnicas digitais

O mapa base para os trabalhos de campo foi confeccionado, originalmente na escala 1:50.000, a partir da fusão das imagens previamente tratadas digitalmente com o auxílio dos *softwares* Global Mapper e ArcGIS. Posteriormente, este mapa base foi transferido, em formato digital, para os dispositivos receptor GPS modelo Map60x Garmin e um *Tablet* modelo Ipadmini, os quais permitiram o registro dos dados geológicos e estruturais e posicionamento cartográfico dos mesmos em tempo-real e diretamente da base de dados digital (organograma de dados).

Os levantamentos de campo consistiram em mapeamentos geológico e estrutural em detalhe ao longo dos rios Roosevelt e Guariba, com amostragem sistemática. A coleta de dados estruturais tais como foliações, lineações e indicadores cinemáticos seguiram os métodos convencionais (Turner & Weiss, 1963; Hobbs *et al.*, 1976; Ramsay & Huber, 1983, 1987; McClay, 1987 – Figuras 09 e 10) com identificação e tomada de atitudes, além de coleta de amostras orientadas para análises microtectônicas.

FOLIAÇÃO	ESPAÇADA	Composicional	Difusa (foliação de transposição)
			Bandada (bandamento gnáissico)
		Disjuntiva	Estilolítica (estilólitos)
			Anastomótica (clivagem de fratura)
			Grossa (foliação milonítica)
			Suave (foliação milonítica)
	Crenulação	Zonal (clivagem de crenulação)	
		Discreta (clivagem de crenulação)	
	CONTINUA	Fina	Clivagem ardosiana
		Grossa	Xistosidade

Figura 09 – Esquema para classificação morfológica de foliações, aplicado neste trabalho (Twiss & Moores, 1992).

LINEAÇÕES EM ROCHAS DEFORMADAS	ESTRUTURAL	Discreta	Seixos Foséis Manchas de alteração oóides
		Construtiva	Linhas de charneira Linhas de intersecção Linhas de <i>boudins</i> <i>slickenlines</i> Mulions
	MINERAL	Policristalina	Bastão Minerais difusos <i>Slickenlines</i> Sobrecrescimento não fibroso
		Grão Mineral	Grãos de hábito acicular Grãos alongados Minerais fibrosos Preenchimento fibroso de veios <i>Slickenfibers</i> Sobrecrescimento fibroso

Figura 10 – Esquema para classificação morfológica de lineações, aplicado neste trabalho (Twiss & Moores, 1992).

7.5. Análise Estrutural

Os dados coletados em campo estão organizados em planilhas eletrônicas do *software* Excell do pacote Microsoft Office v15, com notação de trama, tipo Clar - mergulho e direção de mergulho, e tratados em mapas, perfis e estereogramas, conforme métodos usuais (Turner & Weiss, 1963; Hobbs *et al.*, 1976; Ramsay & Huber, 1983, 1987; McClay, 1987). Os elementos estruturais foram hierarquizados a partir de critérios de superposição, estilos e relações da trama mineral com a mineralogia metamórfica, cuja representação foi feita nas interfaces computacionais dos *softwares* Dips e ArcGIS. Por fim, realizou-se a integração entre os perfis estruturais e o mapa magneto-tectônico com intuito de definir domínios ou setores estruturais com geometria-cinemática distintas, caracterizando assim o arcabouço estrutural da área de estudo.

7.6. Análise Petrográfica e Microestrutural

Essa etapa consiste na descrição petrográfica microscópica através de seções delgadas utilizando métodos clássicos de identificação de minerais, texturas e reconhecimento de paragênese metamórfica. Paralelamente a esses estudos serão realizadas análises microtectônicas, que devem complementar as interpretações sobre metamorfismo dos litotipos e caracterizar com precisão os eventos deformacionais impressos nos litotipos.

7.7. Modelagem Poligonal Inversa 2D

Os perfis geológicos estudados serão integrados a seções magnetométricas, cujas profundidades das fontes magnéticas serão estipuladas através do método de deconvolução de Euler. Nessa integração pretende-se obter as seções geológicas em profundidade, buscando maior precisão da sua forma de ocorrência dos corpos geológicos. As seções obtidas pela integração entre geologia e geofísica serão modeladas através do método poligonal inverso 2D segundo a metodologia proposta por Oliveira (2005). Esta metodologia consiste basicamente na união de técnicas desenvolvidas para estimar profundidades de fontes magnéticas (deconvolução de Euler 2D), bem como caracterizar a geometria do corpo magnético.

Na confecção de seções geológicas coincidentes com os perfis magnetométricos foi obtida uma interpretação inicial do ajuste da geometria em subsuperfície, pela deconvolução Euler 2D. Em seguida, esse ajuste foi encaminhado para o método de modelagem poligonal 2D, refinando a geometria das estruturas, considerando como parâmetros de controle a susceptibilidade magnética e a densidade das rochas.

A solução deste modelo foi confirmada nas inversões linear e não-linear 2D, onde os parâmetros são definidos como livre e fixo. A inversão linear 2D apresenta como parâmetros fixo e livre, a geometria e a susceptibilidade magnética, respectivamente. Já na inversão não-linear 2D, os parâmetros livre e fixo são a geometria e a susceptibilidade magnética, respectivamente. Essa metodologia visa caracterizar a geometria em profundidade, além de contribuir na redução da ambigüidade inerente à interpretação de dados magnetométricos.

7.8. Litogeoquímica e Geocronologia

Por fim, serão realizadas integração e interpretação dos dados geocronológicos-geoquímicos, e confrontada com o mapa geológico-estrutural. A apresentação em SIG.

CAPITULO II

Manuscrito do artigo tecnocientifico intitulado:

“TECTONIC EVOLUTION OF THE SOUTHEASTERN PORTION OF THE
STATE OF AMAZONAS (BRAZIL): INTEGRATION OF GEOLOGICAL,
GEOPHYSICAL AND STRUCTURAL DATA”

Submetido ao:

BRAZILIAN JOURNAL OF GEOLOGY

Journal: Brazilian Journal of Geology

Manuscript ID: BJGEO-2016 -0048

Manuscript Type : Original articles

Date Submitted by the Author : 23-Mar- 2016

Complete List of Authors: Oliveira , Antonio Charles; CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Geologia e Recursos Minerais; Universidade Federal do Amazonas, Geologia Almeida, Marcelo; CPRM-Geological Survey of Brazil, Mineral Resources; Universidade Federal do Amazonas, Geosciences

Keyword: Structural analysis, Deformational phases overprinting, Juruena Magmatic Arc, Amazonas Craton, Aeromagnetic

TECTONIC EVOLUTION OF THE SOUTHEASTERN PORTION OF THE STATE OF AMAZONAS (BRAZIL): INTEGRATION OF GEOLOGICAL, GEOPHYSICAL AND STRUCTURAL DATA

Antonio Charles da Silva Oliveira^{*1,2}; Marcelo Esteves Almeida^{1,2}

¹Post-Graduate Program in Geosciences, Geosciences Department, Amazonas Federal University – UFAM ²Brazilian Geological Survey – SGB/CPRM – Manaus.

*Av. André Araújo 2160 – SL-A21 CEP
69060-000 -Manaus / AM, Brazil.

Tel. +55 (92) 2126 0313 e-mail:
charles.oliveira@cprm.gov.br

ABSTRACT

The plutonic-volcanic and sedimentary rocks cropping out in SE portion of the State of Amazonas are grouped in different petrotectonic associations: Juruena Embasement (JEPA), Juruena Supracrustal Rocks (JSPA), Post-Juruena Volcano-Plutonism (PJVPA) and Post-Juruena Sedimentary Sequence (PJSSPA). JEPA and JSPA (1.81–1.74 Ga) are arc magmatic-related, whereas PJVPA (1.64–1.53 Ga) and PJSSPA (1.74–1.08 Ga) define the main post-orogenic events in this region. Magnetic data analysis shows at least three patterns, named in chronological order as: (L₀) ENE-WSW-trending deep linear anomalies; (L₁) NW-SE- and (L₂) NE-SW-trending shallow linear anomalies. The overprinting relationships suggest that L₁ crosscuts L₀, and both are transposed by L₂. Geological-structural studies point to three structural styles, the first two associated with a NW-SE trending deformation belt. Thus, S_m – banding folded structures from gneisses (upper amphibolite facies, 1.52 Ga); and 2) S_{m+1} – mylonitic foliation and schistosity generated at temperatures of ~350°C (greenschist facies, 1.48-1.46 Ga). The third structural style (S_{m+2}) corresponds to well-defined, ENE-WSW- and NE-SW-trending cataclastic zones generated under temperatures <350°C (lower greenschist facies, 1.32 Ga). These structural styles are correlate with main crustal reworking events of the Rondônia-Juruena Province: a) D1 (or S_m)– generated in the 1.68-1.64 Ga collisional event responsible for the collage of the Juruena arc and the Tapajós-Parima continent; b) D2 (or S_{m+1}), related to the another collisional event (1.52-1.46 Ga), responsible for the collage of the Tapajós-Parima and Juruena-Jamari terrains; and c) D3 (S_{m+2}), related to the Sunsás Orogenic Cycle and represented by the Candeias Orogeny (1.37–1.32 Ga).

Keywords: Aeromagnetic, Structural analysis; Deformational phases overprinting; Proterozoic; Juruena Arc; Amazonas Craton.

1. INTRODUCTION

The Rondônia-Juruena Province (Santos *et al.*, 2000) comprises a Paleoproterozoic crustal segment of the Amazonas Craton, which consists of terrains formed by granitoids and volcano-sedimentary rocks. The geotectonic evolution is supposed to have started with accretionary processes involving the generation of magmatic arcs (1.85–1.72 Ga, Lacerda Filho *et al.*, 2006), followed by collisional (1.64 Ga; Pimentel *et al.*, 2002) and distensional processes (1.74-1.41 Ga; Leite & Saes, 2007; Reis *et al.*, 2013).

The Rondônia-Juruena Province in the southeastern portion of the State of Amazonas (Northern Brazil) is represented by a crystalline basement composed of volcanic rocks of calc-alkaline affiliation attributed to the Colíder Group (1.81–1.79 Ga, Frascá *et al.*, 2002) and plutonic rocks of the Teodósia (1.76 Ga, Almeida & Costa, 2016) and Igarapé das Lontras suites (1.75 Ga, Almeida & Costa, *op. cit.*), respectively of highK calc-alkaline and alkaline-transitional affiliation. Supracrustal sequences are constituted by metavolcano-sedimentary rocks (paragneisses and amphibolites) attributed to the Quatro Cachoeiras Complex (<1.76 Ga, Oliveira & Lira, in press), and volcanosedimentary rocks (rhyolitic ignimbrites, lapilli-tuffs and litharenites) of the Vila do Carmo Group (<1.74 Ga, Reis *et al.*, *op. cit.*). Intrusive granitic bodies of the Serra da Providência Suite (1.51-1.55 Ga, Scandolaro *et al.*, 2013) and sedimentary covers of the Beneficente Group (<1.10 Ga, Almeida & Costa, *op. cit.*) also occur in this region (Fig. 01).

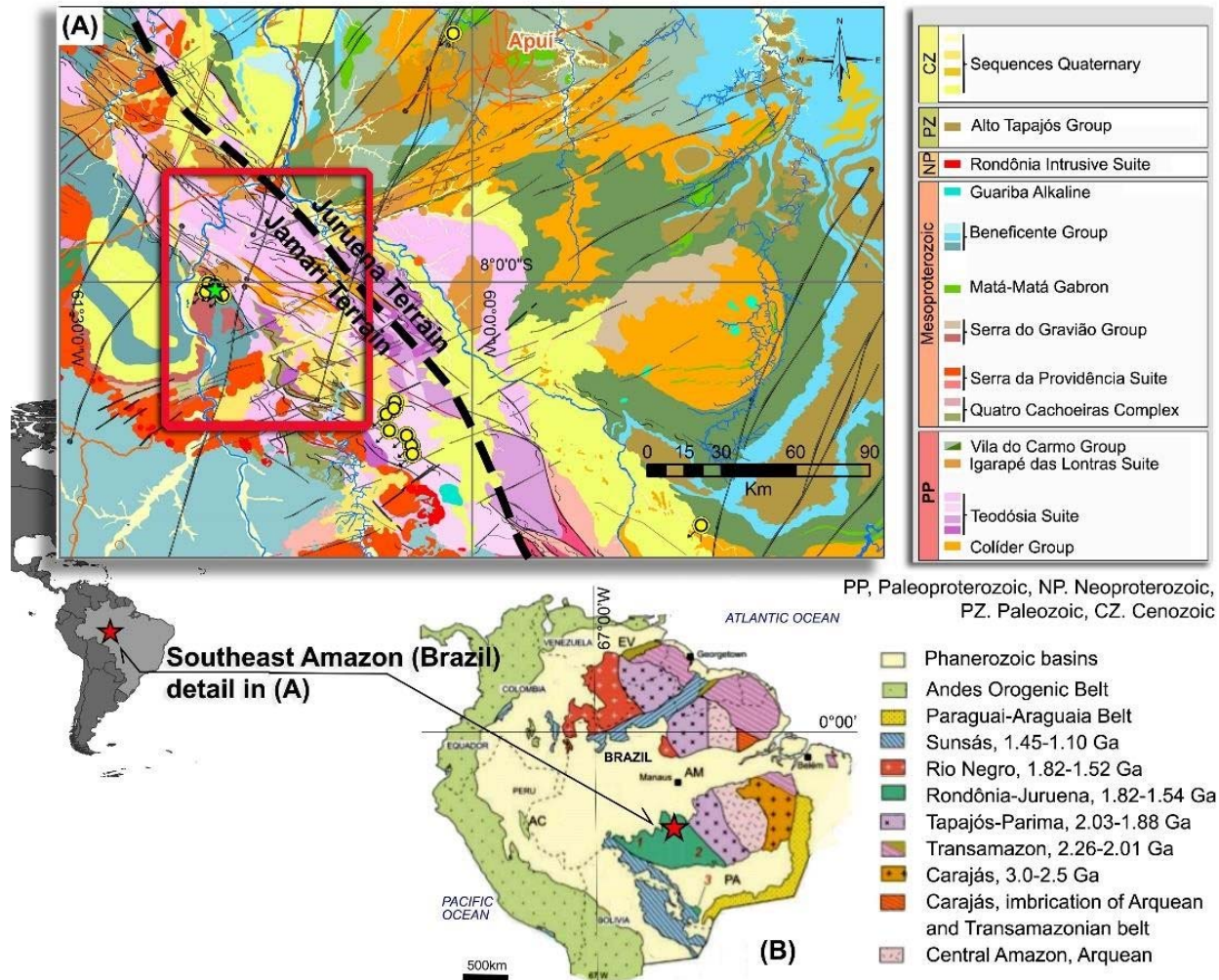


Figure 01. Location of the study area (red polygon) in the geological map of the southeastern portion of the State of Amazonas. Main gold mineralization occurrences and prospects are highlighted (compiled from Oliveira *et al.*, 2013; Oliveira *et al.*, 2014; CPRM, 2004).

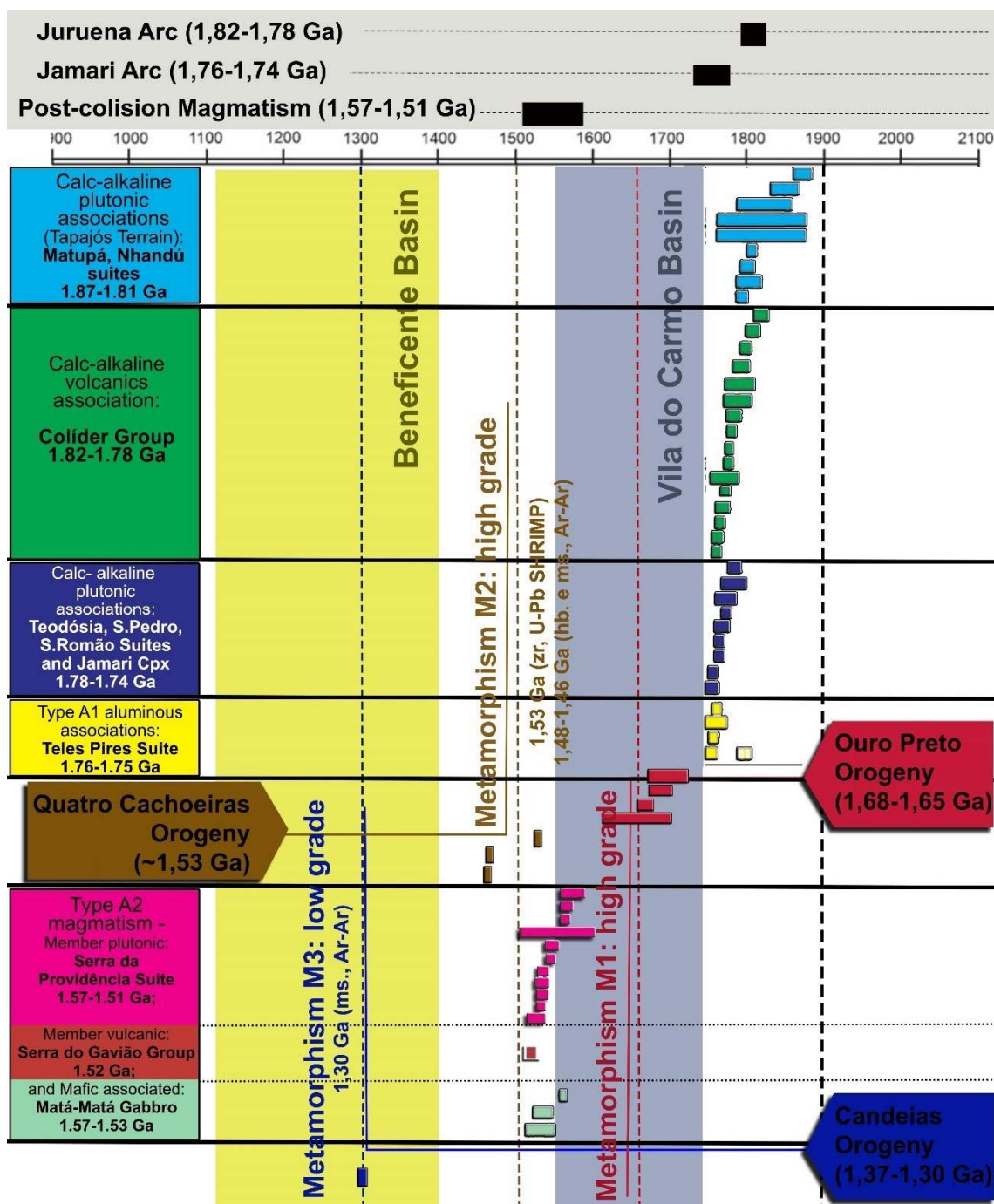


Figure 05. Diagram time *versus* geologic units, with interpretations concerning the geodynamic setting and the involved orogenies of the Rondônia-Juruena Province. Solid bars represent crystallization age intervals (U-Pb and Pb-Pb zircon evaporation). Hatched bars represent the ages of the tectonothermal events (Ar-Ar step-heating and SHRIMP II U-Pb). Dashed lines correspond to time intervals of 200 Ma (modified after Almeida & Costa, 2016).

Two major structural patterns have been identified and are defined by: 1) a regional NW-SE fabric that varies in intensity from gentle and spaced ductile to brittle-ductile shear zones to thick belts with pervasive ductile structuring (e.g., schistosity and gneissic banding); mylonites and paragneisses metamorphosed to the greenschist and upper amphibolite facies yielded ages of 1.46 Ga (muscovite) – 1.48 Ga (hornblende), obtained by the Ar-Ar step-heating method (Almeida *et al.*, 2012), and of 1.52 Ga (zircon rim), obtained by the SHRIMP II U-Pb method (Oliveira & Lira, in press), respectively; and 2) a local NE-SW fabric, which is mainly represented by cataclastic and subordinated mylonitic zones, is associated with low-grade metamorphism (greenschist facies); mylonites yielded 1.32 Ga (muscovite) by the Ar-Ar step-heating method (Almeida *et al.*, *op. cit.*).

Magnetic data are frequently used to study crustal architecture, overprinting relationships and kinematics. It is a powerful tool for tectonic analysis, attested by the relationship between structural geology and geophysical analyses (Jessell *et al.*, 1993; Jessell & Valenta, 1996; Betts *et al.*, 2003; Direen *et al.*, 2005a). This type of approach makes possible: (1) a connection between detailed observations in the field and regional magnetometric patterns; (2) a better analysis of the geotectonic scenario by the integration of local observations to the regional context; and (3) the constraint of the lithospheric architectural type in any desired scale.

Thus, we present a structural and metamorphic study of the Proterozoic terrains of the NW-SE- and NE-SW-trending deformation belts that occur in the southern region of the State of Amazonas, aiming at the understanding of the overprinting relationships between existing shear zones (mylonites, protomylonites and cataclasites) and the relationships with metamorphic events, by means of geological-structural sections along the Roosevelt and Guariba rivers. We intend to correlate regional tectonic and local

structural aspects of the Rondônia-Juruena Province, using structural, microtectonic and metamorphic analyses and the integration of regional geophysical interpretations e geochronologic data.

2. MATERIALS AND METHODS

The methodology applied in this study integrates geophysical interpretations and classical geological mapping techniques, structural analysis and petrography, as follows:

i) **Geophysical interpretation** – gamma-spectrometric and magnetometric aerogeophysical data were used in this study. They were acquired along N-S-trending lines, adopting spacing and flight height of 500 m and 100 m, respectively (Prospectors, 2010). All geophysical data processing and conversion to images were performed using the interface of softwares Oasis Monjat GEOSOFT[®], Global Mapper BLUEMABLE[©] and Arcmap ArcGIS ESRI[®]. The resulting geophysical products were tectono-magnetic and lithogeophysical maps; ii) **Integration geological mapping and aerogeophysical data** – this stage was subdivided in: a) *compilation of existing geological data*, which consisted in preparing a GIS with geological (lithostratigraphic, structural, geochemical, and geochronological) data available in CPRM/SBG (Brazilian Geological Survey). The geological data were integrated to the aerogeophysical data and their interpretative products; the previous analysis of this database at the 1:250,000 scale, aided the selection of key-areas for field work; b) *geological-structural survey* of two sections at the 1:100,000 scale, located along the Roosevelt and Guariba river courses. The main objective of this survey was to detail the geological information available for the study area and the study of key-areas, focusing on the description of structural features (attitudes, overprinting relationships, photographic record and sketches of the main features), and collecting oriented samples for petrographic and microtectonic studies; c)

integration of all data to GIS at the 1:100,000 scale and interpretation at the 1:100,000 scale, making the geological information more dense along the sections and geological contacts and regional structures more precise. These geological sections were interpolated and extrapolated to the whole area by means of interpretation of geophysical (tectonomagnetic and litogeophysical) maps, thus generating the final geological-geophysical map; iii) **Structural analysis** – the following working order was adopted: a) preparation of a structural map at the regional scale, generated from the integration of tectonomagnetometric and geological-geophysical maps and topographic relief images; b) at the outcrop scale, the structural data were described by nature (brittle or ductile) and analyzed by geometry and kinematics, by means of stereographic projections, allowing the definition of structural patterns and overprinting relationships; c) these (regional and local) products are integrated with transversal sections and contextualized with geochronological and thermochronological data available for the study area; iv) **Petrography** – after the analysis at the outcrop scale, samples were selected for the study at the micro-scale, in order to trace the structural and thermal history of the region.

3. TECTONO-MAGNETIC FRAMEWORK

The aeromagnetometric data (Fig. 02a) highlight elongate, low-frequency, NWSE-trending anomalies in the study area. First order lineaments constitute the magnetic framework, and are overlain by a magnetic fabric of second order lineaments. It is constituted by straight high-frequency anomalies predominantly trending NE-SW, and curvilinear anomalies trending NW-SE and E-W. The latter form a (NW-SE-trending) lineament belt of approximately 50 km in thickness, which crosses the whole study area and impose dextral drag folding in the magnetic framework low-frequency anomalies (Fig. 02b). The characteristics of these magnetic lineaments, of individualized

geophysical domains and the interpretation in the geologic and evolutionary context of the region are described below.

3.1. Magnetic lineaments

The analysis of the magnetic lineaments defined four main classes (Fig. 03), organized according to geometry, length, attitude and geophysical characteristics: **L₀**– very long (>30 km), elongate low-frequency anomalies (first order) preferentially trending NE; **L₁**– long (approximately 50 km), curvilinear high-frequency lineaments (second order), which constitute a NW-SE-trending, thick magneto-tectonic belt; **L₂**– short (approximately 10 km), straight, high-frequency lineaments (second order), disposed as lineament belts variably trending between NNE and NE; and **Magnetic Dikes (or L₃)**– lineaments defined by long, straight anomalies trending NNE that truncate the other lineaments. They are interpreted as the response to mafic dike emplacement (e.g., Periquito Diabase) and to the existence of extensional faults related to graben-horst-type systems.

3.2 Geophysical domains

The integration of the different lineament classes with the intensity and type of generated magnetic relief (Fig. 03a) helped individualize three geophysical domains in the southern region of the State of Amazonas, namely DG1, DG2 and DG3.

Geophysical domain DG1, associated with lineaments L₀ and deep sources, is constituted by elongate bipolar magnetic anomalies with major axis trending ENE in average. This domain, which shows a NE-SW-trending structuration, is interpreted to be the geophysical response of a crystalline basement located in deeper zones of the crust. It

does not seem to crop out in the study area. This probable preserved basement nucleus can be subdivided in magnetic, non-magnetic and undivided.

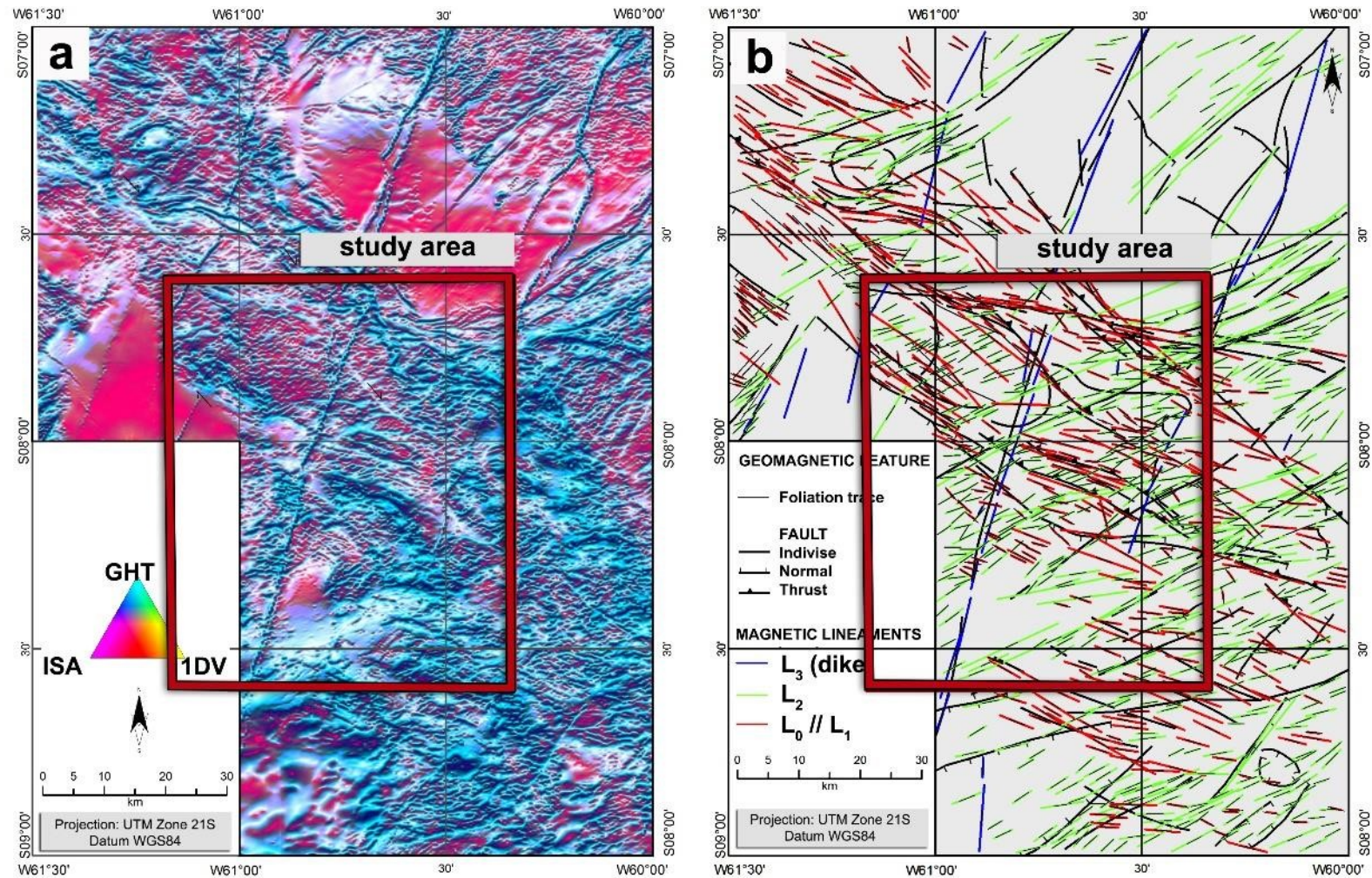


Figure 02. a) Ternary (CMY) composition map, prepared with the magnetic products: total horizontal gradient, analytical signal inclination and first vertical derivative, respectively; and b) interpretation map of magnetic lineaments, generated from the CMY image. The study area is highlighted in both images (red polygon).

Geophysical domain DG2 is defined by a large circular structure, whose response is a gravimetric low surrounded by bipolar magnetic anomalies of smooth relief, also circular and elongate northwestwards. The domain DG2 magnetic response is interpreted as resulting from the presence of isotropic, magnetic igneous bodies, intrusive in the deep basement DG1.

Geophysical domain DG3 is constituted by positive magnetic anomalies and lineaments L_1 , which define dextral drag-fold structures and tend to attenuate the magnetic responses present in domain DG1. The geometry and relationship with domain DG1 suggest that domain DG3 be a type of magnetic response characteristic of metavolcano-sedimentary sequences.

3.3 The Tectono-Geophysical Framework in the Rondônia-Juruena Province (PRJ) Context

The tectono-geophysical framework proposed for the southeastern region of State of Amazonas is constituted by geophysical domains that show direct relationship with certain lithologic types, represented by the deep crystalline basement (DG1), intrusive igneous bodies (DG2), and metavolcano-sedimentary sequences (DG3). The integration of these geophysical domains and the analysis of magnetic lineaments suggests a tectonic evolution based on the overprinting of at least four deformation events. In chronological order (Fig. 03b):

- (1) the deep basement, which represents terrains that were deformed according to a NWSE-trending compression, generating fabric and contact between NE-SW-trending terrains (lineaments L_0);
- (2) intrusion of felsic-intermediate igneous bodies (low density and magnetic with moderate-high response), deposition of (meta)volcano-sedimentary successions (Intermontane Basins). These rocks were truncated by a regional (~40 km long)

deformation belt, constituted by NW-SE-trending magnetic lineaments (L_1) of dextral kinematics and apparent ENE dip, as indicated by the variation of magnetic gradient. This belt also affected the intrusive bodies, but did not develop drag folds in these bodies. In the northwestern portion of the study area, circular anomalies occur with no record of this NW-SE deformation, suggesting that these are late- to post-kinematic intrusive bodies;

(3) deformation event represented by NE-SW-trending magnetic lineaments (L_2), constituting narrow deformation belts (~10 km). The truncation relationships with other structurations define an apparent dextral kinematics with magnetic gradient indicating apparent SE dips;

(4) late lineaments (magnetic dikes), which apparently take advantage of pre-existing discontinuities, constituting graben-horst-type systems. They were generated during a late extensional event, probably related to Neotectonics.

4. PETROTECTONIC ASSOCIATIONS

The geologic units cropping out in the study area were grouped in petroTECTONIC associations (Fig. 04). These associations are characterized by structural style, geochemical signature and geochronological age. They represent accretionary processes, which formed a magmatic arc system (Scandolara, 2007; Lacerda Filho *et al.*, 2006), and orogen building and collapse phases. These evolutionary stages recognized in the Rondônia-Juruena Province (Almeida & Costa, 2016; Oliveira & Lira, in press) are described as follows.

The magmatic arc system, which includes high-K calc-alkaline magmatic suites (basement associations) and volcano-sedimentary sequences (Juruena supracrustal rocks), was generated in an event constrained to the 1.80-1.74 Ga age interval. The collapse of the arc is represented by A-type to transitional magmatism and sedimentary covers, of

ages between 1.57 and 1.40 Ga, encompassed by the Post-Juruena volcanoplutonic association (Fig. 05). Each petrotectonic association is described below.

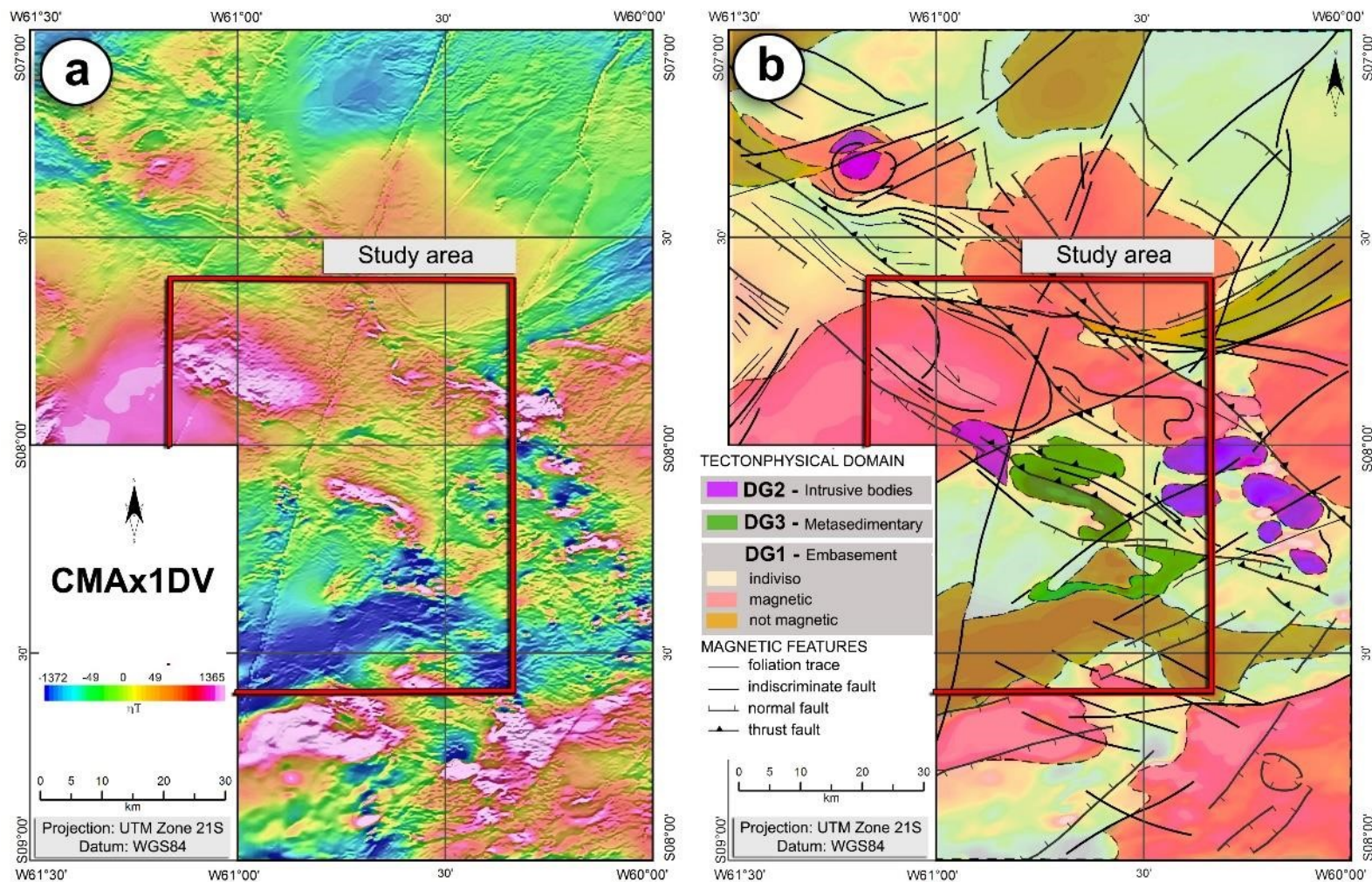


Figure 03. On the left, magnetometric image generated by the binary composition of the products anomalous magnetic field and first vertical derivative; on the right, map of geophysical-tectonic domains, interpreted from the binary composition image. The study area is highlighted in both images (red polygon).

4.1. Prototectonic Association Juruena Basement (PAJE)

PAJE is composed of the following Paleoproterozoic units: Colíder Group (1.80–1.78 Ga; Frascá *et al.*, 2000), which is a succession of felsic volcanic rocks with subordinate contribution of pyroclastic and volcanoclastic rocks; Teodósia Suite (1.76 Ga; Almeida *et al.*, 2009), represented by calc-alkaline granitoids that constitute an expanded series of granitic, granodioritic-tonalitic and quartz-dioritic facies (Fig. 06); and the Igarapé das Lontras Suite (1.75 Ga; CPRM, 2015a), composed of A-type to transitional granitic bodies. This suite was included in this prototectonic association because its age similar to those of the calc-alkaline members.

PAJE structural control follows the general N40°W direction. The rocks from the high-strain zones present mylonitic foliation to gneissic banding (S_m N30°W 70°/NE) and down-dip mineral lineation (L_{x_m} N70°E 65°/NE). Away from these zones, the rocks are isotropic or present magmatic structuration (S_0 N40°W 90°/NE).

4.2. Prototectonic Association Juruena Supracrustal Rocks (PAJS)

The volcano-sedimentary sequences of the Vila do Carmo Group (minimum sedimentation age of 1.74 Ga, SHRIMP detrital zircon U-Pb dating, Reis *et al.*, 2013) and metasedimentary rocks of the Quatro Cachoeiras Complex (minimum sedimentation age of 1.76 Ga, SHRIMP II inherited zircon U-Pb dating, CPRM, 2015a) were grouped in PAJS. These units are described as sedimentary sequences deposited in Paleoproterozoic basins whose basement corresponds to the Juruena magmatic arc rocks (PAJE).

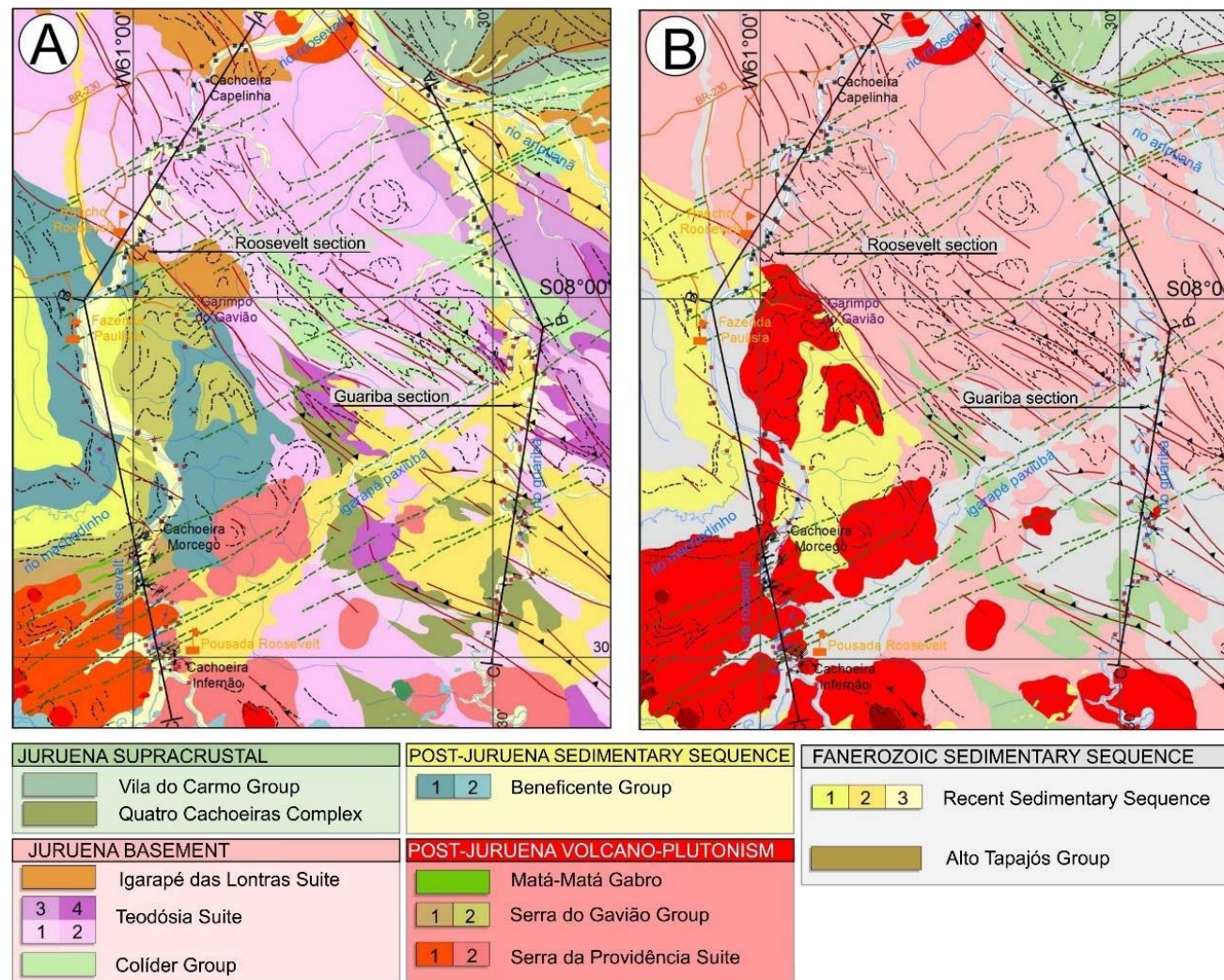


Figure 04 – On the left: (A) geological-geophysical map, generated from the Sumaúma (Oliveira *et al.*, 2013) and Roosevelt River sheets (Oliveira *et al.*, 2014), both available for download – <http://geobank.cprm.gov.br/>. On the right: (B) map of the petroTECTONIC associations.

The Vila do Carmo Group is subdivided in volcanic and sedimentary facies, corresponding respectively to the Camaiú and Salomão formations (Reis *et al.*, 2013).

The Camaiú Formation is represented by rhythmic intercalations composed of cineritic tuffs, rhyolitic ignimbrite, volcanic breccias and litharenites. The Salomão Formation is constituted by ferruginous (hematitic) and quartz sandstones. These lithologic types are deformation free, being dominantly exposed north-northeast of PAJE. The Quatro Cachoeiras Complex (<1.76 Ga, CPRM, 2016), encompasses paragneiss lenses (biotitecordierite-garnet gneiss, sillimanite-garnet gneiss and biotite-quartz gneiss) and amphibolites. The paragenesis presented by this metasedimentary sequence is compatible with upper amphibolite facies conditions, and yields an estimated age of 1.53 Ga (SHRIMP U-Pb, zircon metamorphic rim; CPRM, 2016). This high-grade metamorphism age is attested by the presence of coeval muscovite-biotite metagranitoids (Honorato Granite, 1.52 Ga – SHRIMP U-Pb; CPRM, 2016). PAJS presents a complex structuration printed in the Quatro Cachoeiras Complex paragneisses and amphibolites, represented by isoclinal-folded banding (S_{m+1} N40°-10°W 70°/NE-SW), which in turn are re-folded as open folds (S_{m+2} N60°E 90°/NW-SE).

4.3. Prolotectonic Association Post-Juruena Volcano-Plutonism (PAPVP)

The Mesoproterozoic is represented by the Serra da Providência event in the study area, which is composed of the Serra da Providência Suite granitoids (1.51 Ga; CPRM, 2015a; Leal *et al.*, 1972) and of the Matá-Matá Gabbro (1.57–1.54 Ga, CPRM, 2015a; Bettiollo *et al.*, 2010), defining a bimodal magmatism considered part of a AMCG association (Scandolaro *et al.*, 2013). Besides this bimodal plutonism, felsic volcanism occurs and is considered to be the extrusive component of this event, named Serra do Gavião Group (1.53–1.52 Ga, CPRM, 2016).

The **Serra da Providência Suite** granitoids (Fig. 07) are represented by viborgites, alkali-feldspar granites, rapakivi syenogranites, and minor gabbros and pyroxene granitoids. Their corresponding extrusive rocks are encompassed by the **Serra do Gavião Group** (Fig. 06), subdivided in the Morcego and Beija-Flor formations. The **Morcego Formation** is dominantly composed of acid subvolcanic and effusive rocks (alkali-feldspar microgranites, porphyritic rhyolites and subordinate andesites) associated with syn-magmatic metamafic dikes correlated to the **Matá-Matá Gabbro** (Fig. 08). The **Beija-Flor Formation** is a sequence of pyroclastic and volcanoclastic rocks composed of cineritic tuffs, rhyolitic ignimbrites and litharenites.

APVPJ crops out in the study area along the Roosevelt River. Greenschist facies metamorphism and hydrothermal alteration (seritization-epidotization), associated with NE-SW-trending shear zones affect the APVPJ rocks, developing cataclastic to mylonitic fabrics.

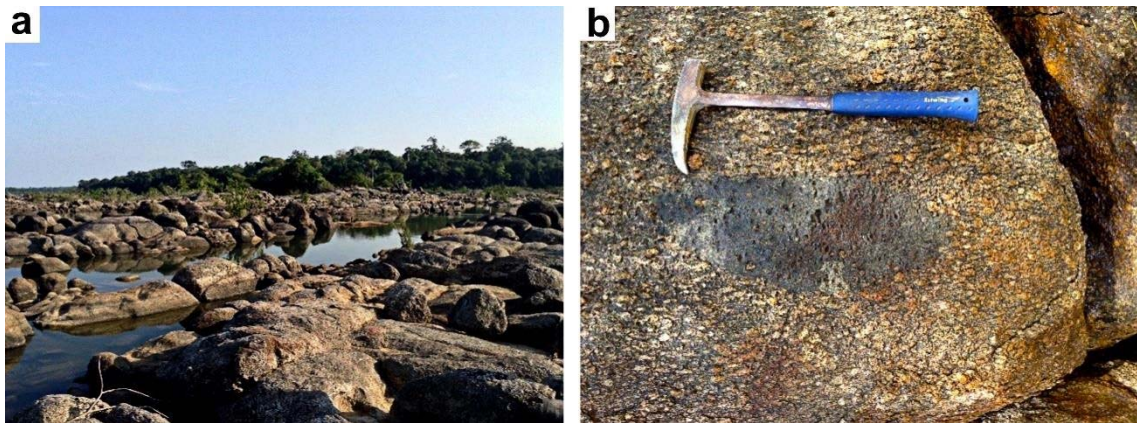


Figure 06. Metagranitoid from the Juruena Basement: (A) general aspect of the outcrops in rapids along the Roosevelt river; (B) magma mixing (mingling), featuring a mafic autolith with feldspar drops.

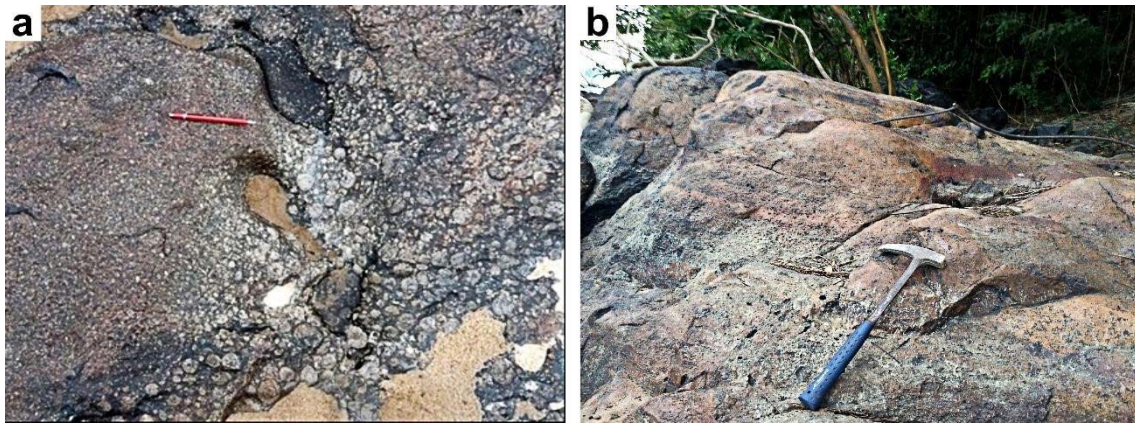


Figure 07. Volcano-plutonic magmatism in Serra da Providência. On the left, plutonic–pterlite member (Serra da Providência Suite), Infernão rapid; on the right, volcanic felsic-rhyolitic ignimbrite member (Serra Gavião Group), Morcego rapid. Both outcrops in the Roosevelt River.



Figure 08. Volcanic felsic (Serra Gavião Group) and mafic (Matá-Matá Gabbro) members of the Serra da Providência magmatism. The sketches show details of the textures observed in the: (A) microgranite, with cataclastic texture represented by tension gash-type structures; and (B) (N-Strending) contact between rock types, displaced by a NE-SW-trending structuration.

5. STRUCTURAL GEOLOGY AND METAMORPHISM

The data used in the structural analysis were collected along the Roosevelt and Guariba geological sections, surveyed in the medium courses of homonymous rivers, both affluent of the Aripuanã River (Fig. 09). The lithological types show superposed structural styles, which were integrated to the thermo-chronological data available for the study area (Costa *et al.*, 2016; Oliveira & Lira, in press) and to the tectonomagnetic and petrotectonic association maps. Three deformation events were individualized. Their corresponding structural styles are described below, together with the mapped sections.

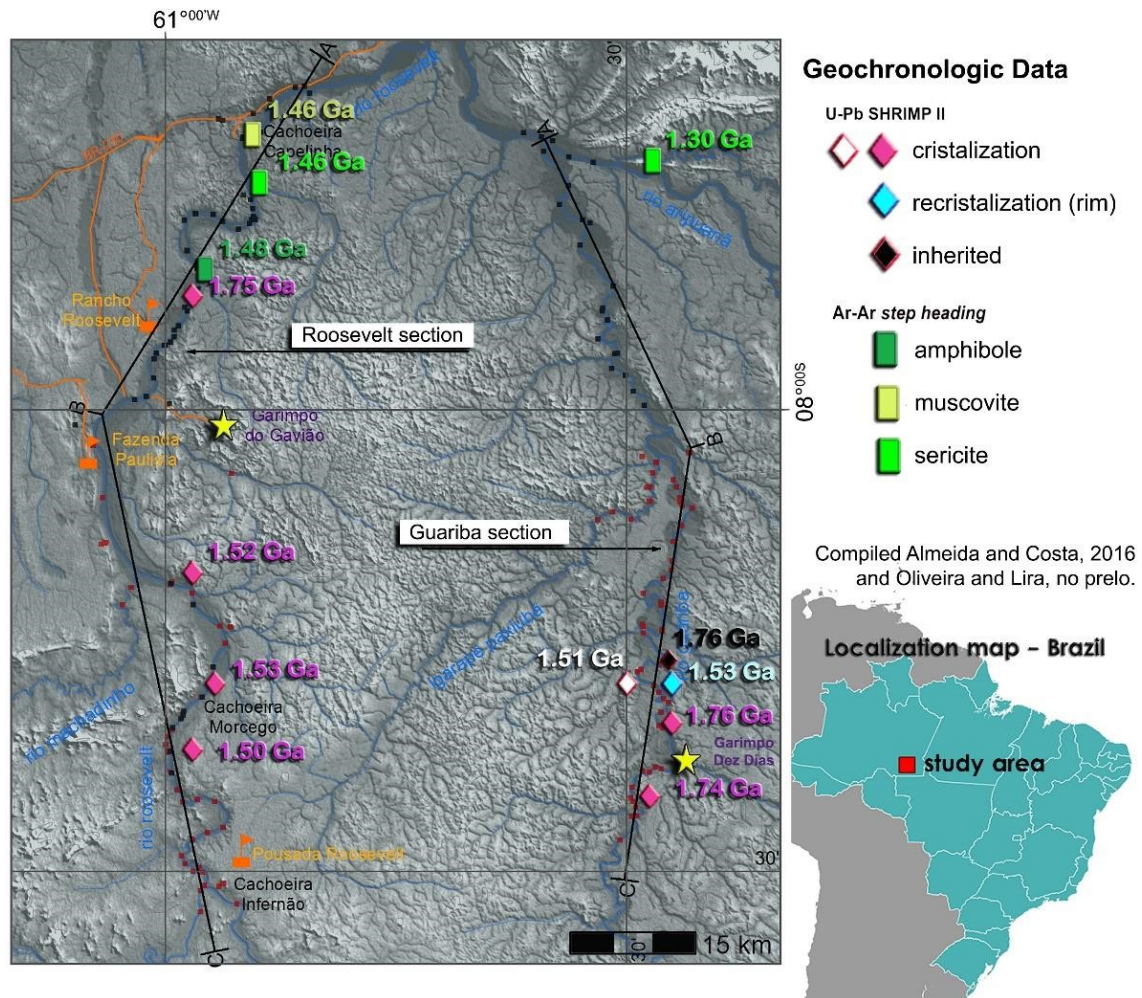


Figure 09. Location of the sections (Roosevelt and Guariba rivers), with geologic stations (points red – Geological Survey of Brazil projects, and black – this work). Geochronological stations with the obtained results (compiled Almeida and Costa, 2016; Oliveira and Lira, no prelo).

5.1. The Roosevelt Section

Along the Roosevelt section (**ABC**, Fig. 09), which is approximately 90 km in length and located in the low-medium course of the homonymous river, two structural domains, named northern and southern, were defined and are described below.

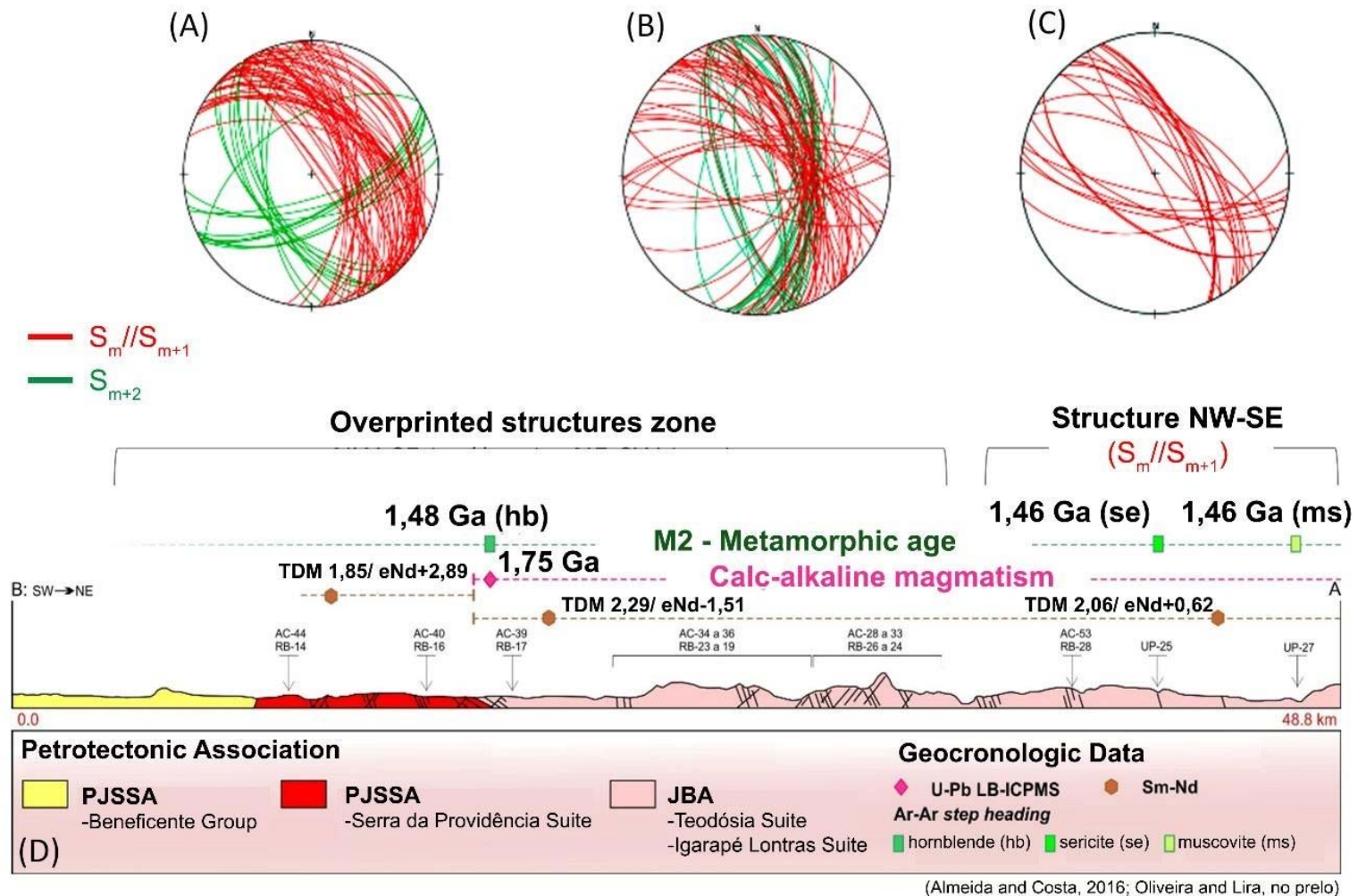


Figure 10. Stereographic projections (A, B, C) of the planar structural and geochronological data for the rock types exposed in the Roosevelt Northern Domain – section (D), defining two superposed tectonic foliation generations.

5.1.1 Northern Roosevelt Structural Domain

The rocks of the northern portion of the section (AB; Fig. 10), located between Cachoeira Capelinha and Fazenda Paulista, present primary (*e.g.*, magmatic flow) and tectonic structuration, represented by gentle, discontinuous N40°W-trending foliation concordant with the regional magnetometric fabric. Locally, high-strain zones occur concordant with the regional structuration (NW-SE) and varying in thickness between 10 m and 1000 m. They are constituted by mylonites surrounded by metagranitoids. The fabrics are represented by continuous disjunctive foliations (N60°W 70°/NE; Fig. 11), defined by mafic aggregates (biotite ± hornblende ± magnetite) and elongate quartz and feldspar crystals. A stretching lineation dipping at high angles develops in these planes.

A second, essentially cataclastic, N60°E-trending structuration truncates the regional structuration. This structuration is associated with intense hydrothermal alteration, and is constituted by a cataclastic flow fabric (epidotization and silicification) and quartz veinlets of the stockwork type (epidote ± pyrite) (Fig. 12).

Under the microscope, the metagranites and mylonites show spaced disjunctive foliation, defined by preferentially aligned quartz crystals with undulatory extinction and recrystallization by rotation of subgrains. Feldspars are microfractured (microfaulted), with the resulting fragments usually being far apart along the foliation. Biotite is neoformed along the foliation planes, exhibiting deformation features indicated by the fabric of these rocks, suggesting temperatures of the order of 350°C, compatible with greenschist facies metamorphism (M1). Superposed to this mylonitic structuration, cataclastic bands filled with sericite, recrystallized quartz and lithoclasts occur.

Sm-Nd isotopic data reveal that along the section two granitoid generations occur, related to the Serra da Providência ($T_{DM} = 1.85$ Ga; $\epsilon_{Nd} = +2.89$) and Teodósia ($T_{DM} =$

2.29 Ga; $\epsilon_{Nd} = -1.51$) suites. The latter presents mylonites with plateau ages (Ar-Ar step heating) of 1480 and 1460 Ma, obtained from amphibole and muscovite, respectively (Almeida *et al.*, 2012; Almeida & Costa, 2016).

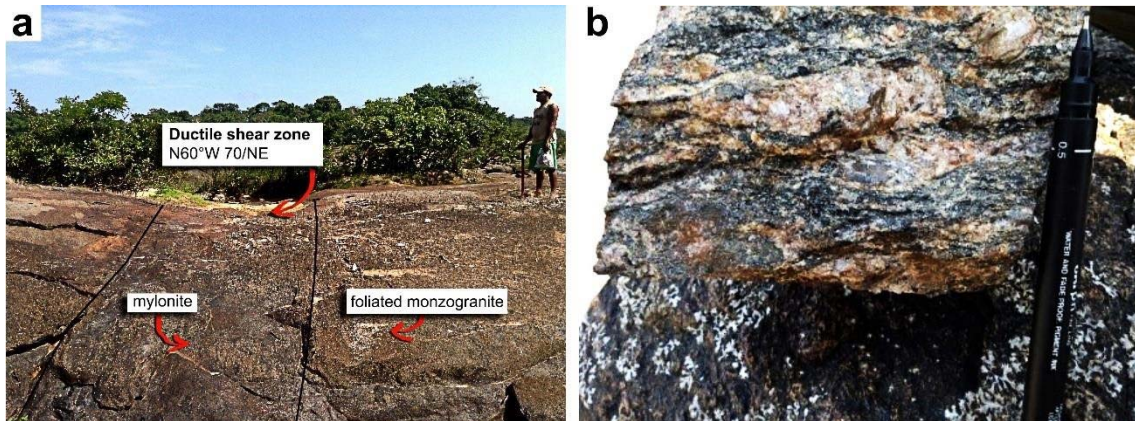


Figure 11. In the Northern Roosevelt section, PAJE granitoids present NW-SE structuration, which locally develop high-strain zones (left), with internal mylonitic texture (right).

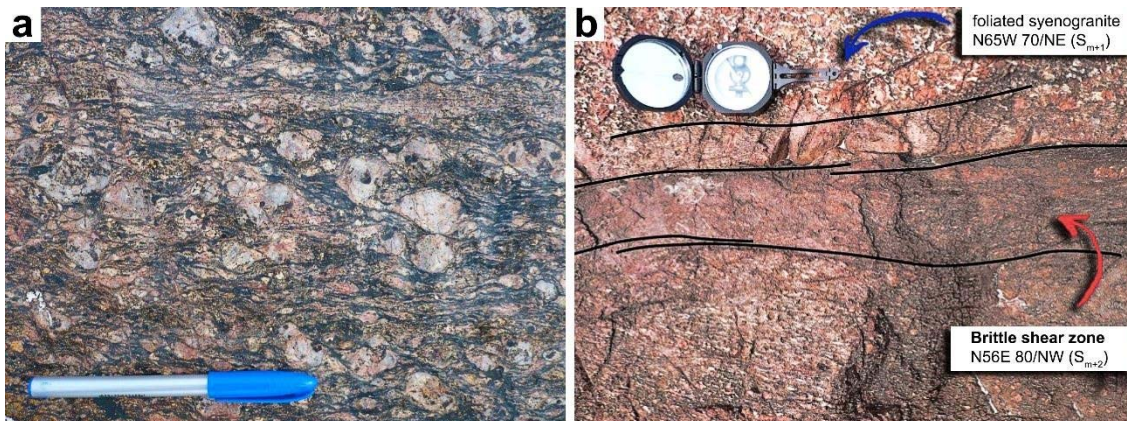


Figure 12. On the left: protomylonitic metagranite with NW-SE structuration occurs in the northeastern portion of the Northern Roosevelt section. On the right: a cataclastic NE-SW structuration predominates in the southwestern portion that truncates the regional NW-SE structuration.

5.1.2 Southern Roosevelt Structural Domain

The southern portion of the section (BC ; Fig. 13), between Fazenda Paulista and the Infernã Waterfall, granitic bodies and volcanic (subvolcanic, effusive and volcanoclastic) rhyolitic sequences crop out, besides syn-magmatic mafic dikes, all of them grouped in AVPPJ. These rocks are isotropic and are affected only by NE-SW trending shear zones.

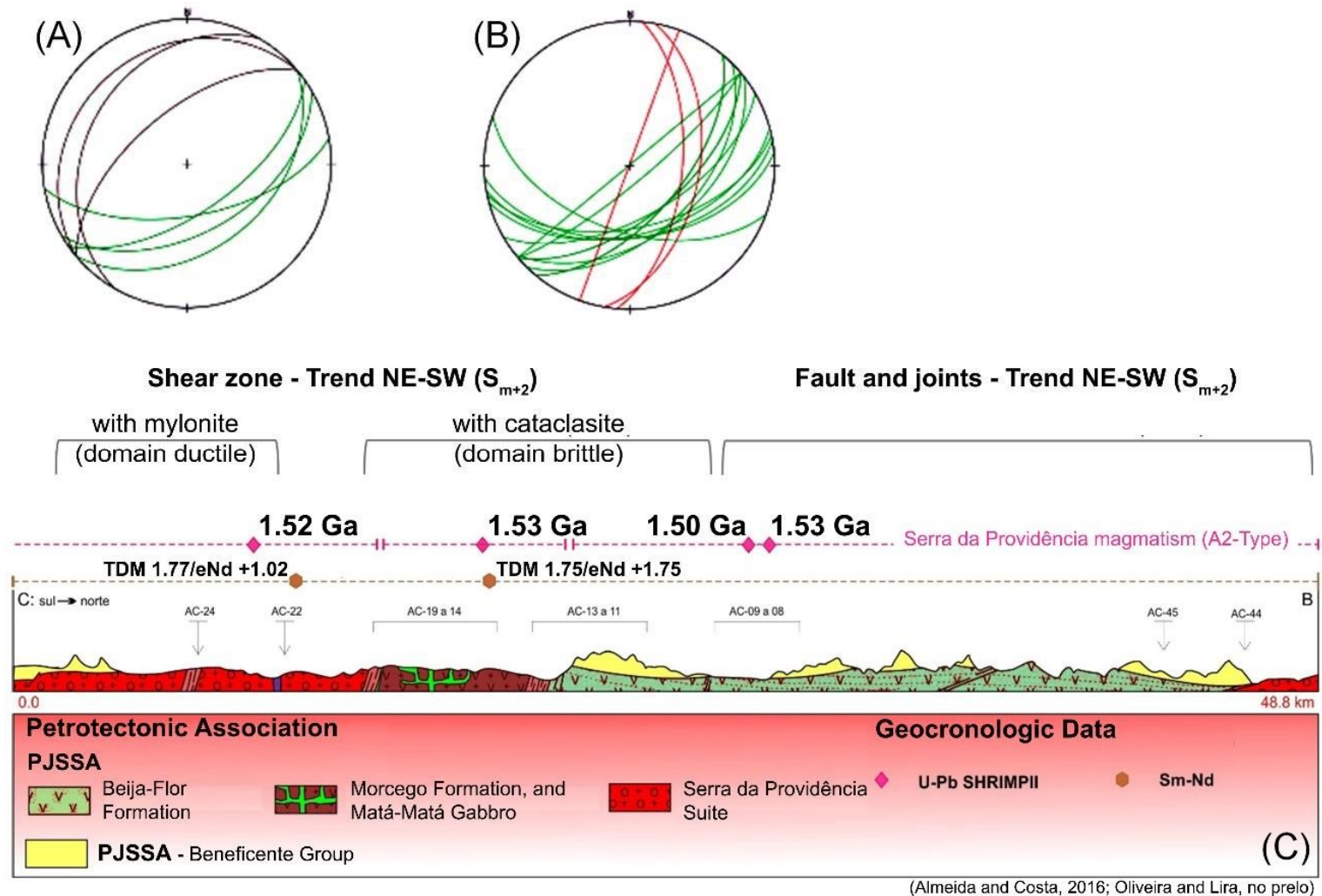


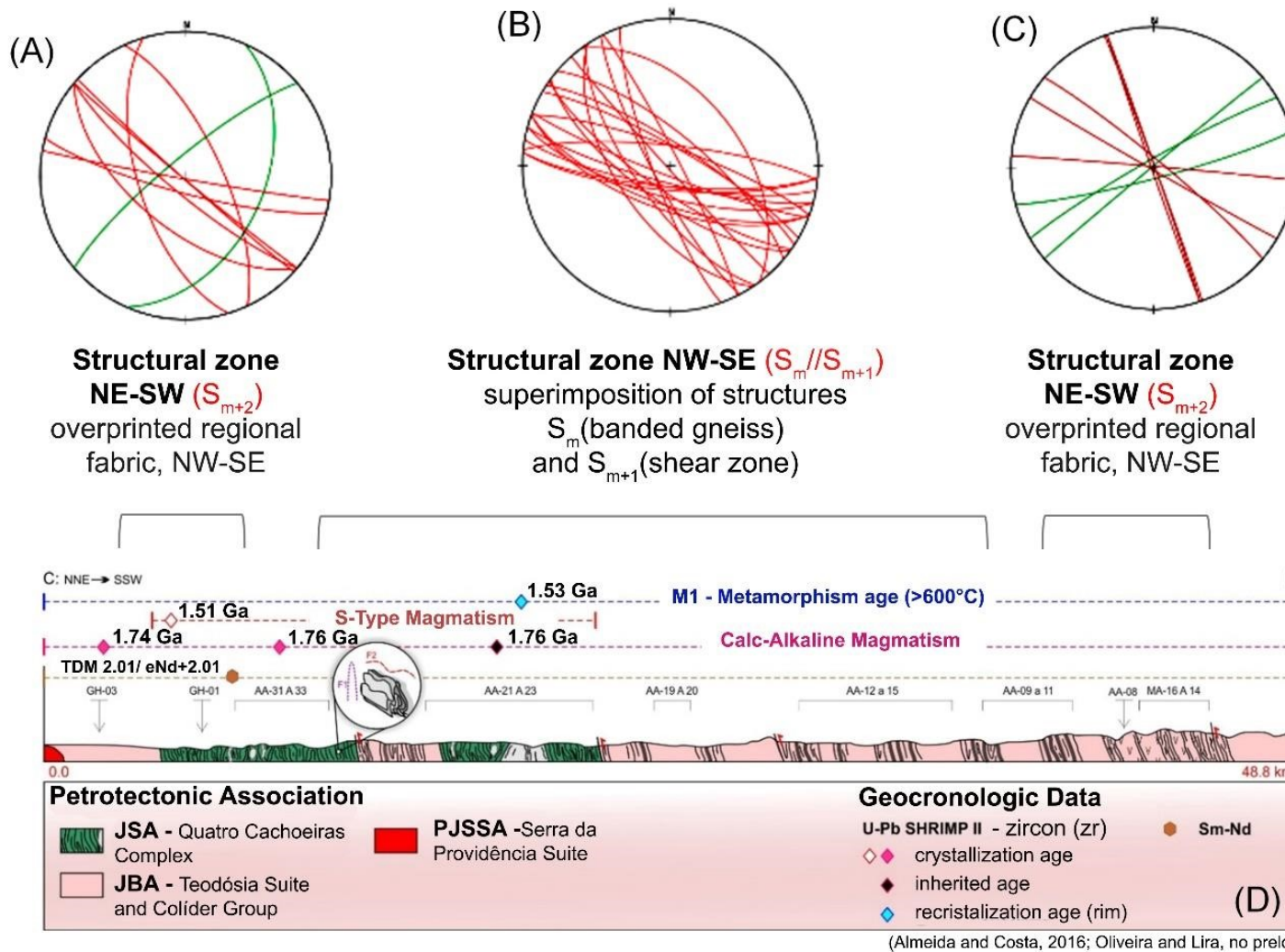
Figure 13. Stereographic projections (A, B, C) of the planar structural and geochronological data for the rocks exposed along the Roosevelt Southern Domain - section (D) defining two superposed tectonic foliation generations.

Along the section, N65°E 70°/SE-trending planar features and mineral stretching lineations of low rake (S78°E 30°/SE) are described. However, variations in the deformation regime as a function of the affected rock types is observed. In the felsic volcanic rocks (Fig. 14), a brittle regime dominates, represented by cataclastic shear zones, spaced foliations and fracture cleavage, whereas in metamafic rocks and granitoids shear zones predominate, developing continuous disjunctive schistosity and mylonitic foliations, respectively (Fig. 15).

Associated with deformation D2, low greenschist facies metamorphism occurs, defined in the metamafic rocks by the neoformation of chlorite and tremolite-actinolite from biotite and amphibole, respectively, and in the granitic rocks by the formation of biotite in the foliation planes. Recrystallization of quartz sub-grains and comminution of feldspar also occur in the granitoids, which are microtectonic features characteristic of low temperature (<350°C) greenschist facies conditions (Evans, 1988) (Fig. 14). Apparently, late zones of hydrothermal alteration (*e.g.*, epidote-silica ± hematite ± sulfide) take advantage of the previous structuration. Important gold occurrences are associated with these zones (Oliveira & Costa, 2011).

5.2. The Guariba Section

In the 50 km-long Guariba Section (**BC**, Fig. 16), located in the lower course of the homonymous river, orthogneisses and metavolcanic rocks were mapped, the former belonging to the Teodósia Suite and the latter to the Colíder Group, both grouped in PAJE. Additionally, metavolcano-sedimentary sequences belonging to the Quatro Cachoeiras Complex (*e.g.*, paragneisses and amphibolites) and to PAJS also occur.



(Almeida and Costa, 2016; Oliveira and Lira, no prelo)

Figure 16. Stereographic projections (A, B, C) of the planar structural and geochronological data for the rocks exposed along the Guariba Domain - section (D) defining two superposed tectonic foliation generations., segment CB (see Fig. 8).

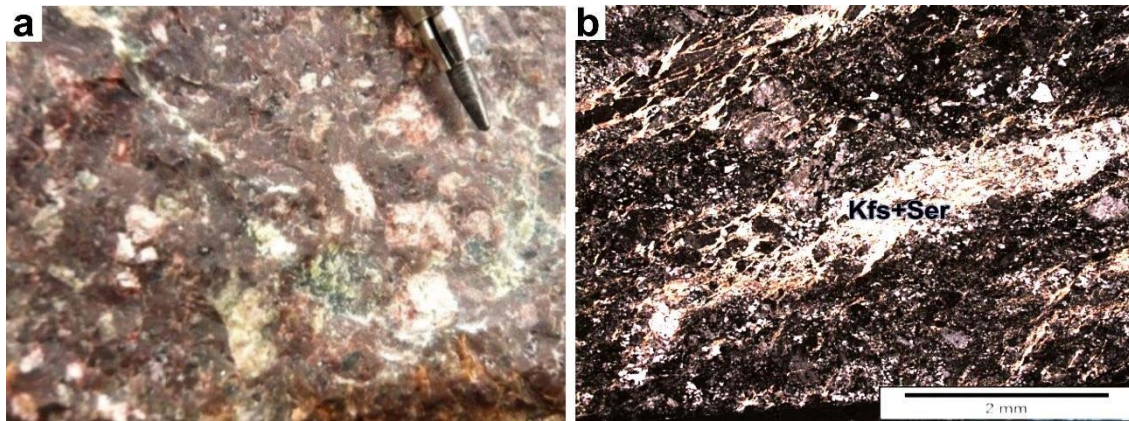


Figure 14 – In the northern portion of the Roosevelt section, APVPJ volcanic sequences predominate. On the left: detail of the rhyolitic ignimbrite showing fractures and hydrothermal veinlets (epidotization-silicification). On the right: microphotograph of the same ignimbrite showing sericitized cataclastic flow and fractured plagioclase crystals with undulatory extinction (low temperature deformation).

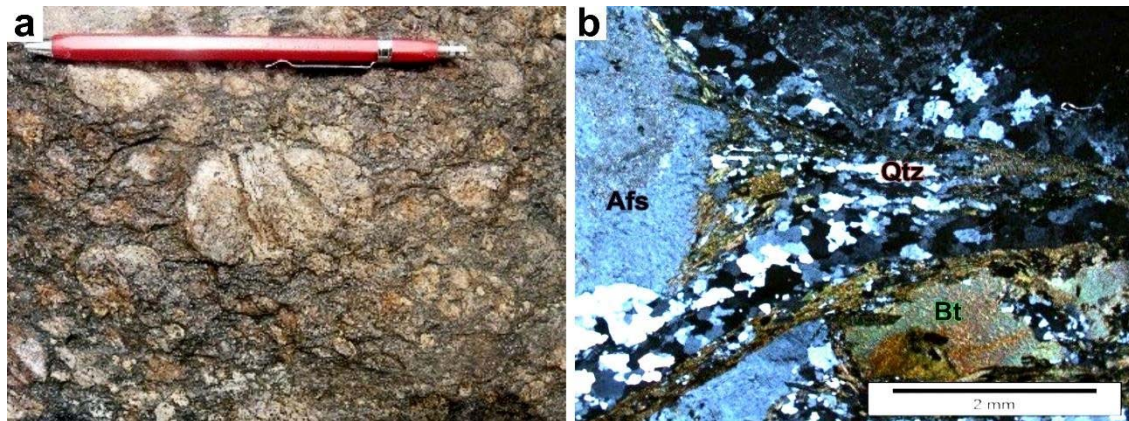


Figure 15. In the southern portion of the section, APVPJ rapakivi granitoids predominate. On the left: detail of the protomylonitic viborgite texture. On the right: microphotograph of the protomylonite, showing quartz dynamic recrystallization and biotite bordering a feldspar phenocryst, indicating dextral kinematics and temperature conditions of approximately 350 °C.

The **Guariba Structural Domain** is defined by a complex structural organization observed in orthogneisses and paragneisses and is characterized by spaced foliations (gneissic banding S_m – Fig. 17A), usually folded (isoclinal folds F_1) and re-folded (open folds F_2), the attitude of the axial plane cleavage (S_{m+1}) being $N70^\circ W 80^\circ / NE$ (Fig. 17B). As observed under the microscope, this structural organization is associated with highgrade (M_1) and low-grade (M_2) metamorphic events. Event M_1 , developed under upper amphibolite facies conditions (Winkler, 1967), was defined by the presence of the

metamorphic paragenesis biotite-garnet-cordierite-andaluzite-sillimanite (fibrolite), identified in para-derived rocks, and by metamorphic hornblende, observed in the orthoderived rocks. Event M₂ is a (retrograde) metamorphic event of the greenschist facies and is represented by biotite and muscovite overgrowing crenulation cleavage planes (S_{m+1}). This metamorphic event is also corroborated by crystallographic features represented by recrystallized feldspar, constituting mosaics of polygonal grains and quartz ribbons observed in metagranitoids and leucosomes (migmatites). This structural organization is thoroughly truncated by subvertical, NNE-SSW-trending dextral shear zones, which generate cataclastic to mylonitic fabrics that characterize a third deformation phase (S_{m+2}).

Geochronological analyses of paragneisses by the SHRIMP II U-Pb method (Oliveira & Lira, in press) yielded inherited ages of 1760 Ma (zircon nuclei) and metamorphic ages of 1530 Ma (zircon rims). The latter age is attributed to event M₁, whose temperature (>650°C) is compatible with the zircon isotopic system opening temperature (~900°C). The metamorphic peak of this Mesoproterozoic tectonothermal event is attested by crystallization ages (1510 Ma) of small S-type granitic stocks (Honorato Granite, Oliveira & Lira, *op. cit.*), which occur associated with Quatro Cachoeiras Complex para-derived migmatites. The amphibolites of this complex present isotopic signature that indicate mantle derivation ($\epsilon_{Nd} = +2.01$) and Orosirian model age (T_{DM} = 2.01 Ga).

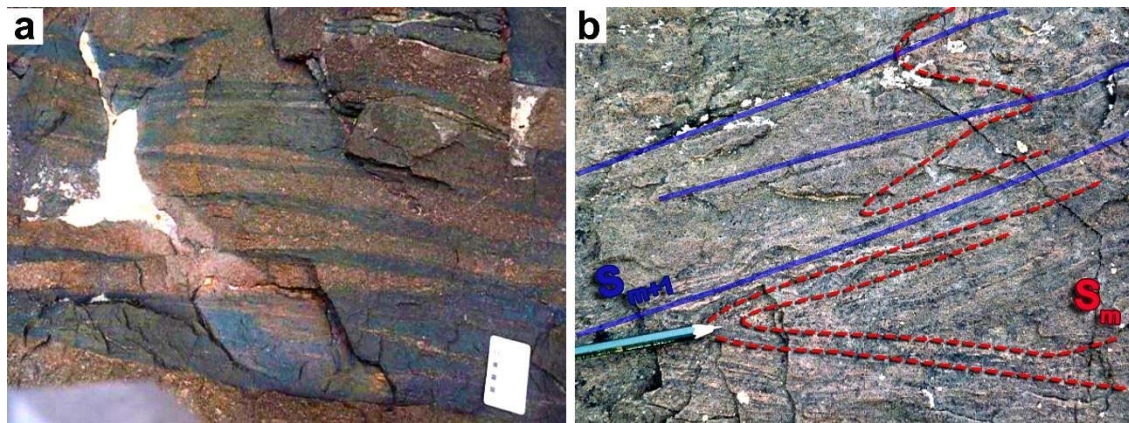


Figure 17. On the left: (A) PAJE banded orthogneiss with intercalations of amphibolite lenses (D1). On the right: (B) PAJS poly-folded muscovite-biotite paragneiss showing overprinting relationship between phases D1 and D2.

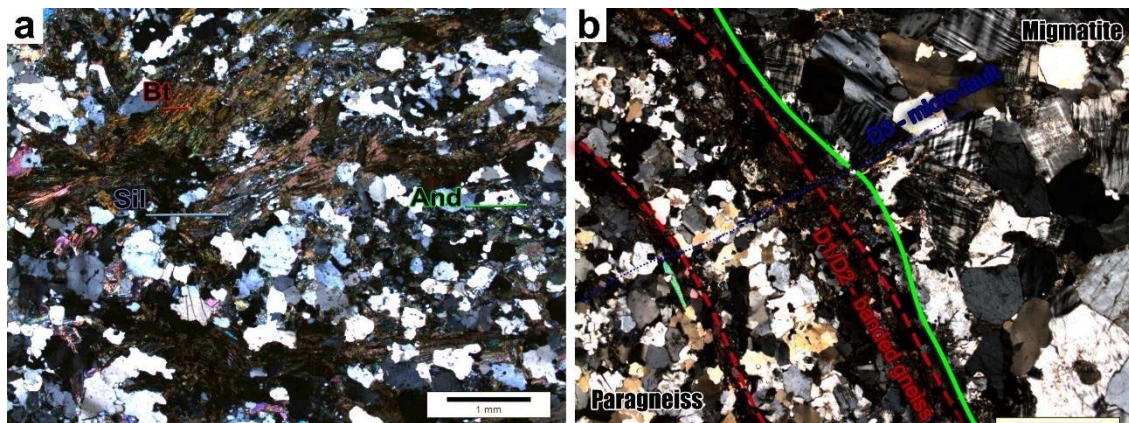


Figure 18. Microphotographs highlighting high-grade mineral assemblage and anatexis and migmatization. On the left: (A) hypidiomorphic texture of a (fibrolite-andaluzite)-muscovite-biotite granodiorite generated by anatexis of Quatro Cachoeiras Complex paragneisses. On the right: (B) andaluzite-cordierite-biotite-muscovite paragneiss and a migmatitic-granitic level. Fractal feature at the macro- and meso-scale interpretations, given by the overprinting relationship between gneissic banding (D₁/D₂) and cataclastic bands (D₃), the latter cutting the banding.

5.3. Deformation Phases

The integration of the structural sectors individualized by the analysis of the structural data obtained for the sections surveyed in this study suggests three deformation phases for the study area (Fig. 19):

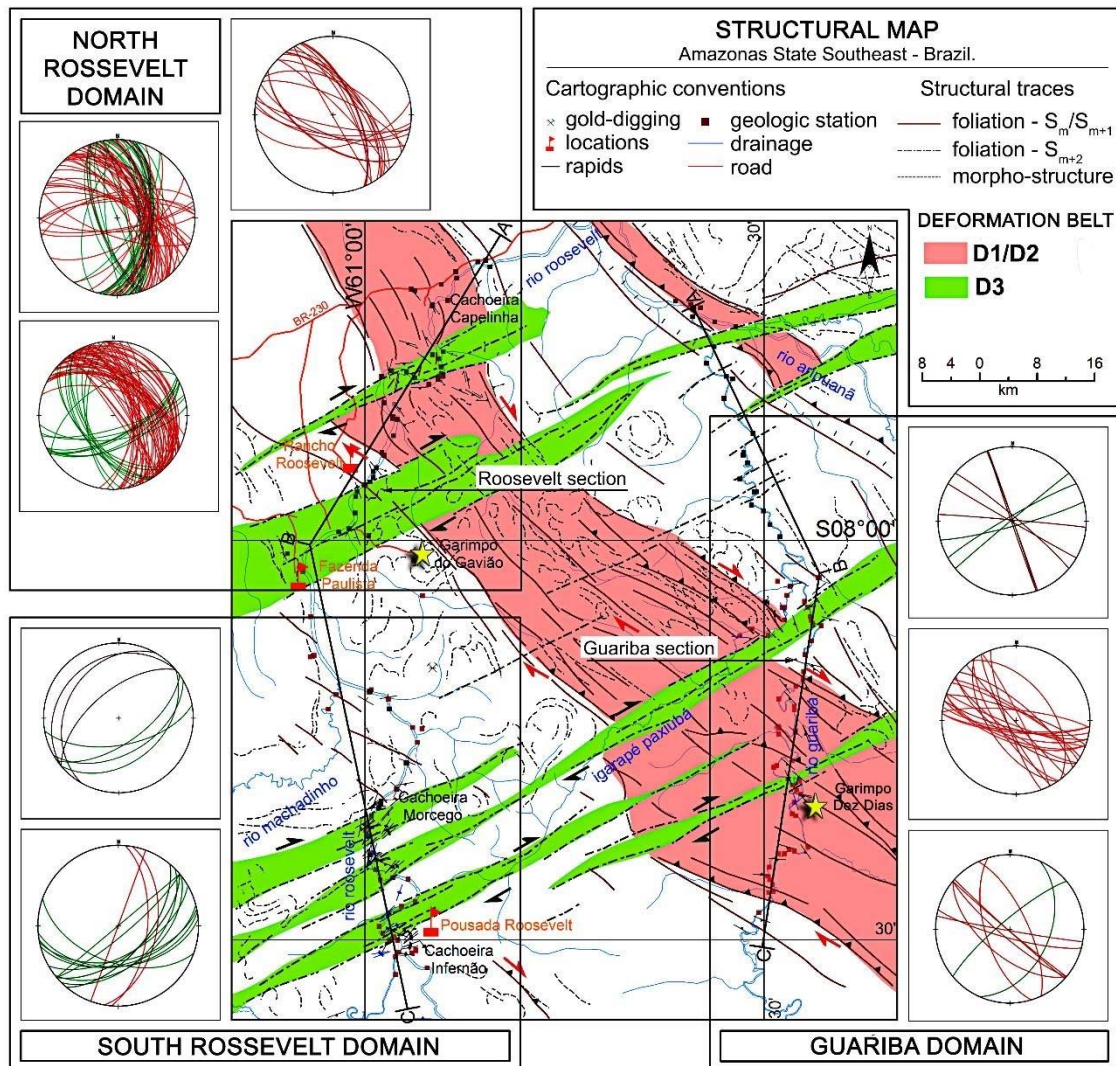


Figure 19. Structural map showing the deformation belts identified in the study area. Not only are deformation phases S_1 and S_2 identified, but also deformation phase S_{-1} , which is represented by thrust structures, also inserted in the NW-SE deformation belts. The Guariba, Northern Roosevelt and Southern Roosevelt structural sectors are highlighted in this map.

- (i) **Deformation phase S_m** , represented by the gneissic banding observed in the Quatro Cachoeiras Complex paragneisses and amphibolites, mapped along the Guariba River;
- (ii) **Deformation phase S_{m+1}** , observed in paragneisses as a result of gneissic banding folding and re-folding and in migmatitic veins (S_{m-1}). The main structure is represented by isoclinal folds with axial plane cleavage (S_{m+1}) trending N60°W and dipping subvertically, as seen in the Guariba River. Along the Roosevelt River this deformation

phase is represented by shear zones that deform PAJE metagranitoids. This structuration S_{m+1} is responsible for the generation of an extensive NW-trending deformation belt that stretches out southeastwards, entering the northern part of the State of Mato Grosso, truncating and displacing the regional E-W structuration of this portion of the Rondônia-Juruena Province, causing drags with dextral kinematics.

(iii) **Deformation phase S_{m+2}** is observed in both sections as NNW-SSE-trending cataclastic, locally mylonitic, shear zones that truncate the other structures generated in previous deformation phases. In the southern Roosevelt section, APVPJ rocks record this cataclastic structuration only, suggesting that it was a Mesoproterozoic deformation event.

6. DISCUSSIONS AND CONCLUSIONS

The analysis at multiple scales of the structural features and the study of the overprinting relationships between deformation events mapped and interpreted for the southeastern region of the State of Amazonas allowed the interpretation of constrained structural scenario and the correlation between structural evolution and geochronological and tectonothermal data. The use of magnetic and gravimetric data in the interpretation regional and sub-superficial deformation proved to be fundamental for this region, where good outcrops and detailed geological studies are scarce.

The integration of geological, structural, geophysical and geochronological data aided the proposal of a new tectonic evolutionary model for the southeastern region of the State of Amazonas, based on an accretionary-collisional origin divided in three events, contributing to a better understanding of the Rondônia-Juruena Province regional evolutionary scenario. The evolutionary stages are described by the overprinting of accretionary and crustal reworking events (Fig. 20).

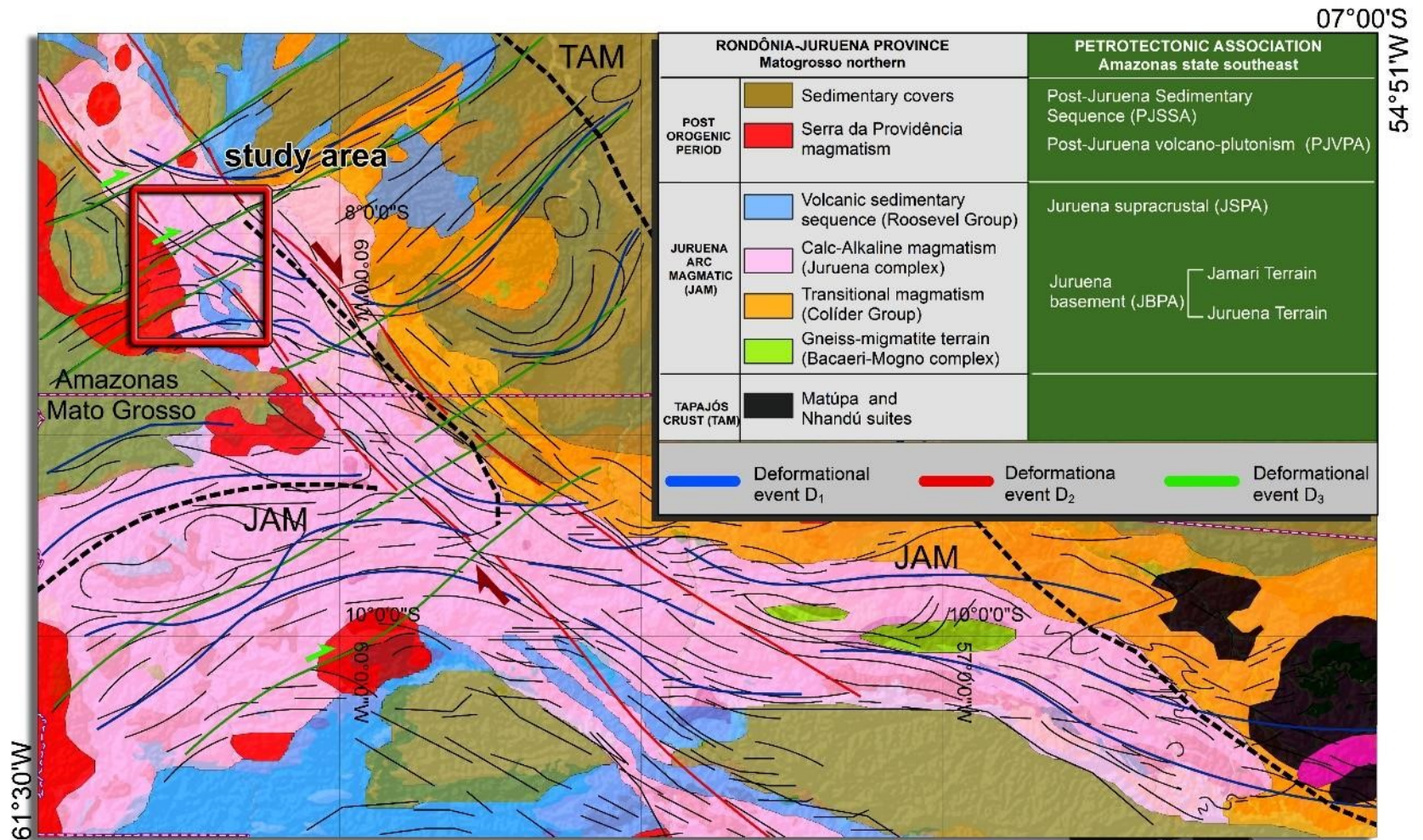


Figure 20. Simplified evolutionary tectonic model proposed for the Jurueua Arc, RondôniaJurueua Province, modified after Souza *et al.* (2005) and Duarte *et al.* (2012).

6.1. 1.68-1.64 Ga Event – High grade and ENE-WSW structuration (collage of the Juruena Arc and the Tapajós-Parima Crust)

The gneissic to mylonitic banded fabric (metagranitoids) identified in the Guariba River outcrops, between the mouths of the Taboca and Dez Dias rivers, developed on north-northwestward shortening (S_m), showing high-temperature ($\sim 600^\circ\text{C}$) textural features and metamorphic assemblages that indicate conditions similar to those of the upper amphibolite facies. This fabric is associated with a ENE-WSW-trending lithospheric structuration previous to the installation of the NW-SE-trending deformation belt (S_1). The latter is defined by geophysical data and is interpreted as a deformation record of the collisional event between the Juruena and Tapajós magmatic arcs (Fig. 21A). In the north-northeastern region of the State of Mato Grosso, ductile structural domains are described as constituted by a fabric similar to S_1 , the deformation event being dated at 1.65 Ga, age attributed to the collage between the Juruena and Tapajós magmatic arcs (Duarte *et al.*, 2012).

6.2. 1.53-1.46 Ga Event – Low-Medium to high grade and NW-SE structuration (collage of the Juruena-Jamari Terrains and the Tapajós-Parima Crust)

The NW-SE-trending deformation belt (S_1) is an approximately 50 km-wide megastructure that crosses the whole province, superposing and imposing dextral drag folding to the E-W (ENE-WSW)-trending structuration. Internally, this belt is constituted by predominantly dextral transpressional shear zones, generating protomylonitic to mylonitic fabrics, observed in the Guariba and predominantly in the Northern Roosevelt structural domains. This fabric presents textural features and metamorphic assemblage compatible with the greenschist facies P-T conditions. This metamorphism in the Northern Roosevelt Sector was dated by the Ar-Ar step-heating method, resulting in 1.48 and 1.46 Ga, respectively for hornblende and muscovite (Almeida *et al.*, 2012). These ages are correlated with SHRIMP II U-Pb ages of 1.53 Ga, obtained for zircon rims (migmatitic paragneiss), and of 1.52 Ga, obtained for igneous zircons (anatectic muscovite-biotite granite), from samples collected in the Guariba Structural Sector (Oliveira &

Lira, in press). These data help define a probably continuous tectonothermal event between 1.53 Ga and 1.46 Ga of ductile-brittle nature, associated with temperatures of the order of 500-600 °C (1.48 Ga), which at least locally reached temperatures of the order of 900 °C (1.53 Ga), able to open the zircon isotopic system and lead to anatexis, generating small S-type granite bodies.

We interpret this event as the result of the collision between the Juruena-Jamari terrains and the Tapajós-Parima crust (Fig. 20B). This interpretation contrasts with the post-collisional character attributed to the Serra da Providência magmatism (1.60–1.51 Ga, Scandolara et al., 2013). On the other hand, this tectonothermal event of collisional characteristics could have been responsible for the generation of these granitoids, which emplaced distensional zones of this orogen. After the collapse of this orogen, structural conditions for the installation of basins and intracontinental rift basins were created (e.g., Beneficente basin; CPRM, 2015).

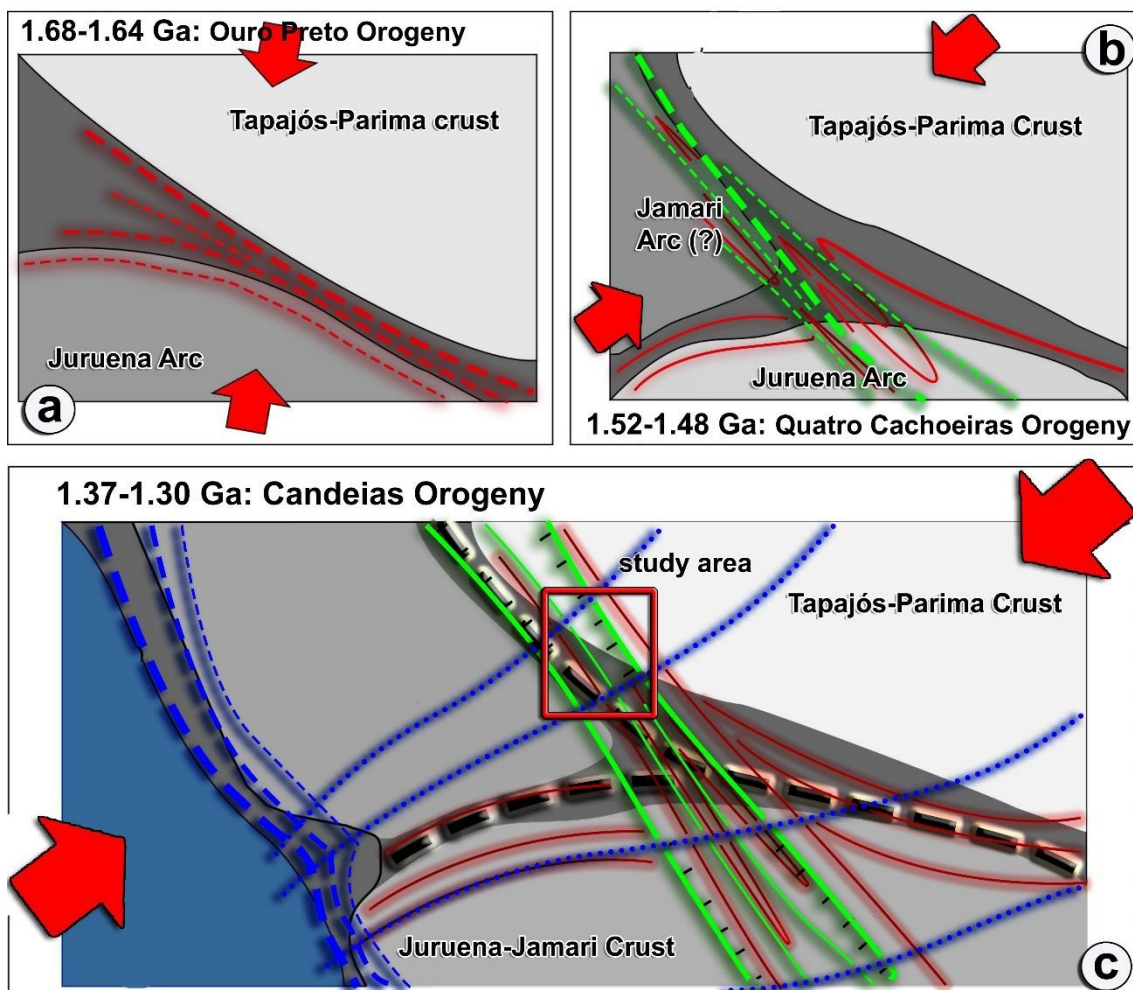


Figure 21. Sketch illustrating the tectonothermal events that developed through the geological time in the Rondônia-Juruena Province. They are constrained by the study carried out in the southern region of the State of Amazonas and models proposed in studies carried out in neighboring areas, *e.g.*, Northern Mato Grosso and Central-Eastern Rondônia.

6.3. 1.37-1.30 Ga Event: Low-Medium Grade, NE-SW structuration (collisional/intracontinental expression)

The last structuration (S_2) of brittle character observed in the study area is represented by dextral shear zones reaching up to 10 km in thickness that constitute NESW deformation belts installed on the main shear zone of this deformation phase. The cataclastic fabric in the outcrops of the Southern Roosevelt Structural Sector (S_2) shows low-temperature ($<300^\circ\text{C}$) textural features and is associated with chlorite, epidote, tremolite, fluorite and quartz in metadiabases (Mata-Matá Diabase; Bettiolo *et al.*, 2009). Geophysical data associate this fabric with magnetic responses to shallow sources, corroborating with the definition of its brittle to brittle-ductile nature. This nature is also well characterized in the field, being superposed to phases S_{-1} e S_1 . Geophysical data indicate the extension of this structuration, which in the field (Guariba and Northern Roosevelt domains) is dispersed. An example is the Buiucu Shear Zone, a ENE-WNW trending megastructure located north of the Guariba Sector, which is correlated with phase S_2 by means of magnetic data interpretation, showing its connection with the Southern Roosevelt Sector shear zones. This structuration S_2 is interpreted as the result of crustal reworking, which makes use of previous structurations (S_{-1}), generated during the Rondoniano-San Ignácio (Bitencourt *et al.*, 2012) or Sunsás orogenic cycle (Santos *et al.*, 2004 – Fig. 21C). This structuration would be an intracontinental reflection of this orogeny. The age of 1.30 Ga (Ar-Ar step heating) obtained for muscovite derived from a muscovite-quartz schist (volcanic mylonite) of the Buiucu Shear Zone (Almeida *et al.*, 2012) is attributed to this tectonothermal event correlated with the Candeias Orogeny (Santos *et al.*, 2008). Lastly, intense hydrothermal alteration associated with this

deformation phase takes place. It is closely related to the formation of important mineral occurrences, for example, the Gavião gold prospects.

7. REFERENCES

- Almeida, M.E. e Costa, U.A.P., 2016 (org.). Geologia e Recursos Minerais da Folha Sumaúma (SB.20-Z-D), escala 1:250.000 - Nota Explicativas. Estado do Amazonas. CPRM, Serviço Geológico do Brasil, Manaus, 260 p.
- Almeida, M.E., Costa, U.A.P., Betiollo, L.M., Reis, N.J. Splendor, F. Bahia, R.B.C., Ruffet, G. 2012. Idades Ar-Ar step heating em milonitos do sudeste do Amazonas: Implicações na evolução tectonotermal da Província Rondônia-Juruena. In: SBG, 46, Cong. Bras. Geol., Santos, SP. Anais
- Betiollo L.M., Reis N.J., Almeida M.E., Bahia R.C., Splendor F., Costa U.P., Luzardo R. 2009. Magmatismo Máfico Calimiano (Sill Mata-Matá), rio Aripuanã, Amazonas – Implicações Geológicas. In: SBG, Núcleo Norte, Simpósio de Geologia da Amazônia, XI, Resumos Expandidos
- Bettencourt J.S., Leite W.B. Jr., Ruiz A.S., Matos M., Payolla B.L., Tosdal R.M. 2010. The Rondonian-San Ignacio Province in the SW Amazonian Craton: An overview. In: Journal of South American Earth Sciences 29 : 28–46.
- Betts, P.G., Valenta, R.K., Finlay, J., 2003. Evolution of the Mount Woods Inlier, northern Gawler Craton, Southern Australian: an integrated structural and aeromagnetic analysis. Tectonophysics 366, 83-111.
- Direen, N.G., Brock, D., Hand, M., 2005a. Geophysical testing of balanced cross section of fold-thrust belts with potential field data: an example from the Fleurieu Arc of the Delamerian Orogen, south Australia. Journal of Structural Geology 27, 964-984.
- Duarte, T.B., Rodrigues, J.B., Ribeiro, P.S.E., Scandola, J.E., 2012. Tectonic evolution of the Juruena magmatic arc between the Aripuanã and Juruena rivers: northwest Mato Grosso State, Brazil. In Revista Brasileira de Geociências 42(4): 824-840.
- Evans, J.P. 1988. Deformation mechanisms in granitic rocks at shallow crustal levels. Journal Structural Geology, 10: 437-443.
- Frasca, A.A.S., Borges, F.R. 2005. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Projeto Província Mineral de Alta Floresta (PROMIN ALTA FLORESTA). Geologia e Recursos Minerais da Folha Ilha 24 de Maio - SC.21Z-A. Brasília: CPRM.
- Frasca, A.A.S. et al. Síntese da Geologia do Projeto Promin-Alta Floresta. In: XLI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 2002, João Pessoa. Resumos Expandidos... SBG – Núcleo Nordeste, 2002.
- Grohmann, C.H., Campanha, G.A.C. and Soares Junior, A.V., 2011. OpenStereo: um programa Livre e multiplataforma para análise de dados estruturais. In: XIII Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos

- Jessell, M.W., Valenta, R.K., 1996. Structural geophysics: integrated structural and geophysical mapping. In: DePaor, D.G. (Ed.). Structural Geology and Personal Computers. Elsevier Science Ltd. Oxford, pp. 303-324.
- Jessell, M.W., Valenta, R.K., Jung, G., Cull, J.P., Geiro, A., 1993. Structural geophysics. Exploration Geophysics. Exploration Geophysic 24, 599-602.
- Lacerda Filho, J.V., Abreu Filho, W., Valente, C.R., Oliveira, C.C., Albuquerque, M.C.(Orgs.) 2004. Geologia e recursos minerais do Estado de Mato Grosso: texto dos mapas geológico e de recursos minerais do Estado de Mato Grosso. Esc. 1:1.000.000. Cuiabá: CPRM/SICME-MT, p. 235.
- Leal J.W.L., Silva G.H., Santos D.B. dos, Teixeira W., Lima M.I.C. de, Fernandes C.A.C., Pinto A. do C. 1978. Geologia da Folha SC.20-Porto Velho. In: BRASIL, DNPM. Projeto RADAMBRASIL. Cap.I - Geologia. Rio de Janeiro. (Levantamento de Recursos Naturais, 16).
- Leite J.A.D., Saes G.S. 2003. Geocronologia Pb/Pb de Zircões Detríticos e Análise Estratigráfica das Coberturas Sedimentares Proterozoicas do Sudoeste do Cráton Amazônico. Revista do Instituto de Geociências – USP, 3: 113-127.
- McLean, M.A., Betts, P.G., 2003. Geophysical constraints of shear zones and geometry of the Hiltaba Suite granites in the western Gawler Craton, Australia. Australian Journal of Earth Sciences 50, 525-541.
- Oliveira, A.C. da S. e Costa, U.A.P., 2011. Caracterização Geológica-geofísica da ocorrência de Ouro do garimpo Gavião, região do Apuí - Sudeste do Amazonas: um depósito epitermal de baixa sulfetação?. In: XII Simpósio de Geologia da Amazônia, Boa Vista. A Pesquisa e o Conhecimento Geológico da Amazonia Transporde Fronteiras.
- Oliveira, A.C. da S. e Lira, R.R.C. (org.), no prelo. Nota Explicativa Simplificada do Mapa Geológico e Recursos Minerais da Folha Rio Roosevelt (SC.20-X-B), escala de 1:250.000. Estado do Amazonas. CPRM, Serviço Geológico do Brasil, Manaus, 41p.
- Oliveira A.C. de S., Costa U.A.P., Almeida M.E., Reis N.J., Bahia R.B.C., Betiollo L.M., Splendor F., Neves M.P., Oliveira A.A. de, Souza A.G.H., Maia M.A.M., Dantas M.E., Scandolaro J.E., Silva M.B.S., 2013. Mapa Geológico e de Recursos Minerais da Folha Sumaúma (SB.20-Z-D), Escala 1:250.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Estado do Amazonas. PLGB-AM. Serviço Geológico do Brasil - CPRM/SBG - SUREG-Manaus. Disponível in sitio <<http://geobank.cprm.gov.br/>>
- Oliveira, A.C.S., Oliveira, A.A., Souza, A.G.H., Costa, U.A.P., Neves, M.P., Benevides, P.R.R., Lopes, P.R.S., Lira, R.R.C., 2014. Mapa Geológico e de Recursos Minerais da Folha Rio Roosevelt (SC.20-X-B), Escala 1:250.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Estado do Amazonas. PLGB-AM. Serviço Geológico do Brasil - CPRM/SBG - SUREG-Manaus. Disponível in sitio <<http://geobank.cprm.gov.br/>>

- Payolla, B.L., Bettencourt, J.S., Kozuch, M., Leite Jr., W.B., Fetter, A.H., Van Schmus, W.R., 2002. Geological evolution of the basement rocks in the east-central part of the Rondônia Tin Province, SW Amazonian Craton, Brazil: U-Pb and Sm-Nd isotopic constraints. *Precambrian Res.* 119, 141-169.
- Payolla, B.L.; Bettencourt, J.S.; Tosdal, R.M.; Wooden, J.L.; Leite Júnior, W.B., 2003. SHRIMP U-Pb zircon geochronology of high-grade paragneiss from NE Rondônia, SW Amazonian Craton, Brazil: constraints of provenance and metamorphism. In: *South American Symposium on Isotope Geology*, 4, 2003, Salvador. Short Papers. Salvador: CBPM;IRD, 2003a. v. 1, p. 248-251.
- Payolla, B.L., Fetter, A.H., Bettencourt, J.S., Leite Júnior, W.B., 2003. U-Pb monazite ages from polydeformed paragneisses in the NE Rondônia, SW Amazonian Craton: evidence for 1.54 Ga metamorphism. In: *South American Symposium on Isotope Geology*, 4, 2003, Salvador. Short Papers. Salvador: CBPM;IRD, 2003a. v. 1, p. 244-247.
- Pimentel, M. Resultados geocronológicos do Projeto Promin Alta Floresta. Brasília: UnB, 2001. (Relatório Interno)
- Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda, 2011 - Projeto Aerogeofísico Aripuanã - Relatório Final do Levantamento e Processamento dos Dados Magnetométricos e Gamaespectrométricos, Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Relatório Final, 15 vol, Texto e Anexos (Mapas), Rio de Janeiro.
- Reis et al. 2013. Supergrupo Sumaúma. Livro Contribuições a Geologia da Amazônia. In press.
- Saes, G.S.; Leite, J.A.D. Estratigrafia e ambientes deposicionais das seqüências proterozóicas das bacias CachimboeCaiabís/Aripuanã, sudoeste do Cráton Amazônico. Cuiabá: UFMT - Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Departamento de Recursos Minerais, 2002. 20p. (Relatório inédito).
- Santos J.O.S., Hartmann L.A., Gaudette H.E., Groves D.I., McNaughton N.J., Fletcher I.R. 2000. A new understanding of the Provinces of the Amazon Cráton based on Integration of Field Mapping and U-Pb and Sm-Nd Geochronology. *Gondwana Research*, 3 (4): 453-488.
- Santos, J.O.S.; Rizzotto, G.J.; Potter, P.E.; McNaughton, N.J.; Matos, R. S.; Hartmann, L.A.; Chemale Júnior, F.; Quadros, M.L. do E.S. Age and autochthonous evolution of the Sunsás Orogen in West Amazon Craton based on mapping and U-Pb geochronology. *Precambrian Research*, v. 165, n. 1-2, p. 120-152, nov. 2008.
- Santos, J.O.S. Geotectônica dos escudos das Guianas e Brasil-Central. In: Bizzi, L.A.; Schobbenhaus, C., Vidotti, R.M., Gonçalves, J.H. (Coords.). *Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil*. Brasília: CPRM, 2004. Cap. 4, p. 169-226.
- Scandolaro J.E. 2006. Geologia e Evolução do Terreno Jamari, embasamento da Faixa Sunsás/Aguapei, centro-leste de Rondônia, sudoeste do Craton Amazônico. CD

- ROM. Tese (Doutorado em Geologia Regional)-Instituto de Geociências. Universidade de Brasília, Brasília.
- Scandolara, J.E. et al. Compartimentação litoestrutural da porção ocidental do cráton Amazônico – Estado de Rondônia. SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS - SNET, 5, Gramado, 1995. Anais ... Gramado: SBG, 1995. p.8486.
- Scandolara, J.E., Fuck, R.A.; Dall'Agnol, R., Dantas, E.L., 2013. Geochemistry and origin of the early Mesoproterozoic mangerite-charnockite-rapakivi granite association of the Serra da Providência suite and associated gabbros, central-eastern Rondônia, SW Amazonian Craton, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 45, p. 166-193, 2013.
- Tapley, B., J. Ries, S. Bettadpur, D. Chambers, M. Cheng, F. Condi, B.Gunter, Z. Kang, P. Nagel, R. Pastor, T. Pekker, S. Poole, and F. Wang, GGM02C—an improved Earth gravity field model from GRACE, *J.Geod.*, 79, doi:10.1007/s00190-0050480-z, 2005.
- Winkler, H.G.F., 1976. *Petrogenesis of metamorphic rocks* – 4a. ed. - Springer Verlag - New York, 329 pp.

CAPITULO III

1. CONCLUSÕES

A análise em múltiplas escalas das feições estruturais e o estudo das relações de superposição entre os eventos deformacionais, mapeados e interpretados para região sudeste do estado do Amazonas, permitiu a interpretação de um quadro estrutural restrito e a correlação entre a evolução estrutural com os dados geocronológicos e tectonotermiais. A utilização dos dados magnéticos na interpretação deformacional regional e em subsuperfície provou também ser fundamental nesta região, dotada de poucas exposições e escassos trabalhos de pesquisa geológica.

A integração desse conjunto de dados (geológicos, estruturais, geofísicos e geocronológicos) permitiu a proposição de um novo modelo de evolução tectônica para a região sudeste do estado do Amazonas, baseado numa origem acrescionária-colisional dividida em três eventos, contribuindo para um melhor entendimento do quadro evolutivo regional da Província Rondônia-Juruena (PRJ). As etapas dessa evolução são descritas pela superposição de eventos acrescionários e de retrabalhamento crustal:

- A trama paragnáissica (Sm) identificada no rio Guariba, está associada a uma assembleia metamórfica de fácies anfibolito superior (muscovita-andaluzita-silimanita-cordierita). Na região nordeste do Mato Grosso, esses paragnais são associados a estruturação ENE-WSW, que é correlacionada a colagem entre o Arco Magmático Juruena e a Crosta Tapajós (1,68-1,65 Ga - Duarte et al. 2012).
- A trama milonítica-xistosa (Sm+1) é predominante na área de estudo, definindo uma faixa deformacional NW-SE, com 50 km de espessura e 350 de comprimento, que trunca com arrasto dextral a estruturação ENE-WSW (Sm) no Mato Grosso. Definindo um evento deformacional de 1,53-1,46 Ga atribuído ao amalgamamento entre os terrenos Juruena e JamariOs
- A trama cataclástica (Sm+2) está restrita a zonas cataclásticas, trend NE-SW, espaçadas que truncam as demais estruturações da área; ocorrem espacialmente associadas a alteração hidrotermal e

importantes mineralizações de ouro. São atribuídas a retrabalhamento crustal de idade 1,30 Ga, associados ao Ciclo Orogênico Sunsas (Santos et al. 2008).

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida F.F.M. de, Nogueira Filho J. do V. 1959. Reconhecimento Geológico do rio Aripuanã. DNPM, Rio de Janeiro, Boletim da Div. Geol. Min., 199: 143.
- Almeida, M.E., Costa, U.A.P., Betiollo, L.M., Reis, N.J. Splendor, F. Bahia, R.B.C., Ruffet, G. 2012. Idades Ar-Ar step heating em milonitos do sudeste do Amazonas: Implicações na evolução tectonotermal da Província Rondônia-Juruena. In: SBG, 46, Cong. Bras. Geol., Santos, SP. Anais.
- Amaral G. 1974. Geologia Pré-Cambriana da Região Amazônica. Tese de Livre Docência, IG/USP, 212 p.
- Betiollo L.M., Reis N.J., Almeida M.E., Bahia R.B.C., Splendor F., Costa U.A.P., Luzardo R. 2009a. Magmatismo Máfico Calimiano (Sill Mata-Matá), rio Aripuanã, Amazonas – Implicações Geológicas. In: SBG, Núcleo Norte, Simpósio de Geologia da Amazônia, XI, Manaus, AM, Resumos Expandidos.
- Bettencourt J.S., Leite W.B. Jr., Ruiz A.S., Matos M., Payolla B.L., Tosdal R.M. 2010. The Rondonian-San Ignacio Province in the SW Amazonian Craton: An overview. In: Journal of South American Earth Sciences 29: 28–46.
- Bettencourt J.S., Tosdal R.M., Leite Jr. W.B., Payolla B.L. 1999. Mesoproterozoic rapakivi granites of the Rondônia Tin Province, southwestern border of the Amazonian Craton, Brazil-I. Reconnaissance U-Pb geochronology and regional implications. Precambrian Research, 95: 41-67.
- Betts, P.G., Valenta, R.K., Finlay, J., 2003. Evolution of the Mount Woods Inlier, northern Gawler Craton, southern Australia; an integrated structural and aeromagnetic analysis. Tectonophysics 366, 83–111.
- Bizzi L.A., Schobbenhaus C., Vidotti R.M., Gonçalves J.H. (ed.) 2003. Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. Texto, Mapas & SIG. CPRM, Brasília, 692 p. Liberatore G., Alecrim J.D., Medeiros J.B. de, Malouf R.F., Pinheiro S. da S., Achão S.M., Santos J.O.S. 1972. Projeto Aripuanã-Sucunduri. Relatório Final. Manaus, DNPM/CPRM, 8v. il.
- Butler, R., Tavarnelli, E., Grasso, M., 2006. Structural inheritance in mountain belts: an Alpine–Apennine perspective. Journal of Structural Geology 28, 1–16.
- Cordani, U.G., Teixeira, W., 2007. Proterozoic accretionary belts in the Amazonian Craton, em Hatcher, R.D., Jr., Carlson, M.P., McBride, J.H., Martínez Catalán, J.R., eds., 4-D Framework of Continental Crust, Geological Society of America Memoir 200, 297-320.

- Costa, J. B. S.; HASUI, Y. Evolução geológica da Amazônia. In: COSTA, M. L.; ANGÉLICA, R. S. (Ed..) Contribuições à geologia da Amazônia. Belém: SBG, 1997. p. 15-19
- CPRM 2004. Geologia e Recursos Minerais do Estado do Mato Grosso – Sistema de Informações Geográficas 1:1.000.000. In: Lacerda Filho, J.V., Abreu Filho, W., Valente, C.R., Oliveira, C.C., Albuquerque, M.C. (Eds.), Cuiabá, 2004, 235p.
- CPRM 2006a. Geologia e Recursos Minerais do Estado do Amazonas – Sistema de Informações Geográficas 1:1.000.000. In: Reis N.R., Almeida, M.E., Ferreira, A.L., Riker, S.R. (org.), Manaus, 2006, 144p.
- CPRM, 2011. Geologia e Recursos Minerais da Folha Rio Machadinho (SC.20X-C). Programa Geologia do Brasil – PGB. Projeto Rio Machadinho. Nota Explicativa 1:250.000. MME/CPRM, Porto Velho, 186p.
- CPRM. 2015. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Sumaúma, Folha NB.20-Z-D. Escala 1:250.000. Estado do Amazonas. Superintendência Regional de Manaus (no prelo)
- Culshaw, N., Purves, M., Reynolds, P., Stott, G., 2006. Post-collisional upper crustal faulting and deep crustal flow in the eastern Wabigoon subprovince of the Superior Province, 145. evidence from structural and $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ data from the Humboldt Bay High Strain Zone. *Precambrian Research*, Ontario. 272–288.
- Direen, N.G., Brock, D., Hand, M., 2005a. Geophysical testing of balanced cross sections of fold-thrust belts with potential field data: an example from the Fleurieu Arc of the Delamerian Orogen, South Australia. *Journal of Structural Geology* 27, 964–984.
- Frasca, A.A.S., Borges, F.R. 2005. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Projeto Província Mineral de Alta Floresta (PROMIN ALTA FLORESTA). Geologia e Recursos Minerais da Folha Ilha 24 de Maio - SC.21-Z-A. Brasília: CPRM.
- Guimarães, D. 1971. Gênese da Bacia Amazônica. DNPM, Brasília. Boletim n.º 149, p.1-9.
- Hanmer, S., 1997. Shear zone reactivation at granulite facies; the importance of plutons in the localization of viscous flow. *Journal of the Geological Society*, London 154, 111–116.
- Holdsworth, R.E., Butler, C.A., Roberts, A.M., 1997. The recognition of reactivation during continental deformation. *Journal of the Geological Society*, London 154, 73–78.
- Holdsworth, R.E., Hand, M., Miller, J.A., Buick, I.S., 2001. Continental reactivation and reworking: an introduction. In: Holdsworth, R.E., Hand, M., Miller, J.A., Buick, I.S. (Eds.), *Continental Reactivation and Reworking*. Geological Society London, Special Publications. The Geological Society of London, London, pp. 1–12.

- Jessell, M., Valenta, R.K., Jung, G., Cull, J.P., Geiro, A., 1993. Structural geophysics. *Exploration Geophysics* 24, 599–602.
- Jessell, M.W., Valenta, R.K., 1996. Structural geophysics: integrated structural and geophysical mapping. In: DePaor, D.G. (Ed.), *Structural Geology and Personal Computers*. Elsevier Science Ltd, Oxford, pp. 303–324.
- Lacerda Filho, J.V., Resende A., Silva A. 2000. Geologia e recursos minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal. CPRM, Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, PLGB.
- Lacerda Filho, J.V.; Brito, R.S.C.; Silva, M.G.; Oliveira, C.C. de, MORETON, L.C., Martins, E.G., Lopes, R.C., Lima, T.M., Iarizzatti, J.H. Valente, C.R. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso do Sul. Programa Integração, Atualização e Difusão de Dados de Geologia do Brasil. Convênio CPRM/SICME – MS, MME, 121 p., 2006.
- Leal J.W.L., Silva G.H., Santos D.B. dos, Teixeira W., Lima M.I.C. de, Fernandes C.A.C., Pinto A. do C. 1978. Geologia da Folha SC.20-Porto Velho. In: BRASIL, DNPM. Projeto RADAMBRASIL. Cap.I - Geologia. Rio de Janeiro. (Levantamento de Recursos Naturais, 16).
- Liberatore G., Alecrim J.D., Medeiros J.B. de, Malouf R.F., Pinheiro S. da S., Achão S.M., Santos J.O.S. 1972. Projeto Aripuanã – Sucundurí. In: BRASIL, Ministério das Minas e Energia. Convênio DNPM/CPRM, Relatório Inédito (s. ident.), 8 v.
- McLean, M.A., Betts, P.G., 2003. Geophysical constraints of shear zones and geometry of the Hiltaba Suite granites in the western Gawler Craton, Australia. *Australian Journal of Earth Sciences* 50, 525–541.
- Payolla, B.L., Bettencourt, J.S., Kozuch, M., Leite Jr., W.B., Fetter, A.H., Van Schmus, W.R., 2002. Geological evolution of the basement rocks in the east-central part of the Rondônia Tin Province, SW Amazonian Craton, Brazil: U–Pb and Sm–Nd isotopic constraints. *Precambrian Res.* 119, 141–169.
- Pinho, M.A.S.B. 2002a. Geoquímica e geocronologia da sequência volcanoplutônica Teles Pires, norte do Mato Grosso. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 41, J. Pessoa, Anais, p. 465.
- Pinho, M.A.S.B.; Fetter, A.; Chemale Jr, F.; Lima, E.F. 2001. Caracterização petrográfica e dados geocronológicos preliminares de rochas vulcânicas da Formação Iriri, porção centro-sul do Cráton Amazônico-Aripuanã-MT. *Revista Brasileira de Geociências*, 31 (1): 37-42.
- Reis et al. 2013. Supergrupo Sumaúma. Livro Contribuições a Geologia da Amazônia. In press.
- Reis, N.J., Riker S.R.L., Pinheiro S. da S., Nobre J.N., Cruz N. M. da C., Costi H.T. 2006. Geologia dos rios Tapajós, Juruena (Bararati e São Tomé) e Teles Pires, porção sul do Cráton Amazônico, em área limítrofe dos estados do Amazonas, Pará e Mato Grosso. In: A.M.C. Horbe & V.da S.

- Souza (ed.). Contribuição à Geologia da Amazônia, volume 4, Manaus, SBG/Núcleo Norte, p. 55-68.
- Rizzotto G.J., Quadros M.L.E.S., Bahia R.B.C., Ferreira A.L., Lopes R.C., Cordeiro A.V. 2004. Folha SC.21-Juruena. In: Schobbenhaus C., Gonçalves J.H., Santos J.O.S., Abram M.B., Leão Neto R., Matos M.M., Vidotti R.M., Ramos M.A.B. (Eds). Carta Geológica do Brasil ao milionésimo, Sistema de Informações Geográficas – SIG. Programa Geologia do Brasil. CPRM, Brasília. CD-ROM.
- Rizzotto, G.J.; Quadros, M.L. do E.S. 2005. Geologia do sudoeste do Craton Amazônico. In: Horbe, A.M.C.; Souza, V. da S. (Coords.). Contribuições à Geologia da Amazônia. Belém: SBG-Núcleo Norte, v.4, p. 69-84.
- Santos J.O.S., Hartmann L.A., Gaudette H.E., Groves D.I., McNaughton N.J., Fletcher I.R. 2000. A new understanding of the Provinces of the Amazon Cráton based on Integration of Field Mapping and U-Pb and Sm-Nd Geochronology. *Gondwana Research*, 3 (4): 453-488.
- Santos, J.O.S, Rizzotto, G.R., Hartmann, L.A., McNaughton, N.J. Fletcher, I.R. 2001. Ages of sedimentary basins related to the Sunsás and Juruena Orogenic cycles, southwestern Amazon Craton, established by zircon UPb geochronology. In: South American Symposium on Isotope Geology, 3, Pucon, Chile, Comunicaciones.
- Santos, J.O.S., Hartmann, L.A., Faria, M.S.G. de, Riker, S.R.L., Souza, M.M. de, Almeida, M.E., McNaughton, N.J. 2006. A Compartimentação do Cráton Amazonas em Províncias: Avanços ocorridos no período 2000-2006. In: SBG, Simpósio de Geologia da Amazônia, 9, Belém, CD-ROM. (in Portuguese)
- Santos, J.O.S., Rizzotto, G., Easton, M.R., Potter, P.E., Hartmann, L.A., McNaughton, N.J., 2002. The Sunsás Orogen in Western Amazon Craton, South America and Correlation With the Grenville Orogen of Laurentia, Based on U-Pb Isotopic Study of Detrital And Igneous Zircons. In: Geological Society of America, 2002 Denver Annual Meeting (October 27-30, 2002), *Precambrian Geology*, paper 122-8.
- Santos, J.O.S.; Rizzotto, G.J.; Potter, P.E.; McNaughton, N.J.; Matos, R. S.; Hartmann, L.A.; Chemale Júnior, F.; Quadros, M.L. do E.S. Age and autochthonous evolution of the Sunsás Orogen in West Amazon Craton based on mapping and U-Pb geochronology. *Precambrian Research*, v. 165, n. 1-2, p. 120-152, nov. 2008.
- Scandolara J.E. 2006. Geologia e Evolução do Terreno Jamari, embasamento da Faixa Sunsás/Aguapei, centro-leste de Rondônia, sudoeste do Craton Amazônico. CD ROM. Tese (Doutorado em Geologia Regional) Instituto de Geociências. Universidade de Brasília, Brasília.
- Scandolara, J. E; Ribeiro; Duarte; QUADROS, M. L. E. S. Arco magmático Juruena-Jamari: uma entidade Paleoproterozóica única no SW do cráton

- Amazônico?. In: 12º Simpósio de Geologia da Amazônia, 2011, Boa Vista. A Pesquisa e o Conhecimento Geológico da Amazonia Transpondo Fronteiras, 2011.
- Scandolara, J.E. Compartimentação litoestrutural da porção ocidental do cráton Amazônico – Estado de Rondônia. SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS - SNET, 5, Gramado, 1995. Anais ... Gramado: SBG, 1995. p.84-86.
- Scandolara, J.E.; Fuck, R.A.; Dall'Agnol, R.; Dantas, E.L. Geochemistry and origin of the early Mesoproterozoic mangerite-charnockite-rapakivi granite association of the Serra da Providência suite and associated gabbros, central-eastern Rondônia, SW Amazonian Craton, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 45, p. 166-193, 2013.
- Souza, J.O.; Frasca, A.A.S.; Oliveira, C.C. Projeto Província Mineral de Alta Floresta (PROMIN – Alta Floresta). *Geologia e Recursos Minerais da Folha Alta Floresta (Relatório integrado)*. PLGB, CPRM. Pp. 159. 2005.
- Splendor, F.; Almeida, M.E.; Costa, U.A.P.; Bahia, R.B.C. 2010. Geologia e petrografia da Suíte Serra da Providencia no sudeste do estado do Amazonas. In: SBG, Cong. Bras. Geol., 45, Belém. Anais
- Tassinari C.C.G., Siga Jr. O., Teixeira W. 1984. Épocas metalogenéticas relacionadas a granitogênese do Cráton Amazônico. In: SBG, Cong. Bras. Geol., 33, Rio de Janeiro. Anais, 6: 2963-2977.
- Watterson, J., 1975. Mechanism for the persistence of tectonic lineaments. *Nature* 253, 520–522.
- Williams, H.A., Betts, P.G., 2009. The Benagerie Shear Zone: 1100 Ma of reactivation history and control over continental lithospheric deformation. *Gondwana Research* 15, 1–13.
- Winkler, H.G.F. - 1976 - *Petrogenesis of metamorphic rocks* - 4ª ed. - Springer Verlag - New York, 329 pp.