

# Capítulo 7

## Capítulo 7

## **7. Conclusões**

A partir dos resultados apresentados nos capítulos anteriores é possível propor algumas critérios preliminares a respeito das composições mineralógicas e químicas das rochas estudadas do pré-Cambriano Boliviano. Neste capítulo são também incluídas interpretações sobre a evolução geológica desta região, a partir dos dados aqui reportados além dos dados da literatura, bem como as possíveis correlações das rochas aqui estudadas com os terrenos Paleo e Mesoproterozóicos do SW do cráton Amazônico no território Brasileiro.

Neste sentido, serão abordadas inicialmente as unidades do embasamento do pré-cambriano Boliviano, compostas pelos Granulitos Lomas Maneches, Gnaisses de La Chiquitania e Granitos San Ignacio. Em seguida serão apresentadas as conclusões sobre os Granitos Sunsás.

### **7.1. Embasamento metamórfico**

Os estudos petrográficos, dados de campo, dados geoquímicos e trabalhos anteriores indicam que o embasamento na área de estudo se encontra formado por enderbitos e ortognaisses da unidade Lomas Maneches e por ortognaisses do Complexo La Chiquitania.

O enderbito Lomas Maneches descrito na literatura como granulito, apresenta-se em campo como uma rocha de granulometria média, cor cinza e com domínio de minerais máficos, com pouco bandamento, pouca variação granulométrica e cuja homogeneidade sugere uma ortoderivação.

Os gnaisses Lomas Maneches (amostras BO-03-02, BO-03-05, BO-03-07, BO-03-08 e BO-02-18), tomando-se como base a porcentagem dos minerais (natureza quartzo-feldspática), variação na textura (foliados) e o tamanho de grão (médio a grosso), podem ser classificados como ortognaisses de composição granítica a adamelítica, descrita na literatura como migmatitos.

A unidade La Chiquitania (amostras BO-03-04 e BO-03-15) apresenta uma composição granítica, sendo que descrições petrográficas e

caracterizações geoquímicas permitem confirmar uma origem ígnea, embora a amostra BO-03-04 apresente granada.

Em função da saturação de alumina, as rochas do embasamento, representadas neste trabalho pelas unidades Lomas Maneches e La Chiquitania são de metaluminosas. Tomando-se como base a Norma proposta por O'Connor (1965) as rochas Lomas Maneches apresentam uma tendência que varia de granítica a granodiorítica.

O ambiente tectônico dos gnaisses Lomas Maneches, segundo o diagrama  $R_1$  versus  $R_2$  proposto por De la Roche *et al.* (1980) e modificado por Batchelor & Bowden (1985), foi formado em um ambiente colisional produto de uma subducção. Já os gnaisses La Chiquitania foram produto de uma margem ativa, pré a sin-colisional segundo o diagrama multicatiônico proposto por Batchelor & Bowden (1985),

Os elementos terras-raras do embasamento apresentam padrões inclinados para os ETR leves e padrões horizontalizados para os ETR pesados, sugerindo um processo de fracionamento magmático para a geração das rochas dos Lomas Maneches. Para os gnaisses La Chiquitania os padrões das duas amostras são equivalentes, indicando fonte e processo geradores semelhantes e provavelmente ortoderivadas.

## **7.2 Cinturão San Ignacio**

As descrições macroscópicas mostram que os granitos San Ignacio da área de estudo apresentam uma granulometria média, com uma coloração predominantemente esbranquiçada mas não é rara a presença de tonalidades escuras, como no caso do granito San Ramon.

Mediante as variações acima de 30% de quartzo, plagioclásios e K-feldspatos, os granitóides San Andrés, El Refugio e San Ramón se apresentam uma natureza quartzo-feldspática. Os granitóides da Orogenia San Ignacio, segundo a alumina, variam de metaluminosos a debilmente peraluminosos,

resultado semelhantes aos obtidos na química das rochas do embasamento, mas indicando valores distintos no diagrama de saturação de alumina.

Em função da norma, os granitóides San Ignacio variam em composição desde granodioritos até granitos, apresentando variada porcentagem de minerais félsicos, sugerindo uma suíte cálcio-alcálica. Os diagramas tectônicos sugerem que os granitóides San Ignacio foram formados em ambientes convergentes pré a sin-colisionais

Os padrões de ETR para as amostras BO-03-10 e BO-03-12 da Orogenia San Ignacio, apresentam uma inclinação maior entre os terras raras leves, uma anomalia negativa de Eu e ETR pesados com um padrão horizontalizado. Duas outras amostras (BO-03-14 e BO-03-16) apresentam inclinações menos acentuadas e sem anomalia de Eu. Estes dois grupos de padrões de ETR para as rochas do San Ignacio sugerem a existência de fontes diferentes ou processos de fracionamento diferentes para as respectivas origens.

### **7.3 Cinturão Sunsás**

Os granitóides Taperas, Cachuela, Primavera, Talcoso e Naranjito, representantes da Orogenia Sunsás, são caracterizados por serem faneríticos, com uma granulometria que varia de média à grossa, salvo o granito Primavera, que apresenta uma granulometria fina.

As amostras das intrusões Talcoso (BO-04-18), Primavera (BO-04-20) e Cachuela (BO-04-22) apresentam uma composição granítica. Os granitóides Taperas (BO-04-21) e Naranjito (BO-04-19) apresentam uma variabilidade em composição entre granito e granodiorito, como confirmado pela variação de álcalis nos feldspatos descritos na petrografia.

Estes cinco corpos graníticos quartzo-feldspáticos são classificados como granitos tipo I.

As características geoquímicas permitem sugerir que as rochas graníticas da Orogenia Sunsás apresentam um comportamento metaluminoso, de composição granítica a granodiorítica, sugerindo uma suíte cálcio-alcálica e

pode-se sugerir como ambiente de formação um arco magmático com magmatismo pré-colisional a sin-colisional.

Os elementos terras raras permitem sugerir ainda que os granitóides Sunsás foram gerados em um processo de fracionamento magmático, provavelmente de origem mantélica. Neste sentido os granitos Naranjito, Primavera e Talcoso são produto de uma cristalização fracionada. O granito Cachuela é o representante mais primitivo das rochas graníticas e o granito Taperas tem posição intermédia no processo de fracionamento magmático.

#### **7.4 Proposta de Evolução do Pré-cambriano na Bolívia**

Neste item é apresentada uma proposta de evolução geológica do pré-Cambriano boliviano a partir dos trabalhos de campo, da petrografia e da geoquímica reportadas neste trabalho. Em adição, são levados em conta os trabalhos de Litherland *et al.* (1986), Derbyshire (2000) e Boger *et al.* (2005) que apresentam dados geocronológicos para as unidades aqui estudadas.

Na Bolívia, as rochas anteriores à Orogenia San Ignacio são consideradas como embasamento (Litherland *et al.* 1986) e neste trabalho foram caracterizadas como ortognaisses e ortogranulitos (graníticos, granodioríticos e enderbíticos) da unidade Lomas Maneches, junto com o ortognaisses do Complexo La Chiquitania, unidades consideradas por Litherland *et al.* (1986) como de idades paleoproterozóicas e correlacionáveis ao evento Transamazônico, tentativamente correlacionando com o craton Amazônico do lado brasileiro.

A unidade Lomas Maneches, considerada por muitos autores (Litherland *et al.*, 1986; Derbyshire, 2000) como as rochas mais antigas do Bloco Paraguá apresentam idade de  $1663 \pm 13$  Ma (U-Pb), interpretadas como idades de cristalização segundo Boger *et al.* (2005).

Os orto e paragnaisses de La Chiquitania são interpretados por Litherland *et al.* (1986) como de origem vulcânica e sedimentar. Estas rochas apresentam maior extensão areal que o Lomas Maneches, sendo observadas em todo o bloco Paragua. Análises U-Pb realizadas em zircões detríticos de paragnaisses desta unidade (Boger *et al.* 2005) indicam uma fonte

paleoproterózoica de  $1764 \pm 12$  Ma. Estes zircões apresentam sobrecrecimento com uma idade ao redor de  $1333 \pm 6$  Ma que segundo Boger *et al.* (2005) pode ser considerada como a idade da fusão parcial durante o evento San Ignacio, como descrito mais adiante.

Desta forma os resultados U-Pb em zircões reportados por Boger *et al.* (2005) definem uma modificação importante na estratigrafia do embasamento pré-Cambriano boliviano. Esta modificação coloca os paragneisses do La Chiquitania como as rochas mais antigas da região, formadas por sedimentação a partir de fontes crustais ensiálicas de idade por volta de 1,76 Ma, seguidas dos ortogneisses do Lomas Maneches, formados entre 1689 Ma e 1663 Ma, ambas unidades localmente metamorfisadas e/ou refundidas no evento San Ignacio. Outra modificação importante na estratigrafia obtida como resultado das idades reportadas por Boger *et al.* (2005) ocorre também em relação aos xistos San Ignacio, interpretados por Litherland *et al.* (1986) como mais jovens do que os gnaisses do Lomas Maneches. Os novos dados U-Pb em SHRIMP (Boger *et al.* 2005) definem as idades mais antigas por volta de 1,75 Ga para os núcleos de grãos detríticos desta unidade, o que indica que estes xistos foram formados anteriormente ao evento orogênico Lomas Maneches. Estes xistos apresentam ainda idades de bordas de grãos de zircão (e outros grãos tanto com núcleo como borda) por volta de 1690 Ma (formados durante a orogenia Lomas Maneches).

Segundo a literatura, o mais importante evento magmático do pré-cambriano na Bolívia corresponde à formação das suítes graníticas pré e sin-colisionais conhecida como Orogenia San Ignacio. Os afloramentos mais extensos, referência aos corpos intrudidos no setor norte mais conhecido como Complexo Pensamiento, foram datados entre 1380 Ma e 1285 Ma (Rb-Sr) por Litherland *et al.* (1986). Idades Rb-Sr em metassedimentos interpretados por origem metamórfica por Berrangué e Litherland (1982) também resultaram em valores por volta de 1,34 Ga, sugerindo um importante evento magmático-metamórfico regional.

Boger *et al.* (2005) apresentam resultados que definem um importante evento gerador de granitóides entre  $1334 \pm 12$  Ma e  $1320 \pm 11$  Ma (idades U-

Pb em zircão pelo método SHRIMP), como a intrusão granítica San Rafael. Este padrão de idade, entretanto, é observado tanto em rochas xistosas (bordas de zircões detríticos) como em rochas gnáissicas do Lomas Maneches (também bordas de zircões), sugerindo que o evento San Ignácio teve ampla atuação nos terrenos pré-Cambrianos bolivianos previamente formados. Em adição, Borger *et al.* (2005) reportam zircões com idades 1,34 Ga cujos núcleos apresentam idades de cerca de 1,68 Ga, sugerindo que o magmatismo do evento San Ignácio teve como fonte parcial rochas da crosta mais antiga formada durante a orogênese Lomas Maneches.

Resultados Sm-Nd sobre as rochas do pré-Cambriano boliviano ainda são escassos. As únicas unidades geradas no evento San Ignácio analisadas por este método são representadas pelos granitos Puerto Alegre/La Junta com  $T_{DM}$  de 1,99 Ga e 2,09 Ga com valores de  $\epsilon_{Nd(t)}$  negativos e os granitos Diamantina e Orobaya com  $T_{DM}$  entre 1,69 Ga e 1,73 Ga, e valores de  $\epsilon_{Nd(t)}$  entre +1,0 e +1,4, respectivamente, considerados por Derbyshire (2000) como representantes da Orogenia San Ignácio. Os valores apontam permanências crustais antes da cristalização dos granitos durante o evento San Ignácio, sugerindo uma importante participação ou mistura de crosta pré-formada na origem dos respectivos magmas.

A Orogenia Sunsás encontra-se confinada a três cinturões: 1) Sunsás na Bolívia, 2) Aguapeí no Mato Grosso, e 3) a seqüência sedimentar Nova Brasilândia, em Rondônia. O cinturão Sunsás na Bolívia apresenta rochas que se sobrepõem discordantemente sobre todas as unidades do embasamento anteriormente descritas e intrudidas por corpos graníticos. Os melhores representante destas intrusões são os granito Casa de Piedra com uma idade  $T_{DM}$  de 1,92 Ga e  $\epsilon_{Nd(t)}$  -4. A única idade U-Pb em zircão (SHRIMP) para granitos desta orogenia é para o granito Taperas, cujo resultado  $1076 \pm 18$  Ma é interpretado, segundo Boger *et al.* (2005), como a idade de cristalização do granito. Outras idades foram obtidas pelos métodos Rb-Sr e K-Ar por Litherland *et al.* (1986), com valores entre  $1005 \pm 12$  Ma e  $993 \pm 139$  Ma.

Desta forma é possível-se sugerir o seguinte quadro evolutivo para a geologia do pré-cambriano na Bolívia. Os paragneises La Chiquitania e Xistos

(anteriormente definido como San Ignacio) foram resultado da erosão e deposição de sedimentos cujas fontes apresentam idade por volta de 1,76 Ga. Os trabalhos até agora reportados não indicam unidades magmáticas com esta idade no pré-cambriano na Bolívia, como também não são reportados dados sobre a bacia de deposição destes sedimentos.

Por volta de 1680-1660 Ma ocorreu um importante evento acrecionário na Bolívia aqui definido como Orogênese Lomas Maneches e ortognaisses La Chiquitaia. Esta acreção ocorreu lateralmente em ambiente de arco magmático, com geração de rochas juvenis. As rochas que registram este evento são representadas por granitos cálcio-alcalinos e compreendem as amostras BO-03-02, BO-03-03, BO-03-05, BO-03-07 e BO-03-18. As amostras gnáissicas do La Chiquitania aqui estudadas (BO-03-15 e BO-03-04) possivelmente também fazem parte das rochas formadas neste evento, porém ainda não existem dados geocronológicos disponíveis.

Seguindo-se o tempo geológico, foi registrado o evento San Ignacio, de idade entre 1,34 Ga e 1,33 Ga. O ambiente tectônico mais provável para a formação dos granitóides San Ignacio foi um arco magmático continental. Esta importante orogênese resultou na formação de volumosas unidades graníticas. Neste evento também foram parcialmente metamorfasadas as rochas pré-existentes, incluindo fusões localizadas dos gnaisses da La Chiquitania como do Lomas Maneches.

Por fim ocorreu a Orogênese Sunsás, após a deposição dos sedimentos do Grupo Sunsás em uma margem passiva. A inversão desta margem passiva em ativa provocou a deformação destes sedimentos bem como a geração de importante granitogênese resultando do estabelecimento de um arco magmático continental. Os granitos aqui estudados (BO-04-18, BO-04-19, BO-04-20, BO-04-21 e BO-04-22) foram provavelmente gerados pela fusão parcial do manto durante o processo de subducção que terminou na colisão Grenvilliana que, conforme a literatura, resultou na aglomeração do supercontinente Rodínia.

## 7.5 Correlações geológicas com o território brasileiro

Uma das primeiras tentativas em correlacionar rochas pré-Cambrianas da Bolívia com rochas do Brasil foi feita por Litherland *et al.* (1986). Neste sentido, os autores propõem uma correlação do embasamento metamórfico da Bolívia (Complexo de granulitos Lomas Maneches, gnaiss La Chiquitania e xistos San Ignacio).

Novas correlações são possíveis, entretanto, a partir da retomada das pesquisas no oriente boliviano através de trabalhos de campo, estudos petrográficos e geoquímicos, adicionados aos trabalhos apresentados por Derbyshire (2000) e Boger *et al.* (2005), além dos trabalhos reportados como resultado do “Proyecto Precambrico”. Um resumo da proposta de correlação aqui apresentada pode ser observado na Figura 7.1.

### **Orogêneses versus Orogêneses**

Sobre os eventos orogênicos, pode-se observar na Figura 7.1 que os eventos Alto Jauru (1,75-1,74 Ga), Cachoerinha (1,58-1,54 Ga) e Santa Helena (1,45- 1,42 Ga) reportados no lado brasileiro não são observados na Bolívia. Da mesma forma, os eventos orogênicos Lomas Maneches (1,68-1,66 Ga) e San Ignacio (1,34-1,32 Ga) observados no pré-Cambriano na Bolívia não são encontrados no Brasil.

A inexistência dos eventos orogênicos temporalmente equivalentes no pré-Cambriano boliviano e no Brasil sugerem que a evolução geológica da área boliviana envolve a formação dos terrenos e a sua posterior colagem ao cráton Amazônico. Esta colisão está provavelmente registrada pelas rochas do fundo oceânico representado pelo terreno Rio Alegre no lado brasileiro. Esta hipótese é corroborada pela existência de assimetria de idades para leste e oeste a partir deste terreno cujo *strike* é NNW-SSE.

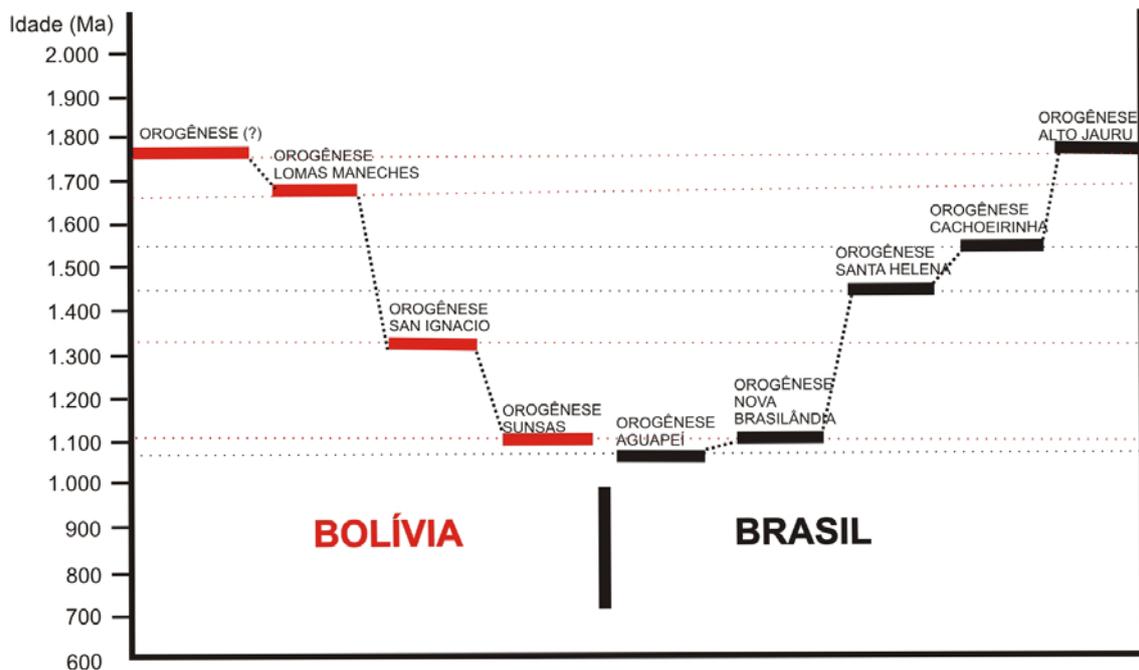


Figura 7.1. Diagrama de correlação geológica entre o pré-Cambriano em território da Bolívia com o Brasil (orogêneses *versus* orogêneses), no SW do cráton Amazônico.

Em contrapartida, são observadas idades contemporâneas no SW do cráton Amazônico no Brasil e na Bolívia. Elas correspondem às idades U-Pb em zircão detríticos dos xistos San Ignacio (1,74 Ga) e de paragneisses La Chiquitania (1,78-1,76 Ga). Do lado brasileiro estas idades são observadas no magmatismo juvenil do arco magmático Alto Juru (1,79- 1,74 Ga). Nesta forma é possível sugerir que a crosta sílica do Alto Juru pode ter sido a fonte dos sedimentos posteriormente metamorfisados dos paragneisses La Chiquitania. Como consequência desta hipótese, haveria continuidade física entre as rochas do Alto Juru e a bacia sedimentar La Chiquitania.

Neste sentido, os dados geológicos e geocronológicos reportados tanto no Brasil como na Bolívia sugerem que as duas áreas tiveram evoluções geológicas distintas no final do Paleoproterozóico, não obstante a falta de informação geocronológicas sobre as rochas ortoderivadas da unidade La Chiquitania na Bolívia.

## Orogêneses e Anorogêneses

Inicialmente as unidades descritas neste trabalho como enderbitos, ortognaisses e migmatitos da unidade Lomas Maneches e ortognaisses do Complexo La Chiquitania de  $1663\pm 13$  Ma, no Brasil, são contemporâneos com a suíte intrusiva Serra da Providência, cuja idade U-Pb encontrada é 1,66-1,64 Ga (Figura 7.2). Esta suíte intrusiva foi interpretada por Bettencourt *et al.* (1996), como uma suíte bimodal gerada em um ambiente intracratônico. No exemplo boliviano, o Lomas Maneches é interpretado como composto por rochas orogênicas, o que permite sugerir que a formação da suíte Serra da Providência pode estar relacionada ao fluxo de calor gerado a partir da margem continental ativa registrada pelo magmatismo da Orogênese Lomas Maneches.

As rochas da Orogenia San Ignacio apresentam idades por volta de 1,33 Ga (U-Pb em zircão por SHRIMP) e podem ser correlacionadas temporalmente no Brasil, conforme se observa na Figura 7.2, com a Suíte intrusiva Teotônio e a Suíte Alto Candeias de idade em zircão  $1346\pm 05$  e a Suíte intrusiva São Lorenzo-Caripunas com  $1314\pm 13$  (U-Pb convencional; Bettencourt *et al.*, 1996). Novamente ocorre a diferença de ambiente tectônico para as unidades comparadas. As suítes reportadas no Brasil por Bettencourt *et al.* (1999) são interpretadas como de origem intracratônica, enquanto as rochas graníticas San Ignacio são interpretadas como formadas em ambiente de arco magmático durante uma acreção lateral juvenil. Desta forma a origem das suítes bimodais intracratônicas pode estar relacionada ao fluxo de calor gerado na borda da placa durante o processo de subducção.

As rochas da Orogenia Sunsás apresentam idades de  $1005\pm 12$  Ma do granito Casa de Piedra e  $993\pm 139$  Ma do magmatismo do Complexo Rincon del Tigre (isócrona Rb-Sr), datados por Litherland *et al.* (1986). Os dados de Borger *et al.* (2005) para o granito Taperas é de  $1076 \pm 18$  Ma (U-Pb em zircão pelo método SHRIMP). Granitos destas idades no Brasil são representadas pelas Suítes Santa Clara, com  $1081\pm 50$  Ma, Oriente Novo, de  $1080\pm 27$  Ma (dados obtidos mediante datação U-Pb convencional), e pelos *Younger granites of Rondônia* de  $1018\pm 76$  Ma (idade Rb-Sr), dados reportados por Bettencourt *et al.* (1996). Este é mais um caso de magmatismo intracratônico

possivelmente gerado como reflexo intracratônico do processo de subducção contemporâneo na margem ativa da placa durante a construção do craton Amazônico.

Idades U-Pb contemporâneas voltam a ser observadas nas duas áreas em foco somente no final do Mesoproterozóico, quando ocorre o magmatismo anatóxico da orogenia Nova Brasilândia (1,1 Ga). No lado boliviano o magmatismo Sunsás ocorre a 1,07 Ga. Em adição as idades K-Ar e Ar-Ar das Orogenias Sunás, *thrust* Aguapeí e Orogenia Nova Brasilândia sugerem que os terrenos estavam em processo de aglutinação para a formação do supercontinente Rodinia.

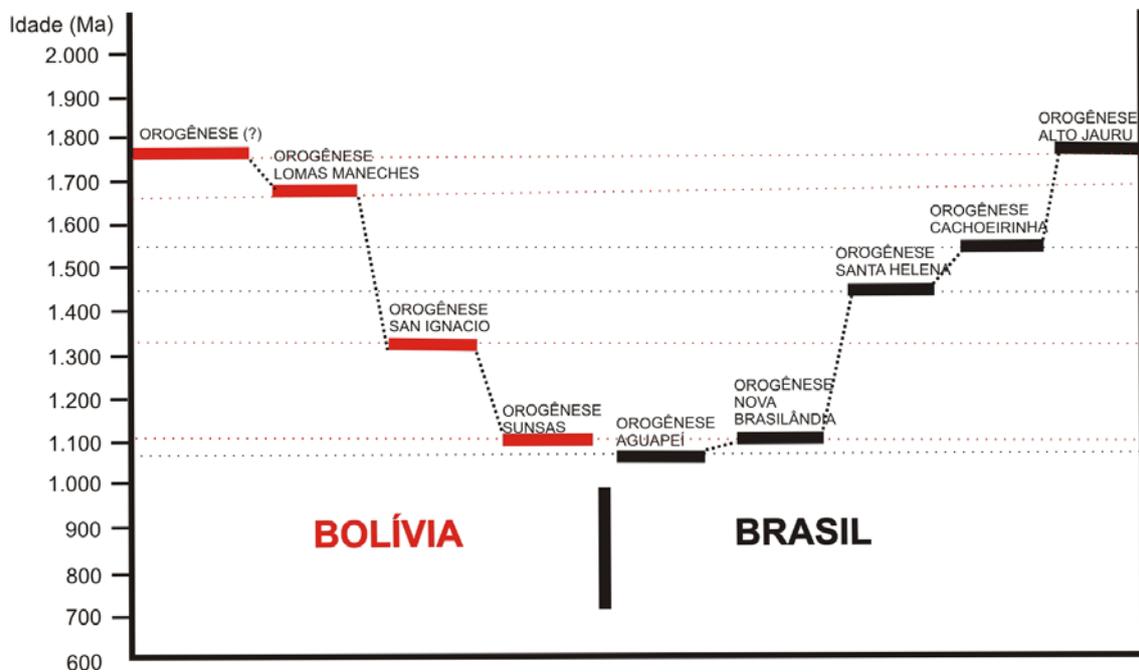


Figura 7.2. Diagrama de correlação geológica entre o pré-Cambriano em território da Bolívia com o Brasil (orogêneses versus anorogêneses) , no SW do cráton Amazônico.

# Bibliografia

## **Bibliografia**

## 8. Bibliografía

- AHLFELD, F. (1954). Los Yacimientos minerales de Bolivia. *Banco Minero de Bolivia y Cooperación Minera de Bolivia*. 277p.
- AHLFELD, F. & BRANISA, L. (1960). Geología de Bolivia. *Editorial Don Bosco*, La Paz, Bolivia, 277 p.
- ADAMEK, P. M., B. TROENG, G. LANDIVAR, A. LLANOS & R. MATOS, (1996). Evaluación de los recursos minerales del Distrito San Ramón. *Boletín del Servicio Geológico de Bolivia*, No.10, 77 p.
- ALMEIDA, F.F.M, (1974). A evolução dos cratons Amazônico e São Francisco comparada com seus homólogos do hemisfério norte. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 30, Recife. Anais, SBG, 6: 2393-2470.
- AMARAL , G. (1974). Geologia pré-Cambriana da região Amazônica. Tese de livre docência, São Paulo, IG-USP, 212p.
- BERRANGUÉ J.P. & LITHERLAND M., (1982). Sinopsis de la geología y potencial de minerales del área del Proyecto Precambrico. *Boletín del Servicio Geológico de Bolivia*, informe 21, 120 p.
- BATCHELOR, R. A. & BOWDEN, P. (1985) Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. *Chemical Geology*. 48: 43-55.
- BOGER S.D., RAETZ M., GILES D., ETCHART E. & FANNING M.C. (2005). U-Pb age data from the Sunsas region of Eastern Bolivia, evidence for the allochthonous origin of the Paragua Block. *Precambrian Research*, 139, 121-146.
- BOWDEN, P., BATCHELOR, R. A., CHAPPELL, B. W., DIDIER, J. & LAMEYRE, J. (1984)- Petrological, geochemical and source criteria for the clasification of granitic rocks: a discussion. *Phys. Earth Planet. Inter* 35: 1-11.
- BETTENCOURT, J.S., ONSTON, T.C. & TEIXEIRA, W., (1996). Tectonic interpretation of  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  ages on country rocks from the central sector of

- the Rio Negro Province, south-west Amazonian Craton. *Int. Geol. Rev.* 38, 42-56.
- COSTA, J.B.S. & HASUI, Y. (1997). Evolução geológica da Amazônia. In: *SBG/Núcleo Norte. Contribuições á geologia da Amazônia*. Belém, p. 15-90
- CORDANI, U.S., TASSINARI, C.C.G., TEIXEIRA, W., BASEI, M.A.S. & KAWASHITA, K. (1979). Evolução tectônica da Amazônia com base nos dados geocronológicos. In: *Cong. Geol. Chileno, Arica, Actas*, 4: 137-148
- CORDANI, U.G. & BRITO NEVES, B.B. de (1982). The geology evolution of South America during the Archean and Early Proterozoic. *Revista Brasileira de Geociências*, 12 (1-3): 78-88.
- CHAPPLE, B.W & WHITE, A.R.J. (1974) Two contrasting granite types. *Pacific Geol.*, 8: 173-174
- CHAPPLE, B.W & WHITE, A.R.J. (2001) Two contrasting granite types: 25 years later. *Australian Journal of Earth Sciences*, 48: 489-499.
- DARBYSHIRE, D. P. F. (2000). The Precambrian of Eastern Bolívia a Sm-Nd Isotope Study. Isotope Geosciences Laboratory. British Geological Survey.
- DE LA ROCHE H., & LETERRIER J., (1973). Transposition du tetraedre mineralogique de Yoder et Tilley dans un diagraeme chimique de classification des roches basaltique. *C.R. Acad. Sci. Paris. Ser D.*, 37, 1709-1733.
- EL BOUSERLY, A. M. & EL SOKKARY A. A. (1975) The relation between Rb, Ba, and Sr in granitic rocks. *Chemical Geology*. 16: 207-219.
- FLETCHER, C.J.N, (1979). La geología y potencial de minerales del área de Concepción (Cuad. SE 20-2) No 2, 69 p.
- GERALDES, M. C., KOZUCH, M., TEIXEIRA, W & VAN SCHMUS, W.R. (1997). U/Pb constrains on the origin os Mesoproterozoic granites dos Pontes de Lacerda region, SW of Amazonian Craton. *Sauth American Symp. On Isotope Geology*, Campos de Jordão. Brazil, 120
- GERALDES, M.C., (2001). Geoquímica e Geocronologia dos plutons graníticos Mesoproterozoicos do SW do Estado de Mato Grosso (SW do Cráton Amazônico). Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, Brazil, 185p.

- HASUI, Y., HARALY, N.L.E. & SCHOBENHAUSS, C (1984). Elementos geofísicos e geológicos da região amazônica: subsídios para o modelo geotectônico. In: SBG/ Núcleo Norte. II Symposium Amazônico, Manaus, Anais, 1: 129-148.
- HARRIS N. G., PEARCE. J. A. & TINDLE, A. G. (1986) Geochemical characteristics of collision zone magmatism. In: *Collision Tectonic*. M. P. COWARD & A. C. RIEERS, editors Geol. Soc. London. Spec. Publ., 19, 67-81.
- HOFFMAN , P.F. (1991) Did the breakout of Laurentia turn Gondwanaland inside-out? *Science*; 252: 1409-1412
- ISSOTA, C. A. L., CARNEIRO, J. M., KATO, H. T. & BARROS, R. J. L. (1978). Projeto Provincia Estanífera de Rondônia . Porto Velho. DNPMJ/CPRM. Vos 1,2 e 3, Relatório Final.
- KLINCK B.A. & LITHERLAND, M. (1982). A model for the Proterozoic structural history of eastern Bolivia. Rep. East. Bolivia Miner. Expl. Proj., Santa Cruz, BAK/15 (Unpublished).
- LAMEYRE, J. & BOWDEN, P. (1982) Plutonic rock types series: discrimination of various granitoid series and related rocks. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 14: 169-186.
- LITHERLAND, & BLOOMFIELD, K.(1981). The Proterozoic history of eastern Bolivia. *Precambrian Research*. Vol. 15, 157-179.
- LITHERLAND, M., ANNELS, R.N., APPLETON, J.D., BERRANGE, J.P., BLOOMFIELD, K., BURTON, C.C.J., DARBYSHIRE, D.P.F.M FLETCHER, C.J.N., HAWKINS, M.P., KLINCK, B.A., LLANOS, A., MITCHEL, W.I., OCONNORS, E. A., PITFIELD, P.E.J., POWER, G & WERB, B.C. (1986). The geology and mineral resources of the Bolivian Precambrian Shield. *Overseas Memoir Br. Geol Survey*, 153 p.
- LITHERLAND, M., ANNELS, R.N., APPLETON, J.D., BERRANGE, J.P., BLOOMFIELD, K., BURTON, C.C.J., DARBYSHIRE, D.P.F.M FLETCHER, C.J.N., HAWKINS, M.P., KLINCK, B.A., LLANOS, A., MITCHEL, W.I., OCONNORS, E. A., PITFIELD, P.E.J., POWER, G & WERB, B.C. (1989).

- The Proterozoic of eastern Bolivia and its relationship to the Andean Mobile Belt. *Precambrian Research*, 43 p. 157-174.
- LANDIVAR G., (2001). Greenstone Belt Ñuflo de Chavez, Bolivia. *Col. Geol. de Bolivia*, 7-12.
- LAMEYRE, J. & BOWDEN, P. (1982). Plutonic rock types series: discrimination of various granitoid series and related rocks. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 14: 169-186.
- LEAL, J.W.L., SILVA, G.H., SANTOS, D.B., TEIXEIRA, W., LIMA, M.I.C., FERNADES, C.A. & PINTO, A.C. (1978). Geologia. Projeto Radambrasil. Folha SC. 20. Porto Velho. Rio de Janeiro, MME/DNPM, 19-184.
- MATOS, J.B. (1992). Contribuição à geologia da parte meridional do Cráton Amazônico: Região do Rio Alegre. M.T. Master Dissertation. IG-USP, 108p.
- MATOS, J. B. & SCHORSCHER, J.H.D., (1997a) . Geologia da região do Rio Alegre-MT. Anais do VI Simpósio de Geologia do Centro Oeste, Cuiabá-MT, Brazil, pp. 85-87.
- MATOS, J. B. & SCHORSCHER, J.H.D., (1997b). Tendências geoquímicas da Sequência Vulcano-sedimentar do Rio Alegre M T.
- MATOS, J. B., SCHORSCHER, J.H.D. & GERALDES M.C. (2004). Petrografia, Geoquímica e Geocronologia das Rochas do Orógeno Rio alegre, Mato Grosso: Um Registro de Crosta Oceânica Mesoproterozoica no SW do Cráton Amazônico. *Revista do Instituto de Geociências-USP*. 4, 75-90.
- O'CONNOR, J. T., (1965). A Classification for quartz-rich igneous rock based on feldspar ratios. *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 525B*, B79-B84.
- PEISER F. (1944 a). Las Pegmatitas de la Provincia Ñuflo de Chavez y la explotación de mica. *Min. Boliviana*. Vol I, No 10.
- PEARCE. J. A., HARRIS N. B. W. & TINDLE, A. G. (1984). Trace elements discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *J. Petrol.*, 25 (4): 956-983.
- PITCHER, W. S. (1982). Granite type and tectonic environment. In: Mountain Building Processes. K. J. Hsu (Ed) *Academic Press*, 19-40.

- PRENDERGAST, M.D.,(2000). Layering and preciousmetal metals mineralization in the Rincon del Tigre Complex, Eastern Bolívia. *Economic Geology*, 95, 113-130
- PINHO, M.A. de S.B. (1990). Geologia, Petrologia e Geoquímica das Rochas Ocorrentes ao Longodo Rio Aguapeí-Sudoeste do Cráton Amazônico-Pontes e Lacerda-MT. Porto Alegre. URGs. Dissertação de mestrado. 199p.
- RIZZOTO, G. J., (1999). Petrologia e Ambiente Tectônico do Grupo Nova Brasilândia-RO. Univ. Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, Brazil, 136p., unpublished data.
- RIZZOTO, G. J., BETTENCOURT, J.S., TEIXEIRA, W., PACCA, I. I., G., D'AGRELLA, S. M., VASCONCELOS, P., BASEI ,S. A., ONOE ,T. A., PASSARELL, R. C. (2002). Geologia e Geocronologia da Suíte Metamofica Colorado e suas Encaixantes, SE de Rondônia: Implicações para a evolução Mesoproterozóica do SW do Cráton Amazônico. *Revista do Instituto de Geociências - USP*. 2, 41-55.
- RUIZ A.S., GERALDES M. C., MATOS J.B., TEIXEIRA W., VAN SCHMUS W. & SCHMITT R., (2004). The 1590-1520 Ma Cachoerinha magmatic arc and its tectonic implications for the Mesoproterozoic SW Amazonian craton cristal evolution. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*. 4., 807-824.
- ROLLINSON H., (1995). Using Geochemical Data: evolution, presentation, interpretation:Singapore, *Longman Group Limited*, 352 p.
- SUAREZ-SORUCO R., (2000). Compendio de Geología de Bolivia. *Revista Técnica de YPF*, 18 (1-2): 214 p.
- SAES, G.S. (1999). Evolução Tectônica e Paleogeográfica do Aulocógeno Aguapeí (1.2-1.0 Ga) e dos Terrenos do seu Embasamento na Porção Sul do Cráton Amazônico. Doctored Dissertation. USP. São Paulo. pp 135.
- SAES, G.S. & FRAGOSO CÉSAR, A.R.S. (1996) Acresção de Terrenos Mesoproterozoicos no SW da Amazônia. *XXXVIII Congresso Brasileiro de Geologia*. Boletim de resumos expandidos, 1: 207-209.
- STRECKEISEN, A. (1976) To each plutonic rock its proper name. *Earth Sci. Rev.*, 12:1-33

- SADOWSKY, G.R. & BETTENCOURT, J.S. (1996) Mesoproterozoic tectonic correlations between east Laurentia and the western border of the Amazon Craton. *Precambrian Research*. 76: 213-227.
- SILVA, C.R., BAHIA, R.B.C, & SILVA, L.C. (1992). Geologia da região de Rolim da Moura- sudeste de Rondônia. In: Congr. Bras. De Geol., 37, São Paulo. 1992. *Boletim de resumos expandidos*. São Paulo, SBG, 1, 152-153.
- TASSINARI, C.C.G. (1981). Evolução Geotectônica da Província Rio Negro-Juruena na Região Amazônica. Dissertação de Mestrado. IGP-USP. São Paulo. 99p.
- TASSINARI, C.C.G. (1984). A porção ocidental do craton Amazônico: evidências isotópicas de acreção continental no Proterozóico Médio. In: *Symp Amazônico*, 2, Manaus, Brazil, 1984. Atas...Manaus, DNPM/MME, 439-446.
- TASSINARI, C.C.G. & MACAMBIRA, M.J.B., (1999). Geochronological Provinces of the Amazonian Craton. *Episodes*, 22 (3), 174-182.
- TASSINARI, C.C.G., BETTENCOURT, J.S., GERALDES, M.C., MACAMBIRA, M.J.B., & LAFON, J.M., (2000). The Amazonian Cratón. In Cordani, U.G. Milani, E.J., Thomaz Filho, A. and Campos D.A. eds., *Tectonic Evolution of South America*, 31<sup>st</sup> *International Geological Congress*, Rio de Janeiro, Brazil, 41-95.
- TEIXEIRA, W. & TASSINARI, C.C.G. (1984). Caracterização geocronológica da Província Rondoniana e suas implicações geotectônicas. *2 Symposium Amazônico*, Actas, 87-102
- TEIXEIRA, W., TASSINARI, C.C.G., CORDANI, U.G. & KAWASHITA, K., (1989). A review of the geochronology of the Amazonian craton: tectonic implication. *Precambrian Reserch*. 42, 213-227
- TEIXEIRA, W. & TASSINARI, C.C.G., (1984) Caracterização geocronológica da Província Rondoniana e suas implicações geotectônicas. *Congresso Brasileiro de Geologia*. Vol. 3 p. 87-100.
- THEODOROVICZ, A. & CÂMARA, M.M. (1991). Geologia da Região da Serra do Amolar. *Progr. Lev. Geol. Básicos do Brasil*. DNPM/CPRM, 68P.

- VAN SCHUMS, W. R., GERALDES, M.C., KOZUCH, M., FETTER, A.H., TASSINARI, C.C.G. & TEIXEIRA, W., (1998). U/Pb and Sm/Nd constrains on the age and origin of Proterozoic crust in southwestern Mato Grosso, Brazil: evidence for a 1450 Ma magmatic arc In: *SW Amazonia. International Symposium on Tectonics*, Ouro Preto-MG, Brazil, abstract Volume, pp. 121-125.
- WINDLEY, B. F. (1977). The evolving continents. *New York: John Wiley*, 385p
- WITSCHARD, F., MATOS, R. & NILSSON, L., (1983). Assesment of mineral resources of the Precambrian of Bolívia, Part 1. Airborne geophysical survey and interpretations of remote sensing in the San Ramon área. *Boletín Del Servicio Geológico de Bolívia N2 (Especial)*. Año 1993, 55 p.
- VALENTE, S. (2000). Princípios de Geoquímica, Apostila da disciplina Geoquímica (IA-216) do curso de graduação em Geología.

Anexos  
**Anexos**

**Anexo 1.** Tabela Petrográfica das unidades Lomas Maneches, La Chiquitania e dos corpos graníticos San Ignacio e Sunsás

No. amostra	Unidade	Minerais				Campo	Microscopio	Tipo de Análise
		Essenciais	Específicos	Secundários	Acesórios	Tipo de rocha	Nome da rocha	
BO-03-02	Lomas Maneches	Quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclina	biotita, hornblenda	muscovita	zircão	Gnaiss Lomas Maneches	tonalito	petrografia
BO-03-03	Lomas Maneches	Quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclina	piroxênio, hornblenda,		epidoto	Enderbit Lomas Maneches	enderbit	petrografia
BO-03-04	La Chiquitania	Quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclina	granada, biotita, hornblenda		mirmequita apatito, zircão	Paragnaisse La Chiquitania	granito	petrografia
BO-03-05	Lomas Maneches	Quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclina	biotita	sericita, argilas	mirmequita apatito, zircão	Gnaiss Lomas Maneches	granodiorita	petrografia
BO-03-07	Lomas Maneches	Quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclina	biotita, hornblenda		mirmequita, zircão alanita	Gnaiss Lomas Maneches	granito	petrografia
BO-03-08	Lomas Maneches	Quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclina	hornblenda		zircão apatito	Gnaiss Lomas Maneches	granito	petrografia
BO-03-09	Lomas Maneches	Quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclina	biotita		mirmequita, apatito, zircão	Gnaiss Lomas Maneches		petrografia
BO-03-10	Granitoide San Ignacio	Quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclina	biotita		mirmequita	Granito San Andres	granito	petrografia

No. amostra	Minerales					Campo	Microscopio	Tipo de Análise
	Unidade	Esenciais	Específicos	Secundários	Acessórios	Tipo de rocha	Nombre da rocha	
BO-03-12	Orogenia San Ignacio	Quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclina	biotita, muscovita			Granito El Refugio	granito	petrografia
BO-03-14	Orogenia San Ignacio	Quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclina	biotita, piroxenio,	muscovita	epidoto, apatito	Granito San Ramon	granito	petrografia
BO-03-15	La Chiquitania	Quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclina	biotita, titanita piroxenio		mirmequita	Gnaiss de la Chiquitania	granito	petrografia
BO-04-18	Granitoides Sunsas	Quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclina	biotita, hornblenda, piroxenio	muscovita	mirmequita, apatito, zircão	Granito Talcoso	granito	petrografia
BO-04-19	Granitoides Sunsas	Quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclina	biotita, hornblenda	muscovita, sericita, argilas	epidoto, apatito, zircão	Granito Naranjito	granito	petrografia
BO-04-20	Granitoides Sunsas	Quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclina	muscovita	sericita	epidoto, zircão	Granodiorito Primavera	granodiorito	petrografia
BO-04-21	Granitoides Sunsas	Quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclina	biotita, titanita muscovita	sericita, arcillas	zircão, apatito, epidoto	Granodiorito Taperas	granodiorito	petrografia
BO-04-22	Granitoides Sunsas	Quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclina	muscovita, biotita	sericita, arcillas	alanita, zircão, epidoto, titanita	Granito Cachuela	granito	petrografia

Anexo 2. Tabela de análises química, de 1 até 7 rochas da unidade Lomas Maneches, de 8 até 9 rochas da unidade La Chiquitania.

AMOSTRA	Lomas Maneches							La Chiquitania	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	BO-03-2	BO-03-3	BO-03-5	BO-03-7	BO-03-8	BO-03-9	BO-03-18	BO-03-4	BO-03-5
SiO <sub>2</sub>	71,93	48,45	72,48	71,45	73,78	71,63	66,13	71,42	72,48
TiO <sub>2</sub>	0,43	0,423	0,555	0,301	0,224	0,344	1,021	0,535	0,555
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,54	15,03	13,09	13,75	12,55	13,88	14,43	13,33	13,09
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	3,81	9,59	3,38	3,08	3,26	2,88	5,38	3,91	3,38
MnO	0,053	0,153	0,035	0,086	0,073	0,043	0,068	0,058	0,035
MgO	1,16	12,06	0,83	0,48	0,13	0,45	0,87	0,74	0,83
CaO	1,43	11,36	2,35	0,83	1,05	1,39	2,45	2,01	2,35
Na <sub>2</sub> O	2,52	1,75	2,73	3,3	3,06	2,8	2,61	2,38	2,73
K <sub>2</sub> O	3,61	0,1	3,64	6,15	5,53	5,87	5,53	5,09	3,64
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,07	0,02	0,11	0,03	0,04	0,2	0,4	0,14	0,11
LOI	1,32	0,92	0,77	0,54	0,23	0,42	0,84	0,29	0,77
Total	99,88	99,84	99,98	99,99	99,94	99,91	99,73	99,89	99,98
Ni	< 20	160	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Cr	50	440	30	30	30	< 20	< 20	20	30
Ba	884	43	612	646	1143	888	1209	1293	612
Rb	135	3	154	184	121	238	256	194	154
Sr	259	203	113	107	81	149	198	156	113
Th	14,3	0,2	21,9	30,4	9,3	23	18,7	19,1	21,9
Co	9	55	5	3	2	3	5	5	5
Cu	<10	100	10	< 10	< 10	< 10	< 10	10	10
Zn	50	60	30	60	50	40	110	50	30
Nb	9	<1	10	83	17	11	35	9	10
Y	26	9	25	46	70	43	55	31	25
Zr	153	13	210	923	386	209	909	252	210
Sc	9	36	8	7	5	6	8	8	8
Be	1	< 1	1	3	1	2	2	< 1	1
V	53	141	46	27	5	26	53	40	46
Ga	16	15	15	20	18	18	23	16	15
Ge	2	2	1	2	1	1	2	1	1
As	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Mo	2	< 2	2	6	3	2	3	2	2
Ag	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
In	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Sn	1	< 1	1	3	1	2	3	1	1
Sb	0,6	0,6	0,7	1	0,7	< 0,5	1	0,8	0,7
Cs	4,1	< 0,5	1,9	1,3	< 0,5	2,4	0,9	1,7	1,9
Hf	4,7	0,6	6,4	24,5	10,5	6,1	25	7,8	6,4
Ta	0,6	< 0,1	0,4	3,6	0,3	0,6	1,6	0,3	0,4
W	< 1	< 1	< 1	3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Tl	0,4	< 0,1	0,4	0,7	0,3	0,8	1,1	0,6	0,4
Pb	29	< 5	16	25	11	19	27	23	16
Bi	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
U	2,4	< 0,1	0,9	4	0,6	2,4	1,1	0,6	0,9
La	37,2	1,3	44,3	101	95	65,9	90,3	51,8	44,3
Ce	74,9	3,5	91,7	230	200	142	213	107	91,7
Pr	7,75	0,49	9,5	17,1	21,4	15,4	24,6	11,1	9,5
Nd	29,6	2,8	35,8	57,3	82,9	57,7	102	43,1	35,8
Sm	5,5	1	6,9	10,2	15,8	10,3	19,8	8,2	6,9

Eu	1,25	0,53	1,1	1,65	2,48	1,47	2,4	1,84	1,1
Gd	4,7	1,4	5,8	7,6	14,1	8,5	15,1	7,1	5,8
Tb	0,7	0,3	0,9	1,4	2,3	1,2	2,1	1	0,9
Dy	4	1,7	4,7	8,1	13	6,9	10,4	5,4	4,7
Ho	0,8	0,3	0,8	1,6	2,6	1,3	1,9	1,1	0,8
Er	2,5	1	2,3	5,2	7,5	4,2	5,4	3,5	2,3
Tm	0,38	0,15	0,29	0,86	1,08	0,66	0,71	0,53	0,29
Yb	2,4	0,9	1,6	5,8	6,3	4,1	4	3,4	1,6
Lu	0,35	0,13	0,23	0,94	0,88	0,6	0,52	0,53	0,23

Anexo 2. Tabela de análises química, de 10 até 13 rochas da Orogenia San Ignácio, de 14 até 18 rochas da Orogenia Sunsás

AMOSTRA	Rochas da Orogenia San Ignácio				Rochas da Orogenia Sunsás				
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	BO-03-10	BO-03-12	BO-03-14	BO-03-16	BO-04-18	BO-04-19	BO-04-20	BO-04-21	BO-04-22
SiO <sub>2</sub>	71,62	86,17	63,04	65,72	75,44	74,65	75,36	72,47	72,56
TiO <sub>2</sub>	0,345	0,137	0,821	0,572	0,2	0,133	0,025	0,54	0,082
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,46	6,27	16,29	15,89	12,31	13,43	13,34	12,98	14,73
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	3,26	1,79	5,74	5,07	2,17	1,49	1,12	2,97	1,01
MnO	0,056	0,029	0,071	0,075	0,043	0,044	0,085	0,061	0,017
MgO	0,33	0,1	1,46	0,9	0,29	0,15	< 0,01	0,6	0,06
CaO	1,41	0,06	3,91	2,44	1,03	1,07	0,52	1,94	0,6
Na <sub>2</sub> O	3,03	0,11	4,49	5,66	3,17	3,89	3,91	3,49	3,39
K <sub>2</sub> O	5,62	4,22	2,6	2,03	4,57	4,44	4,5	3,93	7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,08	0,02	0,29	0,15	0,06	0,04	0,02	0,15	0,03
LOI	0,42	0,85	0,83	0,8	0,48	0,6	1,07	0,74	0,19
Total	99,62	99,77	99,55	99,3	99,77	99,95	99,95	99,88	99,66
Ni	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	20
Cr	< 20	30	< 20	20	30	< 20	20	30	< 20
Ba	1059	1108	1037	383	529	329	12	637	1196
Rb	224	118	92	71	260	395	739	243	314
Sr	93	40	711	471	104	86	9	199	116
Th	21,9	13,5	14	10,4	27,2	30,7	32,4	66,6	15,7
Co	3	< 1	8	5	2	2	< 1	4	< 1
Cu	< 10	< 10	< 10	< 10	10	< 10	< 10	< 10	< 10
Zn	60	< 30	70	80	50	40	60	70	< 30
Nb	18	11	11	12	19	27	37	23	8
Y	73	16	19	8	79	24	168	27	30
Zr	302	102	290	312	163	122	77	298	58
Sc	6	2	7	6	3	5	2	5	< 1
Be	4	< 1	2	2	4	6	4	6	6
V	18	9	80	39	14	9	< 5	29	< 5
Ga	21	9	23	28	18	23	30	21	18
Ge	2	< 1	1	1	1	2	3	2	2
As	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Mo	3	5	4	2	3	2	2	3	2
Ag	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
In	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Sn	4	2	1	2	32	4	35	3	2

Sb	< 0,5	0,9	1,6	0,8	1	1,1	0,8	1,2	1,1
Cs	7,2	1,1	3,4	2,6	4,6	7,9	10,9	5,8	1,9
Hf	8,9	3,4	7,2	7,7	5,5	5,1	6,1	8,4	3,3
Ta	1,5	1,1	0,8	0,4	1,7	2,3	6,6	2,2	1,3
W	2	2	< 1	< 1	< 1	1	3	< 1	< 1
Tl	0,9	0,5	0,7	0,5	1,3	2,2	4,8	1,6	1,5
Pb	25	8	14	10	26	47	41	35	24
Bi	0,5	1,2	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	0,7	< 0,4	< 0,4
U	3,3	3,1	1,6	1,8	5,5	27	5,3	10,7	3,7
La	67,1	40,6	72,3	64,9	50,8	38,5	23,2	87,5	50,6
Ce	150	106	143	118	104	50,6	58,9	161	47,3
Pr	16,3	7,45	14,1	10,7	11,7	7,07	8,68	17,3	9,92
Nd	64,6	25,1	49,9	33,1	44,6	24,1	45,5	54,3	29,5
Sm	13,2	4	8,1	4,9	10	4	13,5	9,1	5,1
Eu	1,94	0,67	1,94	1,02	0,82	0,61	0,13	1,64	1,81
Gd	11,9	2,7	5,8	3,1	9,5	3,4	16	6,6	4,8
Tb	2,1	0,5	0,8	0,4	1,7	0,5	3,5	1	0,7
Dy	11,9	2,7	3,7	1,6	10,6	2,8	24,1	5	3,9
Ho	2,4	0,5	0,7	0,3	2,3	0,6	5,2	1	0,8
Er	7,6	1,6	1,9	0,8	7,8	2	17,9	2,8	2,9
Tm	1,22	0,26	0,26	0,11	1,31	0,37	3,33	0,42	0,53
Yb	7,7	1,7	1,6	0,6	8,2	2,7	23,2	2,7	4,1
Lu	1,08	0,25	0,22	0,09	1,23	0,47	3,57	0,42	0,75

