Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia e Ciências
Faculdade de Geologia

Camila Cardoso Nogueira

Caracterização do Maciço Santa Clara no Município de Cujubim (RO) com base em litogeoquímica, geocronologia e estudos isotópicos

Rio de Janeiro
2012

Camila Cardoso Nogueira

Caracterização do Maciço Santa Clara no Município de Cujubim (RO) com base em litogeoquímica, geocronologia e estudos isotópicos

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração:Tectônica, Petrologia e Recursos Minerais

Orientador: Prof. Dr. Mauro César Geraldes

Rio de Janeiro

2012

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/C

N689 Nogueira, Camila Cardoso.
Caracterização do maciço Santa Clara no município de Cujubim (RO) com base em litogeoquímica, geocronologia e estudos isotópicos / Camila Cardoso Nogueira. – 2012.
150 f.: il.

Orientador: Mauro César Geraldes.
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia.
Bibliografia.

1. Petrologia – Santa Clara, Maciço (RO) - Dissertação. 2. Geoquímica – Santa Clara, Maciço (RO) - Dissertação. 3. Granito – Santa Clara, Maciço (RO) – Dissertação. I. Geraldes, Mauro César. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Geologia. III. Título.

CDU 552(811.1)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação.

_____ _____
Assinatura Data

Camila Cardoso Nogueira

Caracterização do Maciço Santa Clara no Município de Cujubim (RO) com base em litogeoquímica, geocronologia e estudos isotópicos

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração:Tectônica, Petrologia e Recursos Minerais

Aprovada em 27 de junho de 2012.

Banca Examinadora:

_____

Prof. Dr. Mauro César Geraldes (Orientador)

Faculdade de Geologia da UERJ

_____

Profª. Dra. Mônica da Costa Pereira Lavalle Heilbron

Faculdade de Geologia da UERJ

_____

Prof. Dr. Ciro Alexandre Ávila

Museu Nacional da UFRJ

Rio de Janeiro

2012

RESUMO

NOGUEIRA, Camila Cardoso. Caracterização do Maciço Santa Clara no Município de Cujubim (RO) com base em litogeoquímica, geocronologia e estudos isotópicos. 150 f. 2012. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

A Suíte Intrusiva Santa Clara está inserida na Província Estanífera de Rondônia, na porção SW do Cráton Amazônico. Essa suíte intrusiva é composta pelos maciços Santa Clara, Oriente Velho, Oriente Novo, Manteiga-Sul, Manteiga-Norte, Jararaca, Carmelo, Primavera e das Antas. Os litotipos que perfazem a Suíte Santa Clara ocorrem hospedados nas rochas do Complexo Jamari, uma associação polideformada composta por gnaisses ortoderivados e paraderivados. Características observadas em campo e em análises petrográficas permitiram subdividir o Maciço Santa Clara em cinco fácies distintas: fácies porfirítica, fácies isotrópica, fácies fina, fácies piterlítica e fácies viborgítica. Os litotipos observados correspondem a hornblenda-biotita granitos e biotita granitos intermediários a ácidos, com composições médias semelhantes àquelas verificadas para sienogranitos e monzogranitos. Geoquimicamente, três magmas podem ser identificados. O magma menos evoluído corresponde às rochas das fácies porfirítica e equigranular, e o mais evoluído compreende as fácies de granulometria fina e piterlítica. A fácies viborgítica representa o terceiro líquido magmático, e aparentemente é diferente de todas as outras fácies em termos de aspectos de campo e geoquímica. A análise litogeoquímica indica que estes granitoides são subalcalinos, bastante empobrecidos em MgO e exibem caráter metaluminoso a fracamente peraluminoso. Os padrões de elementos-traços evidenciam que tais granitóides possuem alto conteúdo em elementos incompatíveis (Rb, Zr, Y, Ta, Ce) e ETR, com exceção do Eu. Além disso, também exibem leve enriquecimento em LILE, forte depleção em elementos como Sr e Ti, e leve empobrecimento de Ba, indicando que o fracionamento de minerais como plagioclásio e titanita foi importante na evolução do líquido magmático analisado. A anomalia negativa de Nb indica envolvimento de material crustal nos processos magmáticos que geraram estes granitoides. Os litotipos analisados possuem características típicas de granitos tipo-A "*ferroan*", e as razões FeO_t/MgO entre 4,27 e 26,22 sugerem tratar-se de uma série de granitos félsicos fracionados. Os padrões de ETR observados para os litotipos analisados exibem um considerável enriquecimento em ETRL, e anomalia negativa de Eu, sugerindo fracionamento de feldspato durante o processo de diferenciação do líquido magmático. Diagramas discriminantes de ambientes tectônicos sugerem que os litotipos do Maciço Intrusivo Santa Clara são típicos de ambiente intraplaca, do tipo-A_2, isto é, associados a ambientes pós-colisionais/pós-orogênicos. As características isotópicas observadas para os granitoides do Maciço Santa Clara sugerem que os mesmos foram gerados a partir da fusão parcial de uma crosta inferior pré-existente. As idades U-Pb entre 1,07 e 1,06 Ga são compatíveis com um magmatismo ocorrido nos estágios finais da colagem do supercontinente Rodínia (1,2-1,0 Ga) e estágios finais do Ciclo Orogênico Sunsás-Aguapeí (1320-1100 Ma). Sugere-se ainda que na verdade o Maciço Santa Clara seja formado por uma coalescência das três intrusões graníticas que são representadas pelos três magmas anteriormente descritos.

Palavras-chave: Petrologia. Geoquímica. Granitos tipo-A. Granitos anorogênicos. Rapakivi. Cráton Amazônico.

ABSTRACT

The Santa Clara Intrusive Suite in the Rondônia Tin Province (SW Amazonian Craton) comprises the Santa Clara, Oriente Velho, Oriente Novo, Manteiga-Sul, Manteiga-Norte, Jararaca, Carmelo, Primavera and das Antas massifs. The rocks of the Santa Clara Intrusive Suite are emplaced in the Jamari Complex, an association of ortho and paragneisses which underwent several and complex metamorphic processes. Characteristics observed during both geological mapping and petrographic analyses allowed, for the first time, to subdivide the Santa Clara Massif (SCM) granitoids into five different facies: porphyry, equigranular, fine-grained facies, pyterlitic and wiborgitic facies. These lithotypes comprise hornblende-biotite granites and biotite granites that range from intermediate to acids, and show compositions similar to syenogranites and monzogranites. Geochemical analyses suggest that these granitoids may be divided into three different magmas, considering field aspects and geochemical characteristics. Therefore, the less evolved magma is represented by porphyritic and equigranular facies, and the most evolved magma comprises both fine-grained and pyterlitic facies. The wiborgitic facies representd the other magma, and is geochemically different from all the others facies. Geochemical analyses also show that the granitoids of the Santa Clara Massif are subalkaline, have very low MgO contents and have metaluminous to slightly peraluminous character. Trace elements patterns show that these granitoids have high contents of incompatible elements (Rb, Zr, Y, Ta, Ce) and REE, with exception of Eu. Moreover, they are also slightly enriched in LILE, strongly depleted in elements such as Sr and Ti, and slightly depleted in Ba, pointing out the importance of plagioclase and titanite fractioning during the evolution of these magmatic liquids. Negative anomalies of Nb, along with other geochemical features, suggest the participation of crustal material in the magmatic processes responsible for these granitoids generation. The lithotypes have typical characteristics of ferroan A-type granites, and FeO_t/MgO ratios ranging from 4.27 to 26.22 indicate that these are fractionated felsic granites. REE patterns show a remarkable enrichment in LREE along with negative Eu anomaly. Tectonic discriminant diagrams for the Santa Clara Massif granitoids suggest that these are intraplate granitoids, A_2-type, that is, related to post-collisional/post-orogenic settings.The isotopic characteristics observed for the Santa Clara Massif granitoids suggest that these were generated through partial melting of a preexistent lower crust. The U-Pb ages between 1,07 e 1,06 Ga are compatible with a magmatism taken place during the final stages of the supercontinent Rodinia agglutinations and the final stages of the Sunsás-Aguapeí Orogenic Cycle. It is also suggested that the Santa Clara Massif represents the coalescence of three different granitic intrusions, which comprise the magmas described above.

Keywords: Petrogenesis. Geochemistry. A-type granites. Anorogenic granites. Rapakivi. Amazonian.

AGRADECIMENTOS

Escrever a parte de “Agradecimentos” de um trabalho – seja este uma monografia ou dissertação – é definitivamente algo bastante complicado. Sempre há o receio de esquecer de mencionar alguém. Assim, vou tentar agradecer a todos, mas peço perdão caso esqueça de alguém – e provavelmente irei.

Em primeiro lugar, um “muito obrigado” à minha tão querida família. Obrigado pelo apoio incondicional, carinho, amor e principalmente pela compreensão em meus dias mais difíceis e mau-humorados. Tenho plena consciência de que estes são mais comuns do que eu gostaria. Pai, mãe, irmão: amo vocês mais do que tudo, e sei que o apoio de vocês foi e é essencial para que eu leve meus sonhos adiante. Aos poucos vou realizando cada um deles, e conto com vocês nessa jornada tão árdua. Tia, vó: sei que vocês me olham daí de cima, e que colocam meus sonhos abaixo das nuvens, e perto de mim, para que eu os alcance.

Um agradecimento mais do que especial ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Mauro César Geraldes; sem o seu apoio essa dissertação não seria possível. Obrigado pela paciência, pelas explicações e pelo carinho com o qual sempre me tratou, desde a graduação. Não foi por acaso que pedi para que me orientasse também no Mestrado, bem como no Doutorado, ainda a ser concretizado. Jamais esquecerei suas frases mais célebres: “Camila, seja destemida!”, “Seja confiante!”, “Você tem que ir à Unicamp com a cara e a coragem (e as amostras)!”, e a mais célebre de todas: “Tem pergunta mais fácil?”. E o mais importante: obrigado pelas horas de aprendizagem – sempre valorizei esses momentos. Mais ainda: sempre valorizei os momentos em que aprendemos *juntos*. Obrigado por ter investido em mim durante todo esse tempo em que trabalhamos juntos; conheci pessoas e lugares que não teria conhecido se não fosse pelo seu incentivo.

Aos meus amigos, em especial Ana, Anderson e Andréa. Nós sabemos pelo quê passamos e nossa amizade só fez fortalecer. Obrigado pelo apoio durante esses seis anos de faculdade. Sem vocês a faculdade não teria sido – e não estaria sendo – um momento tão especial na minha vida. A vocês, desejo sempre muito sucesso e muita geologia. Acho que isso já diz tudo.

Aos demais colegas da turma de graduação de 2006 e os colegas da turma de pós-graduação, um “obrigado” com muito carinho. Passei ótimos momentos com cada um de vocês.

Um agradecimento aos técnicos do LGPA (UERJ), pela paciência e pela ajuda em diversos momentos deste trabalho, em especial na preparação das amostras para litogeoquímica e geocronologia. Obrigado à Érica Tonetto, responsável técnica do Laboratório de MEV da Unicamp, pela disponibilidade e pela ajuda com meus zircões. À Bárbara, Karin e Lígia, e ao professor Elton Dantas, pela disponibilidade e ajuda com as amostras para U-Pb e Sm-Nd, na UnB. Ao geólogo da CPRM/Manaus Marcelo Esteves Almeida, pelas preciosas dicas ao longo do XII Simpósio de Geologia da Amazônia, em Roraima. Ao prof. Dr. Sérgio Valente (UFRRJ) pelos papos sobre geoquímica dos meus queridos granitos rapakivi – obrigado pelo auxílio mesmo quando a aula deveria ser *apenas* sobre geoquímica de basaltos. Foi muito importante conversar com alguém que de fato sabia do quê estava falando. Sem o apoio de todos vocês, essa dissertação não teria se concretizado.

Um “obrigado” especial aos membros desta banca de Mestrado. Ao Prof. Dr. Ciro Alexandre Ávila, obrigada pela leitura crítica; obrigada pela paciência e disponibilidade em ler quase 200 folhas em tão pouco tempo. Um recorde, aposto! À Profª. Dra. Mônica Heilbron, sempre super querida, obrigada por fazer parte desta etapa tão importante na minha vida, e pela disponibilidade em diversos momentos. Sou sua fã.

Obrigada a cada um dos vários professores com os quais tive aulas na graduação e na pós-graduação. Cada um de vocês contribuiu de alguma forma nessa dissertação – e na minha vida.

Um agradecimento especial ao inventor da “Coca-Cola Light Plus”. Apesar da minha saúde não agradecer, obrigado pelos momentos de alegria e alívio, especialmente em trabalhos de campo, depois de um dia inteiro de muita 'ralação' num calor de quase 40°C.

Se eu vi mais longe, foi por estar de pé

sobre ombros de gigantes.

Isaac Newton

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do município de Cujubim no Estado de Rondônia..... 19

Figura 2 - Mapa com a distribuição das Províncias Geocronológicas do Cráton Amazônico..... 24

Figura 3 - Afloramentos dos litotipos que constituem o Complexo Jamari na área de estudo. (A) Afloramento de ortognaisse típico do Complexo Jamari. Nesta foto é possível observar veios de composição quartzo-feldspática que se destacam no ortognaisse. Ponto ECX-09; (B) Afloramento de ortognaisse com veio quartzo-feldspático aparentemente boudinado. Ponto ECX-13; (C) Detalhe do litotipo, que tipicamente exibe foliação penetrativa e veios quartzo-feldspáticos dobrados, como nesse caso. Ponto ECX-09; (D) Detalhe de indicador cinemático que consiste de agregado de cristais de feldspato em meio ao ortognaisse. Ponto ECX-13..... 34

Figura 4 - Fotomicrografias de amostras de ortognaisses do Complexo Jamari. (A, B) Lâminas da amostra ECX-03; nicóis cruzados e paralelos, respectivamente. Notar cristais de feldspato sericitizado na porção inferior da figura; (C, D) Lâminas da amostra ECX-09; nicóis cruzados e paralelos, respectivamente. Detalhe de mineral opaco incluso em cristal de hiperstênio circundado por cristais de hornblenda em verde pardo; (E, F) Lâminas da amostra ECX-14; nicóis cruzados e paralelos, respectivamente. Detalhe de cristais de ortopiroxênio no centro da foto e cristais de hornblenda em tons de verde-oliva..... 35

Figura 5 - Mapa de pontos descritos no levantamento cartográfico do Maciço Intrusivo Santa Clara na área de estudo desta dissertação, com as vias de acesso em tracejado vermelho..... 38

Figura 6 - Mapa faciológico esquemático da área de estudo, nos arredores do município de Cujubim..... 39

Figura 7 - Afloramentos de hornblenda-biotita granito porfirítico. (A) Ponto SC-03; (B) Detalhe do litotipo no ponto SC-01; (C) Detalhe da textura porfirítica, com fenocristais de arestas pouco definidas. Ponto SC-19; (D) Detalhe do granito porfirítico. Notar fenocristais de feldspato em meio à matriz de granulação grossa, e arestas melhor definidas do que os da foto anterior; (E) Detalhe do fenocristal de feldspato potássico. Notar as arestas definidas do fenocristal; ponto SC-01; (F) Detalhe do fenocristal de feldspato potássico com cristais de biotita bordejando-o. Ponto SC-01..... 42

Figura 8 - Fotomicrografias de litotipos da fácies porfirítica do maciço (A, B) Lâminas da amostra SC-01I; nicois cruzados e paralelos, respectivamente. Notar a existência de duas gerações de quartzo, de granulações diferentes; (C, D) Amostra SC-02A; nicois cruzados e paralelos, respectivamente. Destaque para os fenocristais de plagioclásio, nesta figura sericitizados, e cristal de quartzo com extinção ondulante; (E, F) Amostra SC-19A; nicois cruzados e paralelos. Cristal de hornblenda no centro e cristal de plagioclásio sericitizado abaixo do cristal de hornblenda..... 43

Figura 9 - Diagrama QAP (Streckeisen, 1976) para os granitoides do Maciço Santa

Clara analisados neste estudo..... 44
Figura 10 - Afloramentos de hornblenda-biotita granito equigranular, maciço. (A) Afloramento do ponto SC-21; (B) Detalhe do litotipo no ponto SC-01. É possível observar que este litotipo não apresenta fenocristais de feldspato potássico, como as demais fácies. Neste caso, trata-se de uma rocha homogênea; (C) Detalhe do litotipo no ponto SC-01. Notar a existência de duas gerações de quartzo: há cristais de quartzo azulado e cristais de quartzo incolor, feição típica de granitos "anorogênicos"; (D) Detalhe do hornblenda-biotita granito equigranular com veio de composição quartzo-feldspática. Ponto SC-21..... 47
Figura 11 - Fotomicrografias de amostras de litotipos que representam a fácies equigranular do Maciço Santa Clara na área de estudo. (A, B) Lâminas da amostra SC-01B; nicois cruzados e paralelos, respectivamente. Notar a grande quantidade de cristais de microclina, todos com geminação tartan bem desenvolvida; (C, D) Lâminas da amostra SC-01J; nicois cruzados e paralelos, respectivamente. Detalhe de fenocristal de plagioclásio sericitizado bordejado por biotita; (E, F) Lâminas da amostra SC-02B; nicois cruzados e paralelos, respectivamente. Notar que os minerais opacos ocorrem associados aos cristais de titanita e clinopiroxênio..... 48
Figura 12 - Biotita granito fino no Maciço Santa Clara; (A) litotipo de granulação fina em contato com litotipo da fácies porfirítica. Ponto SC-01; (B) afloramento da fácies fina; notar a existência de pequenos fenocristais de feldspato potássico em meio à matriz fina. Ponto SC-14; (C) Detalhe da foto anterior. Ponto SC-14; (D) Fenocristal de feldspato potássico em meio à matriz de granulação fina. Ponto SC-14; (E) Detalhe de fenocristal de feldspato com arestas bem definidas e hábito tabular. Ponto SC-14; (F) Afloramento do litotipo da fácies fina; notar a diferença no índice de cor que pode ser observado na foto. Ambas são de granulação fina, mas possuem quantidades distintas de minerais máficos. Ponto SC-14..... 51
Figura 13 - Fotomicrografias de litotipos que representam a fácies fina do maciço. (A, B) Lâminas da amostra SC-14A; nicois cruzados e paralelos, respectivamente. Observar a textura hipidiomórfica equigranular comum nas lâminas destes litotipos; (C, D) Lâminas da amostra SC-14C; nicois cruzados e paralelos, respectivamente. Mineralogia principal inclui quartzo, feldspatos e biotita, com clorita subordinada; (E, F) Lâminas da amostra SC-14F; nicois cruzados e paralelos, respectivamente. Notar a associação entre clinopiroxênio, biotita e clorita, resultado de alteração deste último mineral... 52
Figura 14 - Afloramentos de hornblenda-biotita granito com textura piterlítica observada no Maciço Santa Clara. (A) Afloramento do ponto SC-09; (B) Afloramento típico da fácies piterlítica. Ponto SC-09; (C) Detalhe da textura piterlítica. Fenocristais de feldspato potássico róseo com arestas relativamente definidas e hábito tabular. Ponto SC-09; (D) Detalhe do fenocristal de feldspato potássico róseo tabulares com cristais de biotita intersticial. Ponto SC-09..... 54
Figura 15 - Fotomicrografias de amostra da fácies piterlítica do Maciço Santa Clara (A, B) Amostra SC-09, nicois cruzados e paralelos, respectivamente. Notar o tamanho do fenocristal de feldspato potássico no canto direito inferior da figura. Observar que os cristais de feldspato estão comumente

sericitizados..... 55
Figura 16 - Afloramento de hornblenda-biotita granito com textura viborgítica observado no Maciço Santa Clara na área de estudo. (A) Afloramento do ponto SC-17; (B) Detalhe do afloramento no ponto SC-17; (C) Detalhe de afloramento. Notar os fenocristais ovoides de feldspato potássico em meio à matriz de granulação fina, com estrutura de fluxo magmático. Ponto SC-17; (D) Detalhe dos fenocristais ovoides, neste afloramento com textura rapakivi ainda preservada. Ponto SC-09; (E) Detalhe do fenocristal de feldspato potássico, aqui ressaltado devido à erosão de feldspato sódico que existia anteriormente. Ponto SC-17..... 57
Figura 17 - Fotomicrografias de amostras que representam a fácies viborgítica do Maciço Santa Clara na área de estudo. (A, B) Lâminas da amostra SC-17; nicóis paralelos e cruzados, respectivamente. Notar fenocristal de plagioclásio com geminação tipo albita e sericitizado. Observar também a orientação das plaquetas de biotita; (C, D) Lâminas da amostra SC-17; nicóis paralelos e cruzados, respectivamente. Fenocristal policristalino de plagioclásio com geminação do tipo albita e sericitizado. Cristais de quartzo com evidências de recristalização..... 58
Figura 18 - Diagrama ternário de classificação modal para rochas plutônicas com mais de 10% de quartzo normativo (O'Connor, 1965), caso das rochas do Maciço Santa Clara..... 65
Figura 19 - Diagramas de caracterização química para os granitoides do Maciço Intrusivo Santa Clara (a) Diagrama K_2O+Na_2O *vs*. SiO_2 ; (b) $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O)$ mol *vs*. $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$ mol..... 67
Figura 20 - Diagramas de variação para óxidos maiores com a SiO_2 como índice de diferenciação. Todos os valores estão expressos em %peso..... 70
Figura 21 - Diagramas de variação para elementos-traços com a SiO_2 como índice de diferenciação. Os valores de SiO_2 são expressos em %peso, e os conteúdos dos elementos-traços são expressos em partes por milhão (ppm)..... 71
Figura 22 - Diagramas multielementares para os granitoides do Maciço Intrusivo Santa Clara (a) associação A; (b) associação B; (c) associação C. Valores normalizados para ORG..... 74
Figura 23 - Diagramas multielementares para os granitoides do Maciço Intrusivo Santa Clara (a) associação A; (b) associação B; (c) associação C. Valores normalizados para condrito..... 75
Figura 24 - Diagramas com padrões de ETR para os granitoides do Maciço Intrusivo Santa Clara (a) associação A; (b) associação B; (c) associação C. Valores normalizados para condrito..... 76
Figura 25 - Diagrama Rb/Sr *vs*. Sr para os granitoides do Maciço Intrusivo Santa Clara, mostrando que os mesmos provavelmente evoluíram por cristalização fracionada..... 78
Figura 26 - Diagramas para os granitoides do Maciço Intrusivo Santa Clara (a) $FeO_t/(FeO_t + MgO)$ vs. SiO_2 ; em comparação com campos para granitos cordilheiranos e granitos tipo-A; (b) (Na_2O+K_2O-CaO) vs. SiO_2 (MALI), em comparação com campos para granitos tipo-A e granitos tipo-I..... 79
Figura 27 - Diagramas (a) $CaO/(FeO_t+MgO+TiO_2)$ *vs*. $(CaO+Al_2O_3)$; (b) $CaO/(FeO_t+MgO+TiO_2)$ *vs*. Al_2O_3; (c) $FeO_t/(FeO_t+MgO)$ *vs*. Al_2O_3; (d)

FeOt/(FeOt+MgO) *vs*. $Al_2O_3/(K_2O/Na_2O)$ para os granitoides do Maciço Intrusivo Santa Clara analisados, em comparação com campos para granitos calcioalcalinos e granitos tipo-A. Os diagramas (c) e (d) mostram também campos de granitos tipo-A oxidados e reduzidos..... 81
Figura 28 - Diagramas discriminantes de ambientes tectônicos para os granitoides do MISC, confirmando seu caráter predominantemente intraplaca..... 82
Figura 29 - Diagramas (a) Zr *vs*. 10000*Ga/Al; (b) Nb *vs*. 10000*Ga/Al; (c) Ce *vs*. 10000*Ga/Al; (d) Y *vs*. 10000*Ga/Al; (e) Zn *vs*. 10000*Ga/Al e (f) $(K_2O+Na_2O)/CaO$ *vs*. (Zr+Nb+Ce+Y) discriminantes de ambientes tectônicos para os granitoides analisados nesta dissertação. I&S: Granitos tipo-I e Granitos tipo-S; A: Granitos tipo-A; FG: Granitos Fracionados e OGT: Granitos Comuns..... 84
Figura 30 - Diagramas (a) Na_2O+K_2O *vs*. 10000*Ga/Al; (b) $(K_2O+Na_2O)/CaO$ *vs*. 10000*Ga/Al; (c) K_2O/MgO *vs*. 10000*Ga/Al discriminantes de ambientes tectônicos para os granitoides analisados nesta dissertação. I&S: Granitos tipo-I e Granitos tipo-S; A: Granitos tipo-A..... 85
Figura 31 - Diagrama ternário Y-Nb-Ce para os granitoides do Maciço Santa Clara. A_1: granitoides tipo-A associados a hotspots, plumas e zonas de rift continental em ambientes anorogênicos; A_2: granitoides tipo-A associados a ambientes pós-colisionais/pós-orogênicos e granitos anorogênicos propriamente ditos... 87
Figura 32 - Imagens de elétrons retro-espalhados para os zircões selecionados da amostra SC-30A. Os grãos 10 e 12 não possuem imagens. Os valores nas fotos representam a idade $^{207}Pb/^{206}Pb$ com o erro (Ma) para cada *spot* analisado..... 90
Figura 33 - Diagrama concórdia para a amostra representante da fácies porfirítica do Maciço Santa Clara..... 92
Figura 34 - Imagens de elétrons retro-espalhados para os zircões selecionados da amostra SC-14G. Notar que não há cristal de número 5; este não foi analisado. Os grãos de números 10 a 18 não possuem imagens. Os valores nas fotos representam a idade $^{207}Pb/^{206}Pb$ com o erro (Ma) para cada *spot* analisado..... 94
Figura 35 - Diagrama concórdia para a amostra representante da fácies de granulometria fina do Maciço Santa Clara..... 96
Figura 36 - Curva de evolução do manto depletado dos granitoides do Maciço Santa Clara analisados para esta dissertação..... 100
Figura 37 - Diagramas classificatórios para os litotipos da Suíte Intrusiva Santa Clara. Compilação de dados obtidos por Leite Júnior (2002) e dados obtidos nesta dissertação. (a) Diagrama $K_2O + Na_2O$ vs. SiO_2 (Le Maitre et al., 1989); (b)$Al_2O_3/(Na_2O+K_2O)$ mol vs. $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$ mol (índice de Shand, 1927 in Maniar & Piccoli, 1989)..... 109
Figura 38 - Diagramas discriminantes de ambiente tectônico para os granitoides da Suíte Intrusiva Santa Clara. Compilação de dados obtidos por Leite Júnior (2002) e dados obtidos nesta dissertação. (a) Diagrama Y x Nb; (b) Diagrama (Y+Nb) x Rb; (c) Diagrama ternário Y-Nb-Ce; A_1: granitoides tipo-A associados a ambientes anorogênicos propriamente ditos; A_2: granitoides tipo-A associados a ambientes pós-colisionais/pós-orogênicos..... 111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais características observadas para cada uma das fácies descritas para o Maciço Santa Clara na área de estudo..... 59
Tabela 2 - Valores obtidos com o uso da norma CIPW, incluindo mínimos, máximos, médias e desvios-padrão. Todos os valores são expressos em %peso..... 63
Tabela 3 - Dados isotópicos U-Th-Pb LA-ICP-MS da amostra SC-30A, obtidos no Laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília. As linhas em destaque, na cor cinza, são dos grãos usados para construir o diagrama de concórdia..... 91
Tabela 4 - Dados isotópicos U-Th-Pb LA-ICP-MS da amostra SC-14G, obtidos no Laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília. As linhas em destaque, na cor cinza, são dos grãos usados para construir o diagrama de concórdia..... 95
Tabela 5 - Dados isotópicos Sm-Nd para os granitoides do Maciço Santa Clara analisados nesta dissertação..... 98
Tabela 6 - Resumo das características observadas para todos os litotipos que compreendem a Suíte Intrusiva Santa Clara, e comparações entre os dados desta dissertação e os dados de Leite Júnior (2002) e Leite Júnior et al. (2008)..... 107
Tabela 7 - Resumo dos dados isotópicos para as rochas da Suíte Intrusive Santa Clara, e comparação entre os dados desta dissertação..... 116

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	16
1	**REVISÃO TEMÁTICA**	20
1.1	**O Cráton Amazônico**	20
1.2	**Granitogênese Rapakivítica no SW do Cráton Amazônico**	25
1.2.1	Suíte Intrusiva Serra da Providência	25
1.2.2	Suíte Intrusiva Santo Antônio	27
1.2.3	Suíte Intrusiva Teotônio	27
1.2.4	Suíte Intrusiva Alto Candeias	28
1.2.5	Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas	28
1.2.6	Suíte Intrusiva Santa Clara	29
1.2.7	Granitos Últimos de Rondônia (Younger Granites of Rondônia)	30
2	**ASPECTOS DE CAMPO E PETROGRAFIA**	32
2.1	**Introdução**	32
2.2	**Complexo Jamari**	32
2.3	**Maciço Santa Clara**	36
2.3.1	Fácies Porfirítica	40
2.3.2	Fácies Equigranular	45
2.3.3	Fácies Fina	49
2.3.4	Fácies Piterlítica	53
2.3.5	Fácies Viborgítica	56
3	**LITOGEOQUÍMICA**	60
3.1	**Introdução**	60
3.2	**Discriminação de Séries, Suítes e Classificações dos Litotipos**	62
3.3	**Geoquímica Multielementar**	68
3.4	**Fontes e Ambientes Tectônicos**	77
4	**GEOCRONOLOGIA U-Pb e GEOQUIMICA ISOTÓPICA Sm-Nd**	88
4.1	**Introdução**	88
4.2	**Apresentação e Interpretação dos dados de U-Pb**	88
4.2.1	Hornblenda-biotita granito porfirítico	88
4.2.2	Biotita granito de granulometria fina	92
4.3	**Apresentação e Interpretação dos dados de Sm-Nd**	96
5	**CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES**	101
5.1	**Sumário conclusivo de aspectos de campo, petrografia e litogeoquímica dos litotipos do Maciço Intrusivo Santa Clara**	101
5.2	**Sumário conclusivo dos dados de Geocronologia e Geoquímica Isotópica**	103
5.3	**Implicações geodinâmicas**	104
5.4	**Comparações com dados publicados na literatura**	106
	REFERÊNCIAS	117

ANEXO A - MAPA FACIOLÓGICO DO MACIÇO SANTA CLARA..... 124
ANEXO B – PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS ANALÍTICAS..... 126
ANEXO C – TABELAS DE ANÁLISES DE LITOGEOQUÍMICA..... 148

INTRODUÇÃO

Esta dissertação é requisito parcial para a obtenção do grau de mestre no Programa de Pós-Graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis da Faculdade de Geologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Nesta tese, foi abordado o tema de caracterização petrológica do Maciço Santa Clara, localizado dentro dos limites do Estado de Rondônia. A dissertação ora apresentada foi desenvolvida sob orientação do Prof. Dr. Mauro César Geraldes, Professor Adjunto do Departamento de Geologia Regional e Geotectônica da Faculdade de Geologia (FGEL) da UERJ.

Apresentação do Tema e Objetivos

A área de estudo deste trabalho está localizada na porção sudoeste do Cráton Amazônico (CA), na parte meridional do Estado de Rondônia. O Cráton Amazônico é uma das maiores e menos conhecidas áreas cratônicas do mundo. Em terras brasileiras, possui área aproximada de $4{,}3 \times 10^5$ km² e é dividido em dois escudos Pré-Cambrianos: o escudo das Guianas e o escudo Guaporé, que são separados entre si pela Bacia Sedimentar Amazônica, de idade Paleozoica.

Segundo o modelo desenvolvido por Cordani et al. (1979), o Cráton Amazônico teria sido criado a partir de um núcleo arqueano (Província Amazônica Central), em torno do qual diversas faixas móveis foram sendo acrescidas durante o Proterozoico. Este modelo baseia-se em dados geocronológicos Rb-Sr, Sm-Nd e U-Pb, e foi sendo aperfeiçoado pela comunidade científica ao longo dos anos. Baseado neste modelo, a área de estudo deste trabalho encontra-se inserida no contexto da Província Estanífera de Rondônia, localizada na Província Geocronológica Rondoniana-San Ignacio (Tassinari e Macambira, 1999), que tem sua história geológica entre o Paleoproterozoico e o Neoproterozoico.

A Suíte Intrusiva Santa Clara foi primeiramente descrita por Kloosterman (1966, 1968) para referir-se a rochas graníticas anorogênicas apresentando ou não textura rapakivi. Estas rochas foram originalmente incluídas nos Granitos Jovens de Rondônia por Kloosterman (1966, 1968), mas diferenças petrológicas, litogeoquímicas e em idades Rb-Sr e U-Pb indicaram que os Granitos Jovens de Rondônia compreendem na verdade duas suítes intrusivas temporariamente distintas. O conjunto mais antigo é representado pela Suíte Intrusiva Santa Clara, que compreende os maciços Santa Clara, Oriente Velho, Oriente Novo e Manteiga (Bettencourt et al., 1999). A suíte mais jovem é representada pelos Granitos Últimos de Rondônia.

Esta dissertação de mestrado tem como objetivo a caracterização petrológica do Maciço Santa Clara, corpo intrusivo pertencente à Suíte Intrusiva Santa Clara.

Etapas de trabalho

A fim de alcançar os objetivos propostos para esta dissertação, o método de trabalho consistiu em diversas etapas e contou com ferramentas consagradas pela comunidade científica. A seguir, uma breve descrição de tais métodos é feita; um texto mais detalhado sobre os procedimentos e as técnicas analíticas empregadas encontra-se em separado, no **Anexo B**.

1. Levantamento bibliográfico acerca da geologia, petrologia e geocronologia de granitos anorogênicos no Cráton Amazônico;
2. Levantamento cartográfico desenvolvido ao longo de trabalho de campo em escala 1:250.000 observando-se características como textura, estruturas e composições de cada uma das fácies descritas em campo, com coleta de amostras para confecção de lâminas delgadas;
3. Análise petrográfica das amostras selecionadas em campo;
4. Seleção e preparação de amostras representativas de cada fácies para análise litogeoquímica;
5. Interpretação dos dados de litogeoquímica;

6. Seleção e preparação das amostras para análises U-Pb e Sm-Nd;
7. Integração dos dados e proposição de modelos petrogenéticos adequados para a área de estudo;
8. Elaboração da presente dissertação de mestrado ora apresentada.

O levantamento de campo foi realizado entre os meses de outubro e novembro tendo por base logística a cidade de Cujubim. Foi percorrida a rodovia asfaltada RO-205, que liga a BR-364 à Cujubim. Outras estradas de terra foram utilizadas, como acessos a fazendas em uma malha regular N-S com espaçamento de 4 km (denominadas localmente de "linhas"), e outras de direção E-W com mesmo espaçamento (denominadas de "travessas"). A área resultante corresponde a 40 km x 25 km. Foram analisados somente afloramentos de rochas inalteradas, com amostragens que resultaram em lâminas petrográficas que permitiram a caracterização faciológica da intrusão.

Localização da Área

As rochas da Suíte Intrusiva Santa Clara estão localizadas no município de Cujubim, na porção nordeste do Estado de Rondônia.

O município de Cujubim dista cerca de 159 Km da capital Porto Velho e localiza-se entre a capital Porto Velho e a cidade de Ariquemes (Figura 1). O acesso ao município é feito via cidade de Porto Velho (RO) ou Cuiabá (MT), pela rodovia pavimentada BR-364 (Rio Branco-Cuiabá), que atravessa o estado e a área de estudo. O acesso a Cujubim pode ser feito pela rodovia estadual RO-205.

Figura 1- Localização do município de Cujubim no Estado de Rondônia.
Fonte: www.guianet.com.br

1 REVISÃO TEMÁTICA

1.1 O Cráton Amazônico

Localizado no norte da América do Sul, o Cráton Amazônico é dividido em províncias geocronológicas definidas em parte segundo definições e princípios de Stockwell (1968), que criou uma divisão de províncias estruturais e geocronológicas do Escudo Canadense. Neste contexto, as províncias seriam grandes regiões dentro de áreas cratônicas, onde um padrão geocronológico característico é predominante, e as idades obtidas através de diferentes métodos isotópicos em diferentes unidades litológicas são bastante coerentes. No Cráton Amazônico, as províncias geocronológicas diferem quanto às idades dos terrenos metamórficos e sua história geológica. É importante ressaltar que cada província possui rochas ígneas anorogênicas e coberturas sedimentares de idades distintas, e que possuem relação com eventos orogênicos nas áreas vizinhas.

Dois modelos distintos subdividem o Cráton Amazônico, cada qual de acordo com certas características:

a) o modelo geofísico-estrutural, que considera o Cráton Amazônico como um mosaico de blocos ou paleoplacas de idade arquena ou paleoproterozoica. As margens destes blocos são delimitadas por faixas orogênicas que foram geradas entre o Arqueno e Paleoproterozoico, mas que sofreram diversas reativações durante o Mesoproterozóico. Este modelo pouco leva em consideração dados geocronológicos disponíveis, e baseia-se predominantemente em dados geofísicos, mapas gravimétricos e mapas magnéticos (HASUI et al., 1984).

b) o modelo geocronológico, adaptado e aperfeiçoado ao longo dos anos desde sua criação (CORDANI et al., 1979) utiliza-se de dados geocronológicos disponíveis (Rb-Sr, Sm-Nd, U-Pb). Nesse modelo, considerado nesta dissertação, o Cráton Amazônico teria sido criado a partir de

um núcleo de idade arqueana (Província Amazônia Central), em torno do qual diversas faixas móveis foram sendo acrescidas durante o Proterozóico.

Desta forma, o Cráton Amazônico foi dividido em seis províncias geocronológicas (Tassinari e Macambira, 1999; Figura 2): Província Amazônia Central (> 2,3 Ga), Província Maroni-Itacaiúnas (2,2 – 1,95 Ga), Província Ventuari-Tapajós (1,95 – 1,8 Ga), Província Rio Negro-Juruena (1,8 – 1,55 Ga), Província Rondoniana-San Ignacio (1,55 – 1,3 Ga) e Província Sunsás-Aguapeí (1,3 – 1,0 Ga).

A *Província Amazônia Central* representa a crosta continental mais antiga de todo o cráton, que não foi afetada pelo Evento Transamazônico; trata-se, portanto, de uma área tectonicamente estabilizada há mais de 2,3 Ga. Durante o Paleoproterozoico, esta província foi palco de expressivos eventos magmáticos e sedimentação. A Província Amazônia Central é subdividida em dois blocos (Bloco Carajás-Iricoumé e Bloco Roraima), que são separados pela cobertura paleozóica que forma a Bacia Sedimentar da Amazônia. Em ambos os blocos, predominam sequências vulcânicas, rochas plutônicas e granitos (TASSINARI e MACAMBIRA, 1999).

A *Província Maroni-Itacaiúnas* foi a primeira faixa móvel a ser acrescida em torno do núcleo de idade arqueana. Nesta província, fragmentos de embasamento arqueano já foram identificados, e consistem de rochas polimetamorfizadas em alto grau, como o Complexo alóctone Imataca (>3,0 Ga) na Venezuela (Montgomery e Hurley, 1978) e o terreno exótico Cupixi (2,9 – 2,6 Ga), no Amapá (LIMA et al. 1986). Unidades metavulcânicas e rochas metassedimentares deformadas e metamorfizadas em fácies xisto verde e anfibolito, bem como terrenos granulíticos e gnaisses-migmatíticos, predominam na Província Maroni-Itacaiúnas. As sequências supracrustais são intrudidas por granitos de aproximadamente 2,08 Ga.

De maneira geral, a *Província Ventuari-Tapajós* possui um padrão de dados geocronológico pouco mais jovem do que a Província Maroni-Itacaiúnas. A Província Ventuari-Tapajós compreende predominantemente granitóides de composição cálcio-alcalina, em contraste com sua vizinha, onde predominam sequências metavulcanossedimentares e rochas em fácies granulito. Dados geoquímicos sugerem uma mistura de um componente crustal subordinado a magmas mantélicos, que são predominantes. Sequências metavulcanosedimentares, vulcanismo

cálcio-alcalino ácido a intermediário (Grupo Iriri) e granitóides associados são comuns, bem como granitos anorogênicos com textura rapakivi (TASSINARI e MACAMBIRA, 1999).

A *Província Rio Negro-Juruena* tem sua história geológica entre o Paleoproterozoico e o Neoproterozoico. O embasamento é composto por gnaisses e granitóides de composição granodiorítica a tonalítica. Em geral, as rochas são metamorfizadas em fácies anfibolito, mas rochas em fácies granulito também ocorrem. Dados geoquímicos indicam fonte juvenil para a maior parte das rochas do embasamento desta Província. A sudoeste da Província Rio Negro-Juruena, na área de Jauru, sequências metavulcanossedimentares relacionadas à rifteamentos causados por atividades orogênicas nas áreas vizinhas são observados (TASSINARI e MACAMBIRA, 1999).

Granitos anorogênicos com ou sem textura rapakivi também foram descritos, com idades que variam entre 1,6 e 0,97 Ga (Serra da Providência, Maciço Santo Antônio, Suíte Intrusiva Teotônio, Granitos Jovens de Rondônia), além de magmatismo máfico durante alguns períodos. O vulcanismo félsico em 1,6 Ga, responsável por gerar os granitos anorogênicos, está intimamente relacionado à Orogenia Hudsoniana, segundo reconstruções entre o Cráton Amazônico e o paleocontinente Laurentia feitas por Sadowski e Bettencourt (1996).

A *Província Rio Negro-Juruena* representa um arco magmático relacionado a processo de subducção que foi parcialmente preservado (TASSINARI, 1981, 1984) ou dois arcos de ilha que sofreram acresção sucessiva (TASSINARI et al., 1996). No entanto, Dall'Agnol et al. (1987) consideram a Província Rio Negro-Juruena como sendo um cinturão de colisão continental.

A *Província Rondoniana-San Ignacio* tem sua história geológica desenvolvida durante o Mesoproterozóico, com idades que variam entre 1,55 e 1,30 Ga. Possui um embasamento metamórfico representado por granito-gnaisse-migmatítico em fácies granulito. Esta província é marcada por eventos importantes que envolvem arcos magmáticos e processos de colisão continental entre 1,51 e 1,34 Ga. Os primeiros são representados pelos arcos Rio Alegre, Santa Helena e San Ignacio (GERALDES et al., 2000; MATOS et al., 2001; TASSINARI et al., 2001).

O magmatismo pós-orogênico atribuído ao orógeno Santa Helena no norte de Rondônia, principalmente na Província Estanífera de Rondônia (BETTENCOURT et al., 1999), compreende

na verdade duas unidades, representadas pelas Suítes Intrusivas Santo Antônio e Teotônio. Os corpos destas unidades são intrusivos nas rochas que compõem parte da Província Rondoniana-San Ignacio e apresentam idades de cristalização 1,75 – 1,53 Ga. Possuem características de suítes intrusivas geradas em ambiente intraplaca.

A *Província Sunsás-Aguapeí* tem sua histórica geológica dada entre o Mesoproterozoico e o Neoproterozoico, sendo província mais jovem de todas que constituem o Cráton Amazônico. Consiste de uma área onde as rochas foram geradas pela erosão de crosta continental mais antiga, com deposição e deformação/metamorfismo destes sedimentos, além de um embasamento de aproximadamente 1,3 – 1,0 Ga (LITHERLAND, 1986). Este evento metamórfico é contemporâneo a atividades magmáticas sin-tectônicas. O Cinturão Granulítico Garzon, de idade 1,18 Ga, ocorre nos Andes colombianos, e pode representar uma possível extensão do cinturão Sunsás em direção ao norte. Este último cinturão é representado pelos Grupos metassedimentares Aguapeí e Sunsás, pela unidade metavulcanossedimentar Pontes e Lacerda e pela sequência metavulcanossedimentar e plutônica Nova Brasilândia (TASSINARI e MACAMBIRA, 1999).

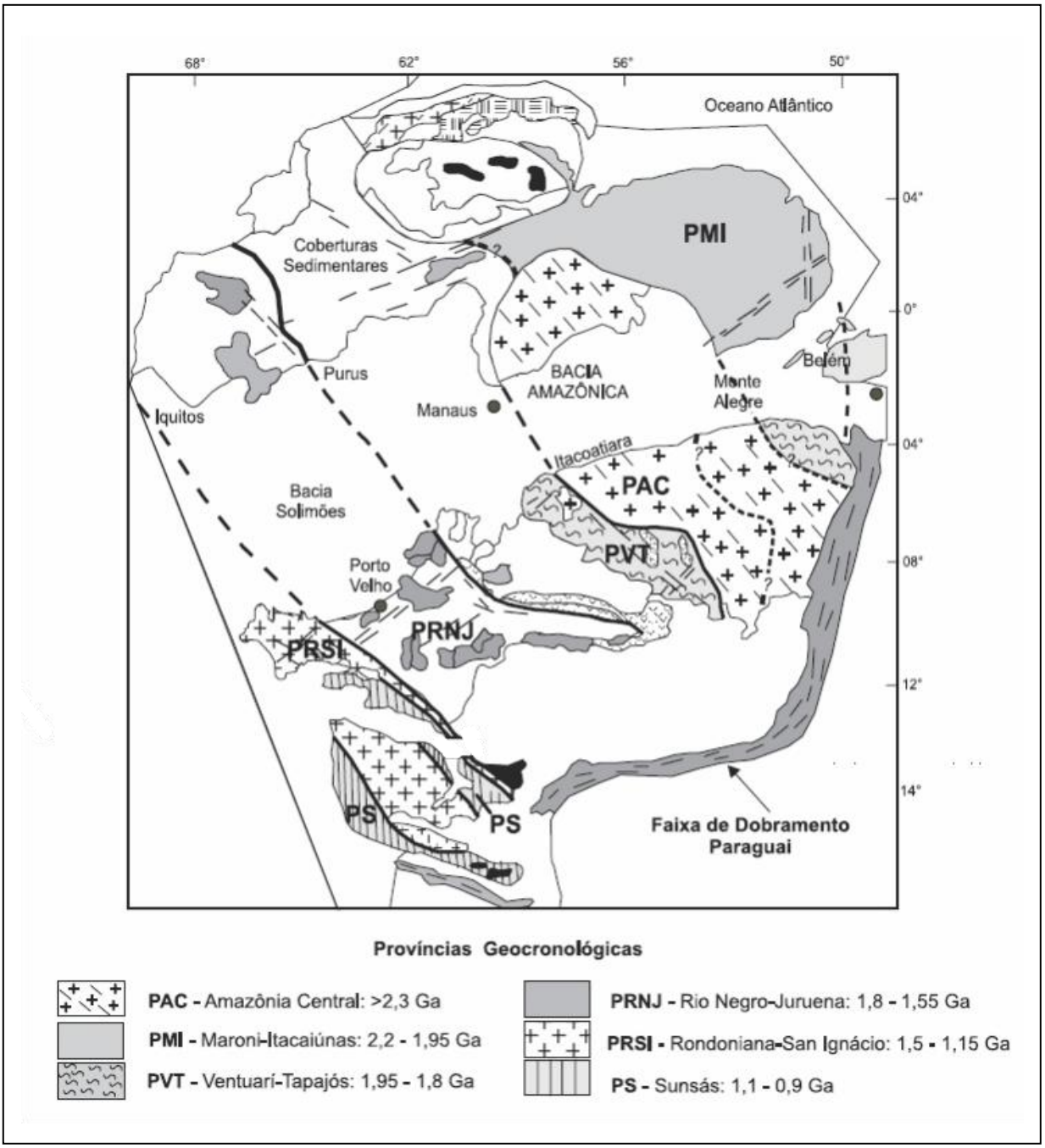

Figura 2 - Mapa com a distribuição das Províncias Geocronológicas do Cráton Amazônico.
Fonte: Tassinari e Macambira, 1999

1.2 **Granitogênese Rapakivítica no SW do Cráton Amazônico**

Granitos anorogênicos na parte sudoeste do Cráton Amazônico foram primeiramente descritos por Kloosterman (1966, 1968), que se referiu a estes como "Granitos Últimos de Rondônia". Leal et al. (1976) reconheceram textura rapakivi nos granitos no batólito Serra da Providência, e Isotta et al (1978) consideraram a textura rapakivi como uma característica comumente observada na maioria dos granitos da Província Estanífera de Rondônia, indicando um magmatismo anorogênico rapakivítico de grande extensão na região.

Estudos e revisões acerca dos granitos rapakivi na Província Estanífera de Rondônia (BETTENCOURT et al., 1987, 1995) delimitaram quatro principais suítes: Suíte Intrusiva Serra da Providência; Suíte Intrusiva Teotônio; Granitos Rapakivi Últimos (*Younger Rapakivi Granites*) e Granitos Últimos de Rondônia. Idades isócronas Rb-Sr e algumas idades U-Pb e K-Ar, aliadas a características geoquímicas e petrográficas foram a base para tal subdivisão. Contudo, a falta de dados geocronológicos confiáveis faz com que esta subdivisão torne-se controversa e talvez até muito simplificada. Bettencourt et al (1999) acreditam que os granitos rapakivi da Província Estanífera de Rondônia na verdade consistem de pelo menos sete suítes: Serra da Providência; Santo Antônio; Teotônio; Alto Candeias; São Lourenço-Caripunas; Santa Clara e Granitos Últimos de Rondônia.

Importantes depósitos de Sn polimetálicos ocorrem associados às três suítes de granitos rapakivi mais jovens: São Lourenço-Caripunas; Santa Clara e Granitos Últimos de Rondônia.

1.2.1 <u>Suíte Intrusiva Serra da Providência</u>

A formalização do Granito Serra da Providência como unidade estratigráfica deve-se a Leal et al. (1976), que reconheceu intrusões com textura rapakivi aflorantes na serra de mesmo

nome. Tassinari et al (1984) passaram a denominar este corpo de Suíte Intrusiva Serra da Providência. Rizzotto et al. (1995) incluíram nesta unidade corpos de gabro, charnockito e mangerito, enquanto Bettencourt et al. (1995) acrescentaram à mesma o mangerito Maciço União e o charnockito de Ouro Preto. Scandolara et al. (1999) incluíram também diversos *stocks* deformados e intrusivos no Complexo Jamari, relacionando-os a esta suíte intrusiva. As rochas desta suíte têm ampla distribuição geográfica na porção centro-norte do Estado de Rondônia, principalmente entre o médio curso do rio Machado e o alto curso do rio Branco, onde compõem um batólito que sustenta a serra de mesmo nome, bem como na região de Machadinho d'Oeste e Ouro Preto d'Oeste, também como batólito e *stocks* isolados a leste e a oeste da Serra da Providência.

Rizzotto et al. (1995) observaram que o batólito Serra da Providência possui quatro fácies representadas por monzogranitos porfiríticos (piterlitos) com viborgitos associados, monzogranitos porfiríticos, monzogranitos pórfiros e sienogranitos granofíricos. As rochas deste batólito são intrusivas nos litotipos do Complexo Jamari, embora sejam raras as exposições de contato direto entre estes.

Os piterlitos compreendem hornblenda-biotita monzogranitos com fenocristais de álcali-feldspato rodeados por auréolas finas de cor cinza-esbranquiçada de plagioclásio. A presença de enclaves quartzo-dioríticos e feições de assimilação de dois magmas distintos são comuns. Os sienogranitos têm textura granofírica e cavidades preenchidas por quartzo e fluorita. Os monzogranitos porfiríticos possuem, em alguns locais, textura rapakivi. Dados geoquímicos evidenciam que as rochas da Suíte Intrusiva Serra da Providência se assemelham aos granitos rapakivi e sua assinatura geoquímica é compatível com granitos tipo-A (RIZZOTTO et al., 1995).

O potencial mineral desta unidade reside na sua exploração atual na região de Machadinho d’Oeste, Cacoal e Ji-Paraná, mas com finalidade ornamental.

Seis amostras desta suíte intrusiva foram datadas segundo o método U-Pb (SHRIMP). As idades entre 1554 ± 47 Ma e 1606 ± 24 Ma obtidas sugerem que o batólito Serra da Providência deve ter tido seu *emplacement* durante um período de pouco mais de 50 milhões de anos (BETTENCOURT et al., 1999).

1.2.2 Suíte Intrusiva Santo Antônio

Os corpos da Suíte Intrusiva Santo Antônio, juntamente com os corpos da Suíte Intrusiva Teotônio, formam o batólito Santo Antônio, na área noroeste da Província Estanífera de Rondônia (PAYOLLA, 1994). Esse batólito cobre uma área de aproximadamente 2.000 km², mas sua real dimensão é ainda desconhecida, já que seu domínio norte está coberto por sedimentos do Cenozoico da bacia Amazônica.

Dois tipos graníticos predominam na Suíte Intrusiva Santo Antônio na parte norte do batólito (PAYOLLA, 1994). Trata-se de biotita monzogranitos porfiríticos e sienogranitos, além de biotita monzogranitos equigranulares. Algumas rochas subordinadas como hornblenda-biotita quartzo monzonitos de granulação fina, rochas híbridas que ocorrem como diques (monzogranitos, quartzo monzonitos e quartzo monzodioritos), e diques de diabásio sin-plutônicos são também observados. Uma amostra de biotita sienogranito possui idade de 1406 ± 32 Ma (BETTENCOURT et al., 1999), com um alto grau de incerteza devido à discordância entre frações de grãos de zircão analisados.

1.2.3 Suíte Intrusiva Teotônio

A Suíte Intrusiva Teotônio aparentemente forma uma pequena parte do batólito Santo Antônio, pelo menos no nível de erosão atual.

Payolla (1994) reconheceu três tipos petrográficos predominantes. As maiores unidades consistem em álcali-feldspato granitos de granulação grossa, álcali-feldspato granitos de granulação média e quartzo álcali-feldspato sienitos rosados de granulação grossa a média. Diques de faialita-clinopiroxênio álcali-feldspato sienito são raros e diques de dioritos,

monzonitos e monzodioritos sin-plutônicos cortam os granitos e sienogranitos. Monzogranitos de granulação fina intrudem as demais rochas da suíte. Uma amostra de clinopiroxênio-hornblenda álcali-feldspato granito foi datada em 1387 ± 16 Ma (BETTENCOURT et al., 1999).

1.2.4 Suíte Intrusiva Alto Candeias

O batólito Alto Candeias é predominantemente composto de granitos porfiríticos de granulação grossa a média e piterlitos, com granitos equigranulares de granulação média a fina, aplitos, sienitos e charnockitos subordinados. O sienito ocorre associado, espacialmente, ao granito equigranular (WAGHORN, 1974), enquanto o charnockito porfirítico de granulação grossa ocorre espacialmente associado ao granito porfirítico e ao piterlito (LEAL et al., 1978; SOUZA et al., 1975). Amostras de rochas do batólito foram datadas em 1346 ± 5 Ma e 1338 ± 5 Ma (BETTENCOURT et al., 1999); estes resultados levam a crer que os corpos da Suíte Intrusiva Alto Candeias foram intrudidos durante um período de tempo relativamente curto.

1.2.5 Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas

As rochas que compõem a Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas na parte noroeste da Província Estanífera de Rondônia foram primeiramente descritas na região de São Lourenço por Kloosterman (1966), e na região de Caripunas por Bettencourt e Kaedei (1984). Esta suíte consiste de variedades de granitos rapakivi como piterlitos, e viborgitos em menor quantidade, além de granitos equigranulares e porfiríticos, bem como rochas félsicas subvulcânicas e vulcânicas (BETTENCOURT et al., 1999).

Três amostras da Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas foram datadas e forneceram idades de 1314 ± 13 Ma, 1312 ± 3 Ma e 1309 ± 24 Ma (BETTENCOURT et al., 1999).

1.2.6 Suíte Intrusiva Santa Clara

A nordeste de Santa Clara, Kloosterman (1968) descreveu rochas que reuniu sob a denominação de Complexo de Oriente com 8-10 km de diâmetro e que sustenta a serra de mesmo nome. Consiste de uma complexa mistura de biotita-granitos, microgranitos, quartzo-pórfiros e topázio-greisen. Bettencourt et al. (1997), com base em dados geocronológicos, agrupam os maciços graniticos de Santa Clara, Oriente Velho, Oriente Novo e Manteiga sob a denominação de Suite Intrusiva Santa Clara. Mais recentemente, Leite Júnior (2002) subdividiu o maciço Manteiga em dois: Manteiga-Sul e Manteiga-Norte, além de incluir na Suite Intrusiva Santa Clara mais quatro maciços: Jararaca, Carmelo, Primavera e das Antas.

Dados geoquímicos de Bettencourt et al. (1997), indicam que as rochas da suíte são metaluminosas a fracamente peraluminosas. Exibem alto conteúdo de Zr, Y, Nb, Rb, F, ETR e elevadas razões de Ga/Al; esses dados sugerem compatibilidade com os granitos subalcalinos do tipo-A (QUADROS e RIZZOTTO, 2007). É importante ressaltar que as rochas da Suíte Intrusiva Santa Clara formam duas subsuites distintas em termos de petrografia, idades U-Pb e características geoquímicas (elementos maiores e elementos traço).

Leite Júnior (2002) reconheceu dois tipos diferentes de associações na Suite Intrusiva Santa Clara, nomeando-as de A1 e A2. As rochas da associação A1 compreendem quartzo-monzonitos, monzogranitos e sienogranitos, de composição intermediária a ácida e valores da razão $FeO_T/(FeO_T+MgO)$ que variam entre 0,83 e 0,97. São rochas subalcalinas de alto-K, com valores de K_2O entre 4,65 e 5,94% em peso. O autor ainda subdivide as rochas da associação A1 em dois tipos: A1a e A1b. O subtipo A1a é predominante em área e possui caráter metaluminoso a fracamente peraluminoso; o subtipo A1b possui caráter peraluminoso e compreende granitos com muscovita.

As rochas da associação A2 apresentam maior variedade de composições, variando de rochas básicas até membros de composição ácida. Leite Júnior (2002) também reconheceu dois

subtipos para esta associação: A2a e A2b. A primeira compreende sienitos, microsienitos, microgranitos peralcalinos, traquitos e traquiandesitos, e possui caráter que varia entre metaluminoso e peralcalino. As rochas do subtipo A2b são granitos, alasquitos, riolitos e granitos com mica litinífera, e possuem caráter peraluminoso.

Diferentes estilos de mineralizações de cassiterita e elementos associados ocorrem nos granitos da suíte e compreendem *stockworks* em greisens, veios de quartzo-cassiterita e quartzo-cassiterita-wolframita, veios de quartzo-topázio-fluorita, pegmatitos com albita, microclinio, berilo, topázio, molibdenita e cassiterita (QUADROS e RIZZOTTO, 2007).

Cinco amostras da Suíte Intrusiva Santa Clara foram datadas (BETTENCOURT et al., 1999), sendo três amostras da subsuíte subalcalina e duas amostras da subsuíte alcalina. Uma amostra de hornblenda-biotita monzonito da subsuite subalcalina possui idade de cristalização de 1081±50 Ma. Uma amostra de biotita granito porfiritico da subsuite alcalina tem idade de 1074±214 Ma.

Aparentemente, a Suite Intrusiva Santa Clara é a única representante de magmatismo intraplaca com idades entre 1,08 e 1,07 Ga na Província Estanífera de Rondônia e até mesmo no próprio Cráton Amazônico (DALL'AGNOL et al., 1999).

1.2.7 Granitos Últimos de Rondônia (Younger Granites of Rondônia)

Os Granitos Últimos de Rondônia foram originalmente descritos por Kloosterman (1968), e incluía uma série de vários corpos graníticos na área central da Província Estanífera de Rondônia. Priem et al. (1971) dataram diversas destas rochas dentro de uma isócrona Rb-Sr em 980±20 Ma. Porém, Bettencourt et al. (1999) excluem deste grupo de rochas aquelas com idades superiores a 1000 Ma. Estes granitos anorogênicos rapakivíticos têm sua geração relacionada aos eventos magmáticos associados à evolução do ciclo orogênico Sunsás-Aguapeí (TEIXEIRA et al., 1989). Dados geocronológicos indicam um magmatismo de curta direção restrito aos terrenos

do Domínio Ariquemes-Porto Velho, possivelmente relacionado à movimentação final das transcorrências N-S e NE-SW, que limitam os complexos Jauru e Jamari.

Os granitos deste complexo ocorrem como batólitos e *stocks* epizonais multifásicos, alojados segundo o controle de alinhamentos N-S e NE-SW, principalmente. Ocorrem sob forma subcircular, natureza tipicamente cratônica, de características subvulcânicas, e intrusivos no Complexo Jamari.

Com base nas características petrográficas e químicas, as rochas graníticas desta unidade foram separadas em dois tipos principais: o grupo dominante possui feições subsolvus (onde feldspato potássico e feldspato sódico coexistem) e caráter subalcalino, enquanto que o grupo mais restrito tem caráter hipersolvus (apenas um tipo de feldspato pertítico) e alcalino. As idades interpretadas para as rochas desta suíte ficam entre 974±6 Ma e 998±5 Ma (BETTENCOURT et al., 1999)