

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

GEOQUÍMICA E ISOTOPIA DOS GRANITOS E GNAISSES ORTODERIVADOS DO
CINTURÃO KAOKO, NAMÍBIA SW AFRICANO

Vinícius Xavier Corrêa

Orientador: Prof. Dr. Miguel Ângelo Stipp Basei

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2013 / 49)

SÃO PAULO
2013

En la lucha de classes
todas las armas son buenas
piedras, noches, poemas

Paulo Leminski

Agradecimentos

É difícil se esquecer das pedras no caminho principalmente quando elas estão na sua mão, na sua mesa, na sua estante, na escada da sua república, na sua vida. As pedras contam histórias e hoje são parte importante da minha. O caminho das pedras não se faz sozinho e ao meu lado caminham golens e outros seres mágicos que comumente chamamos de amigos. Há os que sabem qual o mineral índice do *facis* xisto azul e outros que nem se importam com o tal xisto, mas todos eles são igualmente importantes e tem minha eterna gratidão.

Agradeço aos professores, verdadeiros, que fazem da tarefa de ensinar um prazer, agradeço aos que me ensinaram a ler sejam palavras ou rochas, em especial ao meu orientador. Agradeço aos funcionários do IGC sem eles os passos nesse caminho não seriam possíveis.

Agradeço ao banco do saguão por proporcionar momentos descontraídos ao lado do meteorito e do *Alossauro fragilis*.

Agradeço a minha família que a muito ficou para trás, distante no Craton São Francisco em minha querida Belo Horizonte, sou grato por todo embasamento que me dão seja a pressão grande ou não.

Agradeço aos que acordam cedo, pegam ônibus lotado, que trabalham duro, aos que eu não sei o nome, aos que não tiveram a oportunidade de estudar nessa universidade, a todos e todas que não me conhecem, que não sabem quem eu sou, que nunca me viram mas indiretamente são responsáveis por me proporcionar o privilégio de estudar na USP. Privilégio que deveria ser um direito e não um favor. “Ita na vidraça”.

Agradeço à Cronos por me colocar aqui e por colocar todas as rochas onde elas estão. Assim como as pedras somos produto do tempo, ele nos deixa marcas implacáveis. Os bons momentos desses últimos cinco anos ficaram tatuados em minha memória para sempre, ou não.

Resumo

O Cinturão Kaoko corresponde a uma sequência de rochas vulcano-sedimentares de idade Neoproterozóica que se estende por toda costa da Namíbia, ao longo da borda SW do Craton do Congo. Esse cinturão pode ser subdividido em três domínios tectonoestratigráficos resultantes da deformação e do metamorfismo Pan-Africano. Os três domínios apresentam características distintas entre si, são separados pelas grandes zonas de cisalhamento que afetam a região. Este trabalho tem como foco o estudo dos granitos e ortognaisses intrusivos nas sucessões metassedimentares, buscando um melhor entendimento da evolução tectônica do Cinturão Kaoko. Os estudos geoquímicos (elementos maiores, traços e terras-raras) e isotópicos (Sm-Nd, Rb-Sr e Pb-Pb) foram realizados em rocha total utilizando-se de amostras coletadas em trabalhos de campo nos anos de 2008 e 2011. As observações decorrentes do digrama “Spider” para padrões de ETR mostram que o embasamento Kalamanjab e o embasamento Marien Fluss são quimicamente distintos, o segundo possui uma acentuada anomalia negativa de Eu e apresentarem concentrações mais elevadas de ETR. As informações químicas somadas aos valores de idade modelo $Nd_{(TDM)}$ nos permitem dizer que o Kalamanjab apresenta rochas com características de rochas arqueanas que não participam da gênese dos demais granitos e gnaisses ortoderivados do Kaoko. A afinidade crustal dos granitoides é reforçada nos diagramas ϵNd x ϵSr (calculados para 580 Ma) que indicam valores negativos de ϵNd caracterizando a forte influência crustal na gênese dos granitos do Cinturão Kaoko. No Skeleton Coast predominam granitóides metaluminosos de composição monzogranítica a tonalítica, com características isotópicas semelhantes ao magmatismo dos demais domínios.

Abstract

The Kaoko Belt is a neoproterozoic metasedimentary sequence with intrusive granitic bodies that occurs in the northwest coast of Namibia, SW Africa, originated during the oblique collision of Congo, Kalahari and Rio de la Plata cratons. It is composed of three tectono-stratigraphy domains: Eastern, Central and Western Domain. In the Eastern Domain, near the Congo western border, several Kalamanjab basement inliers can be found outcropping among the low grade metamorphic cover. The Central Domain occurs between the Sesfontein and Purrus shear zones being composed of medium to high grade metamorphic rocks overlain the Marien Fluss basement orthogneisses. The Skeleton Coast comprises the westernmost part of the Kaoko belt western Domain, a terrane composed of granitic rocks and its supracrustal metamorphic cover. This work presents the geochemical and isotopic results obtained for granites and gneisses of the Kaoko Belt. Most granites of Central Domain have a peraluminous composition in contrast with the metaluminous affinities of Skeleton Coast granites. The geochemical analysis shows several differences between Kalamanjab and Marien Fluss basements with the first evidencing composition typical of Archean rocks. The Sr and Nd isotopic data confirm the geochemical suggestions and point out that the protoliths of Kalamanjab gneisses are older than those of Marien Fluss inliers. The Kalamanjab Nd model ages between 2900-2200 Ma also demonstrate that these rocks were not the source for the Kaoko belt granites which show a strong influence of a Mesoproterozoic continental crust in the origin of the Kaoko's granites. The ENd vs ESr (580Ma) diagram suggests that Kalamanjab basement is composed of two or more groups with different crustal evolutions. These differences are also observed in $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ x $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ diagrams.

Conteúdo

INTRODUÇÃO.....	2
OBJETIVOS	2
MATERIAIS E MÉTODOS	3
GEOLOGIA REGIONAL	5
Cinturão Kaoko	5
Domínio Oriental.....	6
Domínio Central.....	7
Domínio Oriental.....	9
Skeleton Coast	10
Cinturão Dom Feliciano	11
RESULTADOS E DISCUSSÕES	11
Petrografia	12
Embasamento Kalamanyab	12
Embasamento Marien Fluss	13
Domínio Ocidental	15
Skeleton Coast	21
Geoquímica.....	26
Elementos maiores	26
Elementos traço.....	30
Isotopia	35
Rb-Sr	36
Sm-Nd	36
Pb-Pb	40
Conclusões.....	42
Referências Bibliográficas	44
Apêndices	46

INTRODUÇÃO

A Namíbia é um país que se localiza no SW do continente africano. Tal região apresenta algumas faixas móveis de idade neoproterozóica que podem ser correlatas das unidades de mesma idade encontradas no território brasileiro. Dentre estas, temos os cinturões Damara e o Kaoko.

O cinturão Kaoko é o principal alvo dos estudos desenvolvidos no presente trabalho, se estende paralelamente à costa noroeste da Namíbia e corresponde a uma sequência de rochas metavulcano-sedimentares com exposições de núcleos de embasamento. O Kaoko pode ser dividido em três domínios estratigráficos (Frimmel et al. 2011) distintos que são separados entre si por grandes zonas de cisalhamento.

No lado sul-americano, o Cinturão Dom Feliciano se estende da região sul do Estado de Santa Catarina até o Uruguai sendo, em grande parte, recoberto por sedimentos da Bacia do Paraná. O Cinturão Dom Feliciano representa o melhor candidato a ser a unidade cronocorrelata do Cinturão Kaoko (Basei et al. 2005). Ambos os cinturões são o resultado da evolução policíclica de terrenos gerados ou intensamente retrabalhados durante o ciclo Pan-Africano/Brasiliano relacionado aos eventos tectônicos que levaram à formação do Gondwana Ocidental ao final do Ediacarano.

A caracterização geoquímica juntamente com dados isotópicos são ferramentas importantes que auxiliam na interpretação de eventos tectônicos. Esse trabalho tem por objetivo a realização de um estudo dos granitos e ortognaisses que afloram no Cinturão Kaoko para obter informações a respeito dos seus respectivos ambientes formadores. A partir dessa caracterização será efetuada a comparação desse magmatismo com as suítes graníticas presentes no Cinturão Dom Feliciano.

A colisão dos cratons do Congo, Kalahari e Rio de La Plata ainda suscita discussões. A realização de um estudo comparativo entre unidades se mostra importante para ajudar na interpretação desses eventos tectônicos.

OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivo realizar uma caracterização geoquímica e isotópica dos granitos que afloram nos três domínios do Cinturão Kaoko, sendo eles núcleos de embasamento ou corpos intrusivos. Para essas amostras priorizou-se a análise da composição química e petrogenética desse magmatismo visando definir o

contexto tectônico gerador dessas rochas e utilizar essa informação para comparação com unidades correlatas do Cinturão Dom Feliciano. Assim espera-se obter resultados importantes que auxiliem na interpretação da evolução tectônica das unidades estudadas, situadas no contexto do Gondwana Ocidental por volta de 580 Ma.

MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras a serem analisadas foram previamente coletadas em duas campanhas de campo; a primeira expedição ocorreu em Setembro de 2008, ao longo de todo Cinturão Kaoko, realizada pelos professores Miguel A S Basei e Oswaldo Siga Jr; em Março de 2011, novas amostras foram coletadas na segunda expedição de campo realizada pelo professor Miguel A S Basei, esta ocorreu apenas em uma região do Domínio Ocidental do Cinturão Kaoko conhecida como “Skeleton Coast”.

Tanto as análises geoquímicas quanto as análises isotópicas foram realizadas em rocha total, assim os dados de concentração obtidos são dão uma ideia da composição global da rocha.

As amostras coletadas foram devidamente preparadas no Laboratório de Preparação e Separação de Amostras do CPGeo-USP. Inicialmente, elas foram quebradas com martelo selecionando assim as porções menos alteradas pelo intemperismo, posteriormente foram britadas em pilão, resultando em fragmentos de no máximo 1,0 cm. Por fim, estes fragmentos foram moídos em moinho de bolas de ágata até a fração argila.

Parte das análises geoquímicas de elementos maiores, elementos-traço e terras raras foram realizadas no ACME Analytical Laboratories LTD. em Vancouver, no Canadá, pelo método do plasma induzido (ICP). Outro conjunto de amostras foi analisado no Laboratório de Química do IGc USP, os elementos maiores foram analisados pelo método de Fluorescência de Raios-X (FRX) os elementos terras raras foram analisados pelo método de plasma induzido (ICP). Submeteu-se de parte do mesmo pó das amostras para a realização dos estudos isotópicos.

Após a obtenção dos resultados geoquímicos, para análise realizada em rocha total, privilegia-se a utilização dos elementos maiores para classificação químicas das rochas graníticas e a utilização de elementos-traço e ETR para construção de diagramas discriminantes de ambientes tectônicos.

Os elementos maiores, mais abundantes no planeta, não são utilizados na construção de diagramas discriminantes para ambiente tectônico porque as concentrações dos mesmos, na composição total de rocha, sofrem grandes alterações em processos

geológicos como: metamorfismo, intemperismo, erosão e diagênese. Para tal utiliza-se elementos-traço e ETR que não tem suas concentrações significativamente afetadas durante os mesmos processos.

Nos laboratórios do Centro de Pesquisas Geocronológicas (CPGeo) da USP foram realizadas as análises isotópicas em rocha total pelos métodos Sm-Nd, Rb-Sr e Pb-Pb. Como as concentrações dos elementos Sr, Nd, Rb, Sr e Pb foram obtidos nas análises geoquímicas, apenas as dosagens das razões isotópicas destes elementos tiveram de ser feitas. Estas análises obedeceram à rotina experimental dos laboratórios do CPGeo-USP que segue na tabela abaixo:

Procedimento analítico Pb-Pb em Rocha Total	Procedimento Analítico Sm-Nd e Rb-Sr em Rocha total
Pesar de 100 mg de amostra	Pesar de 100 mg de amostra
Dissolver a amostra em bombas de teflon contendo 3 ml de HF conc. + 1ml de HNO ₃ conc.	Dissolver a amostra em bombas de teflon contendo 3 ml de HF conc. + 1ml de HNO ₃ conc.
Deixar esse material em aquecimento a 100 oC por 3 dias	Colocar a solução em ultrassom por, aproximadamente
Evaporar solução	Deixar esse material em aquecimento a 100 oC por 3
Adicionar 6 ml de HCl 6 N	Evaporar solução
Deixar em aquecimento a 100 oC por uma noite	Adicionar 6 ml de HCl 6 N
Evaporar solução	Deixar em aquecimento a 100 oC por uma noite
Adicionar ~ 1ml de HBr 0,7 N	Evaporar solução
Coluna Biorad modificada 2 vezes	Adicionar 1ml de HCl 2,62N
Adicionar 10 uL de H ₃ PO ₄ 0,25 M	Coluna de troca iônica 2 vezes
Evaporar	Evaporar
Espectrometria de massa	Espectrometria de massa

Tabela 1- Tabela 1 procedimento analítico Pb-Pb, Sm-Nd e Rb-Sr em rocha total

A escolha do método Rb-Sr se mostra interessante já que o Rb possui ciclo geoquímico similar ao do K, ao passo que o Sr possui o ciclo similar ao Ca assim as rochas da crosta superior têm uma razão Rb/Sr maior que as rochas da crosta inferior e do manto. A crosta é mais enriquecida em Nd que o manto isso ocorre devido a processos de diferenciação magmática e fusão parcial do manto. Desta forma, a utilização combinada destas metodologias e dos parâmetros de ϵ_{Sr} e ϵ_{Nd} confere grande poder interpretativo tanto para finalidades petrogenéticas quanto sobre os ambientes tectônicos formadores das rochas em questão.

Foram analisadas 54 amostras de rochas graníticas distribuídas entre os diferentes domínios tectônicos, as análises foram financiadas por projetos de iniciação científica realizados nos últimos dois anos, mantenedora FAPESP.

De posse dos dados geoquímicos e isotópicos os softwares Exel e GCDKit 3.0 foram utilizados para cálculos, confecção dos gráficos e dos diagramas utilizados para as análises.

Um grupo de 14 amostras foi selecionado para confecção de lâminas petrográficas. O trabalho petrográfico preliminar visa caracterizar algumas amostras coletadas, dentre elas

temos granitos e gnaisses ortoderivados que são o foco do trabalho. As rochas foram analisadas de acordo com o domínio litoestratigráfico ao qual pertencem.

GEOLOGIA REGIONAL

Cinturão Kaoko

O Cinturão Kaoko e o Cinturão Damara se localizam na Namíbia no sudoeste do continente africano, o Kaoko desenvolve-se paralelo à costa noroeste perpendicular ao

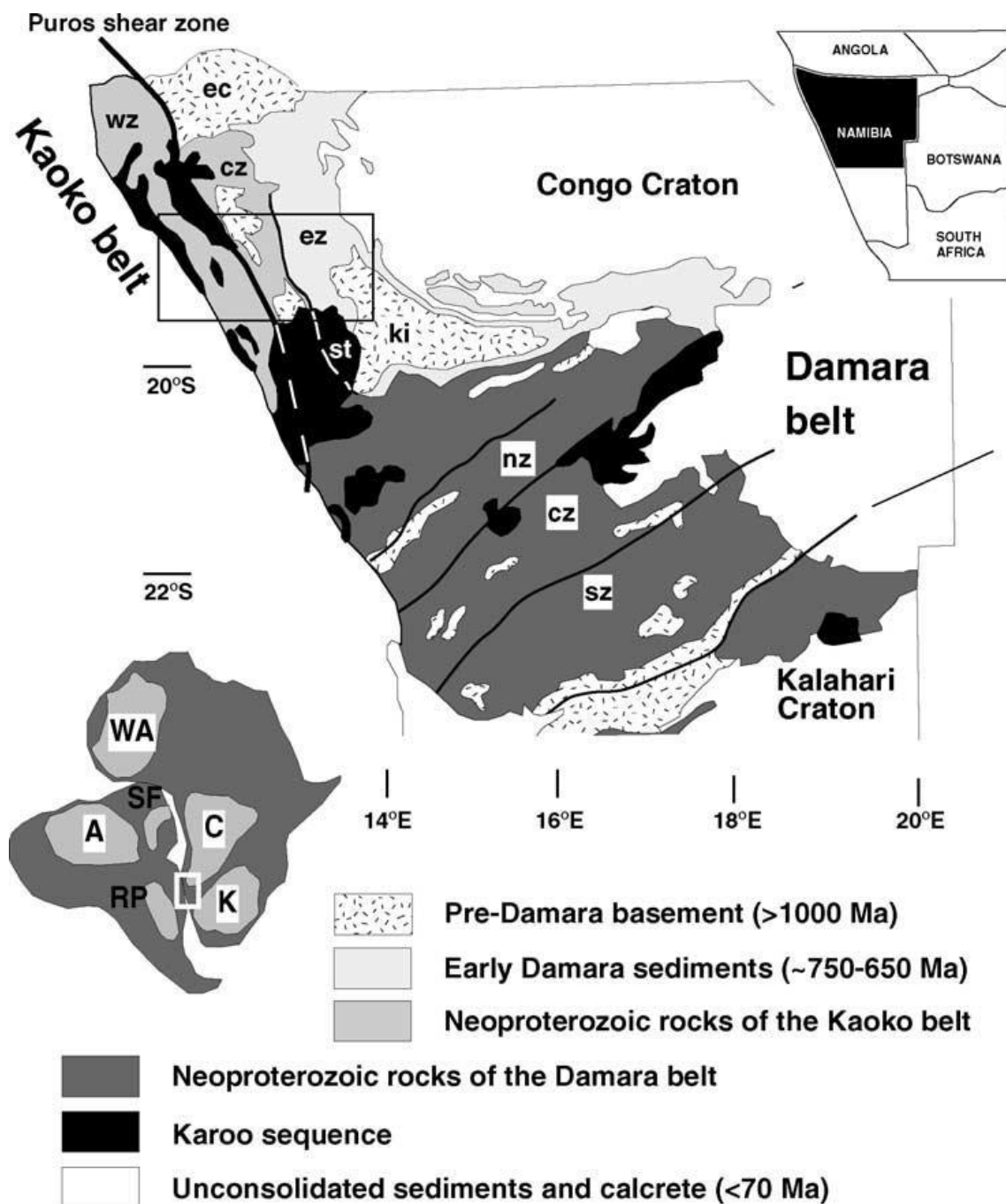


Figura 1- Mapa geológico esquemático do norte da Namíbia. Unidades Tectônicas do Cinturão Kaoko (ki embasamento Kalamnjab; ez Domínio Leste; cz Domínio central; wz Domínio Oeste) Unidades Tectônicas do Cinturão Damara (nz Domínio Norte; cz domínio Central; sz Domínio Sul), C Craton do Congo; K Craton do Kalahari; SF Craton do São Francisco; RP craton do Rio d ela Plata; WA Craton do Oeste Africano; A Craton do Amazonas. (simplificado de Konopásek et al. 2005)

Damara que se desenvolve ao sul (figura 1) entre os cratons Kalahari e Congo. Ambos os cinturões são ramos importantes do Sistema orogênico Damara que se desenvolveu como resultado da colisão Neoproterozóica (Pan-Africano) entre os cratons do Congo e do Kalahari na África e o Craton do Rio de La Plata na América do Sul, o Cinturão Kaoko desenvolveu-se na margem sudoeste do Craton do Congo (Frimmel et al. 2011, Konopàsek et al. 2005).

O Cinturão Kaoko é um típico exemplo de um orógeno transpressional resultante de uma colisão oblíqua. Apresenta duas grandes zonas de cisalhamento que se estendem na direção aproximada N-S, estas por sua vez mostram movimentação relativa dextral (correspondem aos limites dos domínios internos em que o Kaoko).

Os três domínios tectonoestratigráficos resultantes da deformação e do metamorfismo Pan-Africano (Miller 1983, apud Frimmel et al. 2011), na direção E-W são: Domínio Leste, Domínio Central e Domínio Oeste. (figura 2).

Domínio Oriental

O Domínio Leste, também conhecido como Domínio Oriental, se estende entre borda oeste do Craton do Congo e a Zona de Cisalhamento de Sesfontein, caracteriza-se por ser uma plataforma dominada por depósitos carbonáticos e bacias molássicas de foreland, de idade neoproterozóica, metamorfisada em baixo grau que recobre a borda do Craton do Congo.

O Domínio leste é considerado uma continuação da porção norte do Cinturão Damara. Contudo uma ingressão marinha anterior a 750 Ma está registrada por uma sucessão carbonática com várias sequências contendo desde ritmitos pelíticos marinhos de águas profundas até carbonatos de águas rasas estromatolíticos, definindo o Subgrupo Ombombo localizado acima da sucessão siliciclástica do grupo Noisb (figura 3a) e abaixo dos diamictitos da Formação Chuos (Hoffman et al. 1998).

Pertencente ao Domínio Oriental está o embasamento Kalamanjab (figura 3b) que consiste de uma associação granitos, orto e paragneisses em fácies anfibolito, pertencentes ao Complexo Huab e metavulcanicas metassedimentares do Grupo Khoabendus (Seth et al. 1998). As idades dos granitos e ortogneisses variam entre 1662 e 1860 Ma (Burger and Coetze, 1973; Burger et al. 1973; Tebtemeyer and Kröner 1985; apud Frimmel 2011).

O limite entre o Domínio Oriental e o Domínio Central é definido pela Zona de cisalhamento de Sesfontein. Trata-se de uma falha de empurrão com baixo mergulho para oeste que se formou no final da orogenia Pan-Africana (Gascombe et al. 2003b). O Domínio Central se estende até a zona de cisalhamento de Purros, seu limite oeste.

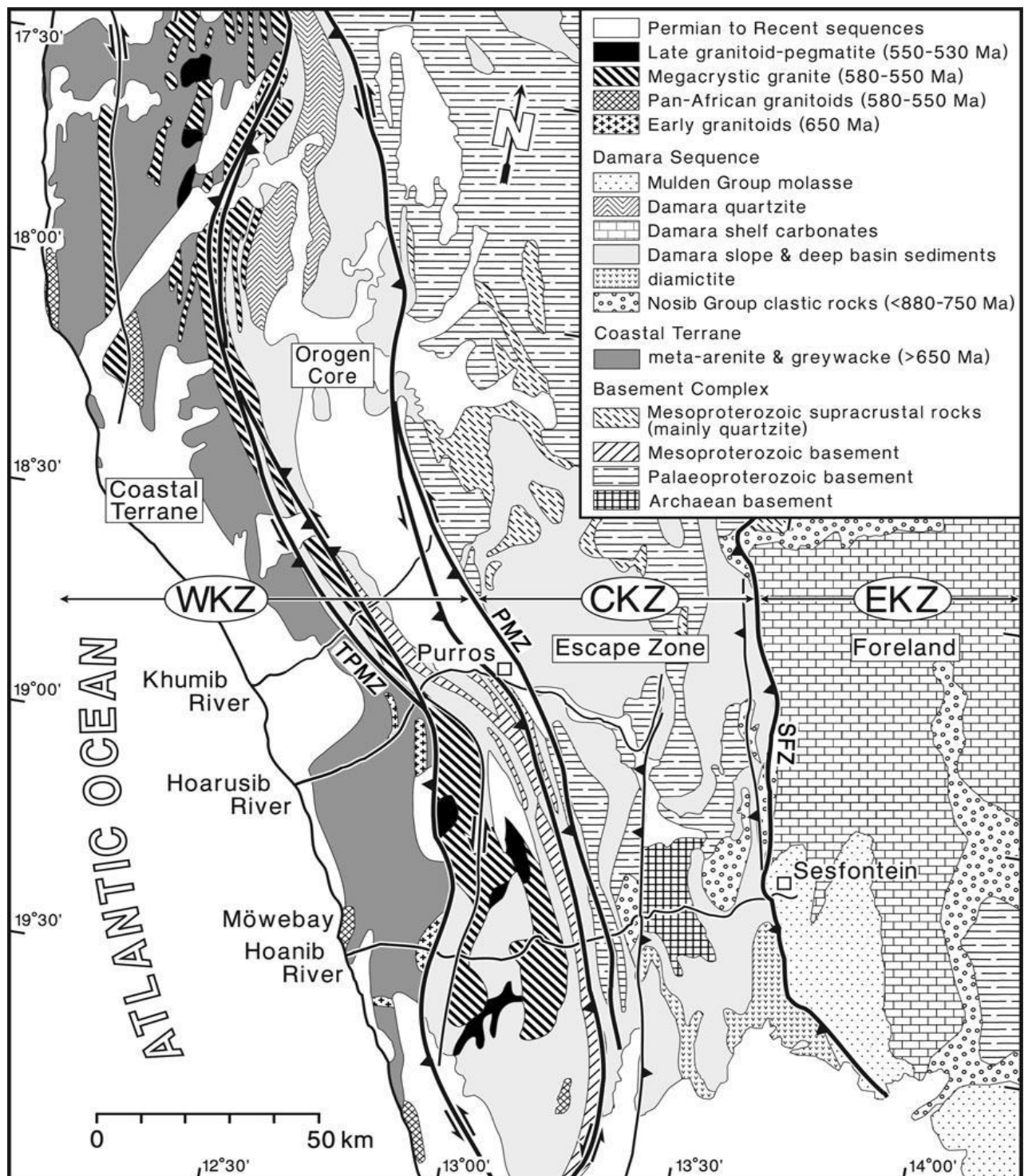


Figura 2- Mapa Geológico simplificado do Cinturão Kaoko e seus domínios tectonoestratigráficos EKZ Domínio Leste; CKZ, Domínio Central; WKZ Domínio Oeste (simplificado de Frimmel et al. 2011)

Domínio Central

O Domínio Central consiste em exposições de um embasamento gnáissico Arqueano-Paleoproterozóico (figura 3c) que localmente são cortados por granitoides gnáissicos de idade Paleo-Mesoproterozoica. A cobertura supracrustal é formada por

metapelitos e metapsamitos (Seth et al. 1998). O metamorfismo na região foi definido como sendo tipicamente barroviano aumentando de leste para oeste, começa em facies xisto verde baixo e chega a facies anfibolito superior (Gascombe et al. 2003b; Will et al. 2004). Associado ao Domínio Central encontra-se o embasamento Marien Fluss (figura 3d).



Figura 3 - a) Amostra NABR-10 arenito pertencente ao Domínio Oriental b) Ortogneisse pertencente ao Kalamanjab c) granitoide NABR-60 d) granito deformado referente ao ponto NABR – 47 embasamento Marien Fluss e) Domínio Ocidental próximo à Zona de Cisalhamento Three Palm f) migmatito referente ao ponto NABR – 35a

Tanto o embasamento quanto as supracrustais evidenciam uma fábrica de formas desenvolvida durante eventos transpressivos sinistrais com orientação NE e dobras fechadas associadas à cavalgamentos com vergência para leste (Will et al. 2004) provavelmente associados à zona de cisalhamento de Purros.

A zona de cisalhamento de Purros é constituída de milonitos e ultramilonitos de metassedimentos, apresenta uma geometria em flor positiva característica de regimes transpressivos, nesse caso sinistral. Purros é um importante limite estrutural e metamórfico do Cinturão Kaoko, a leste se encontra o Domínio Central com um metamorfismo tipicamente barroviiano, a oeste se encontra o Domínio Ocidental com uma associação mineral típica de baixas pressões, silimanita e cordierita (Gruner 2000; Gascombe et al. 2003b) e fácies variando entre anfibolito superior a granulito. A fábrica subvertical no interior da zona de cisalhamento indica um contato entre as unidades Central e Ocidental em alta temperatura (Konopàsek et al. 2005).

Domínio Oriental

O Domínio Oeste, também conhecido como Domínio Ocidental, corresponde à faixa litorânea do Cinturão Kaoko e é formado por migmatitos, granitoides Neoproterozóicos e lascas de embasamento Paleoproterozóico (Konopàsek et al. 2008). Apresenta idades SIMS U-Pb em zircão entre 840-805 Ma para rochas félsicas de suítes metavulcânicas bimodais, interpretando-as com idades do vulcanismo da fase rift. Todas as rochas do Kaoko Ocidental estão afetadas por um intenso cisalhamento sinistral e dobramentos isoclinais (Goscombe et al. 2003a)

A oeste da Zona de Cisalhamento de Purros temos a Zona de Cisalhamento de “Three Palm”, TPMZ, que marca uma divisão interna do Domínio Ocidental, a oeste dessa zona de milonitos temos o “Skeleton Coast”, trata-se de um terreno constituído na sua maioria por granitos com uma geoquímica distinta dos demais aflorantes no Kaoko.

A TPMZ não contém evidências de complexos ofiolíticos, também não há rochas com paragênese metamórfica de alta pressão correspondente a fácies eclogito ou xisto azul, por isso não é considerada uma zona de sutura (Gascombe and Gray 2007).

Somente na região mais a oeste de TPMZ, ao longo da costa Atlântica, ocorrem granitoides calci-alcalinos do tipo I com idades variando entre 650-630 Ma e evidências de um metamorfismo de alto grau precoce (Seth et al. 1998; Franz et al. 1999; Konopàsek et al. 2008) que não ocorre em nenhuma outra região do sudoeste africano (Goscombe and Gray 2007). Isso levou a considerar o Domínio Oeste como um terreno exótico “Coastal Terrene”. O reconhecimento desse terreno exótico próximo à costa é de suma importância para

reconstrução geodinâmica do Gondwana Ocidental, entretanto o exato limite desse bloco ainda é impreciso (Frimmel et al. 2010).

Skeleton Coast

O “Skeleton Coast” é uma mistura complexa de gnaisses supracrustais na fácies anfibolito superior e complexos metaígneos (figura 3e; figura 3f). Os gnaisses supracrustais apresentam valores de ϵNd variando entre -6,1 e -4,1 e -1,8 e +1,1 apresentam idades modelo $Nd_{(TDM)}$ de 600 Ma. indicando fontes de idade Neoproterozóica. Distintas das outras rochas supracrustais que afloram no Cinturão Kaoko, estas apresentam fontes Neoproterozóicas com idades modelo acima de 650 Ma (Gascombe et al. 2007). Em Contraste com o Cinturão Kaoko são observados dois ciclos metamórficos no “Skeleton Coast” (Gascombe et al. 2003a).

Uma parte menor mas significativa do “Skeleton Coast” corresponde a um granito tipo S intrusivo aos granitos tipo I e gnaisses e migmatitos, esse granito forma corpos lenticulares de escala kilométrica a decimétrica, se encaixou durante a orogenia transpressional (Seth et al. 1998). Esse granito tipo S não está metamorfoisado e também é intrusivo em outras porções do Domínio Ocidental.

Três fases orogênicas distintas são identificadas no Cinturão Kaoko. Há um evento inicial que ocorreu entre 650-630 Ma caracterizado por uma alta temperatura e baixa pressão registrado somente na porção oeste do cinturão, entre 580-550 Ma tivemos uma fase transpressional cujo metamorfismo de alto grau decresce para leste, por fim temos uma fase em que há uma regressão das condições de metamorfismo que ocorreu entre 540-510 Ma (Konopàsek et al. 2005) sendo que os últimos dois eventos afetam o cinturão como um todo.

Granitos tipo S, pós-deformação associada à primeira fase orogênica, mas cisalhados ocorrem em todo Domínio Oeste com idades variando entre 580-550 Ma (Seth et al. 1998; Goscombe et al. 2005; Konopàsek et al. 2008). Dioritos pós-tectônicos com 541 ± 18 Ma da porção sul do Domínio Ocidental marcam o final da deformação D2 nessa área (Miller 2008) e são seguidos por granitoides fracamente foliados a isótopos com idade de 540 ± 3 Ma (Van de Filderdt et al. 2003).

A área de coleta de amostras abrange os três domínios e os respectivos núcleos de embasamento, uma coleta especial foi realizada na região denominada “Skeleton Coast”.

A sequência de rochas metavulcanossedimentares presentes desde a região sul litorânea do Estado de Santa Catarina ate o Uruguai, sendo em grande parte recoberto por sedimentos da Bacia do Paraná, foi definida como Cinturão Dom Feliciano por Fragoso Cesar (1980). Este cinturão de dobramentos corresponde a uma faixa de direção N-S com

cerca de 1200 km de extensão e largura média de 150 km. No limite norte tem-se o embasamento gnaissico-migmatítico representado pela Microplaca Luis Alves e, na parte centro-sul, pelo Craton Rio de La Plata. A oeste tem-se os sedimentos da Bacia do Paraná. O Cinturão Dom Feliciano é a mais provável unidade cronocorrelata do Cinturão Kaoko.

Cinturão Dom Feliciano

Assim como o Cinturão Kaoko, o Cinturão Dom Feliciano é dividido em três faixas de direção aproximada NE-SW descontinuas devido a cobertura dos sedimentos da Bacia do Paraná, estas apresentam características litológicas distintas entre si. Tais faixas afloram nos Estados brasileiros de Santa Catarina e Rio Grande do Sul e no Uruguai. Tem-se a faixa litorânea granítica-migmatítica, a faixa central de rochas metavulcanossedimentares de baixo a médio grau metamórfico e a faixa noroeste de sedimentos anquimetamórficos (Basei et al. 2000, 2008). Os contatos entre estes segmentos são tectônicos.

O Cinturão Granitoide corresponde à faixa leste (litorânea) do Dom Feliciano. Em Santa Catarina é representado pelo Batólito Florianópolis. Seus correlatos no Rio Grande do Sul e no Uruguai são os batólitos Pelotas e Águia, respectivamente. A faixa central corresponde a sequência de rochas metavulcanossedimentares do Grupo Brusque em Santa Catarina, do Grupo Porongos no Rio Grande do Sul e do Grupo Lavalleya no Uruguai. Na porção noroeste do Dom Feliciano tem-se o domínio de bacias sedimentares paleozoicas pouco deformadas: Itajaí em Santa Catarina, Camacua no Rio Grande do Sul e El Soldado-Piriápolis no Uruguai.

Fragoso Cesar (1980) propôs um modelo de evolução tectônica para o Cinturão Dom Feliciano baseado em um único ciclo orogênico brasileiro associado a um processo de subducção com placa litosférica oceânica mergulhando para oeste. Silva (1991) sugeriu uma evolução com ciclos de extensão e rifteamento crustal. Basei et al (2000, 2005 e 2008) corrobora o modelo de evolução policíclica de terrenos do Dom Feliciano gerados ou intensamente retrabalhados durante o ciclo orogênico Brasileiro no Neoproterozóico sob a ação das orogêneses Brasileira (900-620Ma) e Rio Doce (620-530Ma). Este ciclo estaria relacionado aos eventos tectônicos que levaram a formação do Gondwana Ocidental.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As atividades propostas no trabalho transcorreram dentro dos prazos com poucos atrasos. Realizar um trabalho de iniciação científica na mesma área nos últimos dois anos facilitou a obtenção de dados e colaborou para evitar atrasos no processo.

O trabalho tem como foco a caracterização geoquímica e isotópica dos gnaisses ortoderivados e granitos do Cinturão Kaoko. As análises foram realizadas para um total de 54 amostras representativas das unidades. Destas amostras um conjunto de 14 foi escolhido para a caracterização petrográfica preliminar.

A divisão sistemática das amostras em distintos grupos visa facilitar a apresentação e a interpretação dos resultados obtidos. O conjunto de amostras coletadas foi repartido de acordo com o critério espacial, as amostras foram alocadas em grupos correspondentes aos domínios tectonoestratigráficos aos quais pertencem (as amostras coletadas na região conhecida como “Skeleton Coast” estão em um grupo distinto). O mapa de pontos assim como as coordenadas dos mesmos encontram-se nos apêndices.

Petrografia

Embasamento Kalamanjab

O Kalamanjab em um embasamento formado por granitos e ortognaisses, suas maiores exposições se localizam no Domínio Oriental próximo a borda do Craton do Congo. Em campo também foram descritos anfibolitos como pertencentes a esse embasamento.

A amostra NABR-54 localizada na porção norte do Domínio Oriental corresponde a um biotita gnaiss ortoderivado cujo provável protólito corresponde a um biotita granito.

Rocha ortoderivada com uma composição monzogranítica apresenta estrutura foliada com um bandamento composicional subcentimétrico alternando bandas de composição quartzo-feldspática com bandas micáceas compostas essencialmente por biotita.

A rocha apresenta granulometria média com cristais medindo 0,5 mm microscopicamente a rocha apresenta textura granoblástica com bandamento controlado pelas bandas de quartzo e feldspatos.

O quartzo ocorre como cristais anhédricos apresentando extinção ondulante e contato lobado, trazem evidências de processos de recristalização dinâmica ocorre a formação de *bulging* e rotação de sub-grão.

O plagioclásio ocorre em cristais subhedricos com hábito tabular apresentando geminação polissintética, o contato entre os cristais é irregular, alguns apresentam a formação de muscovita nas bordas, principalmente no contato com os feldspatos alcalinos. O feldspato alcalino apresenta cristais com contato irregular, a maioria apresenta substituição por muscovita, a geminação e grade é evidente e por tanto temos microclínio na

composição da rocha. A apatita aparece em cristais euhedricos com bordas arredondadas com aproximadamente 0,05 mm.

A biotita por sua vez aparece em cristais alongados segundo a foliação da rocha definindo os leitos lepidoblásticos. Os cristais apresentam pleocroísmo em tons castanhos, variando do amarelo ao marrom. A maioria dos cristais apresenta as bordas substituídas por clorita, em alguns casos a substituição é total. Os halos pleocróicos são evidências da presença de zircões e monazitas.

Associado aos leitos lepidoblásticos ocorrem epidotos em cristais amorfos com bordas arredondadas e hábito não definido, os cristais não apresentam orientação preferencial e sobrecrecem sobre uma trama já existente, tais evidências texturais nos indicam que esses minerais não são primários e provavelmente resultam da percolação de fluidos enriquecidos em cálcio.

As características texturais do quartzo, a substituição da biotita e a geração de muscovita e quartzo a partir da quebra do feldspato alcalino são evidências de que a rocha chegou a atingir condições de temperatura e pressão correspondentes a fácies xisto verde.

As descrições de campo regionais indicam que a maior parte das rochas que constituem o embasamento são biotitas granitos em diferentes graus de deformação.

Embasamento Marien Fluss

O embasamento Marien Fluss aflora na porção norte do Domínio Central, constituído por granitos e ortognaisses este embasamento apresenta características químicas distintas do embasamento Kalamanyab.

Formado por rochas graníticas com composições ora mais enriquecidas em alumínio (peraluminosas), ora mais enriquecidas em álcalis e cálcio (metaluminosas) estas podem apresentar intensa deformação.

Dentre as amostras coletadas a NABR-47 é representativa de um núcleo do embasamento Marien Fluss deformado. A rocha apresenta estrutura bandada inequigranular média com cristais atingindo 0,8 mm. As bandas de espessura milimétrica, 4,0 mm aproximadamente, são compostas por quartzo, plagioclásio e feldspato alcalino em textura granoblástica e controlam a estrutura geral da rocha; estas bandas por sua vez se alternam com bandas enriquecidas em minerais acessórios, com espessura aproximada de 0,5 mm são compostas por biotitas, opacos, titanitas, hornblendas e epidotos.

Macroscopicamente é possível observar uma textura milonítica que em lâmina não é tão evidente. Microscopicamente é possível observar que o quartzo ocorre em cristais

estirados, alongados, segundo a foliação principal da rocha chegando a formar *ribbons*, os cristais apresentam extinção ondulante, contato lobado e rotação de subgrão trazendo em si evidências de processos de recristalização dinâmica.

O plagioclásio e o feldspato alcalino apresentam cristais anhedricos com contato lobado e hábito tabular, estes estão alongados segundo a foliação. Ambos apresentam bordas cominuídas, pode ocorrer a formação de lamelas de exsolução, pertitas.

A rocha apresenta duas gerações de biotita, um de origem ígnea e outra tardia, as biotitas de origem ígnea apresentam pleocroísmo em tons castanhos que variam do amarelo ao marro, os cristais são euhedricos e alongados segundo a foliação da rocha; a geração tardia de biotita sobrecrece a primeira e apresenta uma coloração verde-escuro com um pleocroísmo leve. Halos pleocroicos evidenciam a presença de monazita ou zircão. Alguns cristais apresentam a borda substituída por cloritas outros estão totalmente substituídos.

Há a ocorrência de cristais reliquias de hornblenda, estes por sua vez aparecem com as bordas corroídas e alongado segundo a foliação geralmente associado a plagioclásios; a substituição parcial por epidotos e clorita é comum. Tais características texturais nos indicam que a hornblenda foi consumida ao longo do processo de deformação.

A titanita ocorre na forma de cristais euhedricos em textura coronítica com opacos associado às biotitas e hornblendas. As apatitas dispersas na lâmina apresentam cristais bem formados com hábito prismático.

Os epidotos aparecem em cristais que substituem minerais da foliação, os cristais não apresentam hábito definido e não estão bem formados, provavelmente se originaram de fluidos enriquecidos em cálcio.

Trata-se de um hornblenda biotita ortognaisse cujo protólito é um provável monzogranito metaluminoso que tinha biotita e hornblenda como acessórios.

As variações composicionais presentes no Marien Fluss também foram observadas em lâmina, a rocha mais comum descrita nesse embasamento é um biotita gnaiss representado pela amostra NABR-46.

A rocha inequigranular porfiroclástica apresenta um bandamento gnaissco alternando bandas milimétricas compostas por quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio; com bandas compostas por biotitas. Macroscopicamente a textura milonítica é evidente, é possível observar porfiroclastos de feldspato alcalino esses cristais chegam a medir 6,0 mm.

A foliação da rocha é definida pelas bandas granoblásticas onde os cristais atingem em média 0,5 mm. Microscopicamente observa-se que o quartzo ocorre que apresentam

extinção ondulante e contato lobado, os cristais estão alongados segundo a foliação chegando a formar *ribons*.

O plagioclásio ocorre juntamente com o quartzo nessas bandas granoblásticas, é encontrado em cristais euhedricos a subhedricos com hábito tabular e contatos lobados, apresenta geminação polissintética e está pouco alterado. O feldspato alcalino pode ser encontrado na matriz mas principalmente nos cristais de porfiroclastos, estes apresentam bordas cominuídas e na maioria se formam lamelas de exsolução, pertitas.

A biotita ocorre na forma de cristais alongados de acordo com a foliação, apresenta pleocroísmo forte em tons acastanhados. Definem leitos lepidoblásticos descontínuos, o total de biotita nessas rochas raramente ultrapassa os 8,0 %. Associados a esses leitos temos a ocorrência de opacos, raramente se encontra titanita, esta quando ocorre está associada aos opacos.

Leitos de epidotos são comuns, neles o mineral é encontrado em cristais com anhedricos de hábito não definido sobrecrecendo a foliação da rocha. Cristalização resultante da percolação de fluidos enriquecidos em cálcio.

As biotitas gnaisses tendem a apresentar protolitos de composição sienogranítico e ligeiramente mais enriquecida em álcalis, mas não é encontrada mineralogia evidente de um granito peraluminoso. A presença de porfiroclastos nos faz crer que o provável protólito apresentava textura porfirítica.

Domínio Ocidental

No Domínio Ocidental aflora uma diversidade de corpos graníticos que reflete nas variações encontradas em campo e discutidas na petrografia. Assim como os embasamentos tais corpos podem estar deformados. Mesmo com as variações texturais e composicionais encontradas o caráter peraluminoso é marcante e observado na grande maioria das rochas.

Dadas as anotações de campo, a rocha mais comum encontrada nesse domínio é um biotita sienogranito descrito nas amostras NABR-26b, NABR-28 e NABR-39b. A rocha apresenta estrutura maciça com textura grossa, com os cristais medindo entre 4,0 mm e 8,0 mm. Leucocrática apresenta índice de cor por volta de 6%. Apresenta quartzo em cristais subhedricos com extinção ondulante, estes apresentam contato lobado e rotação de subgrão nas bordas do cristal.

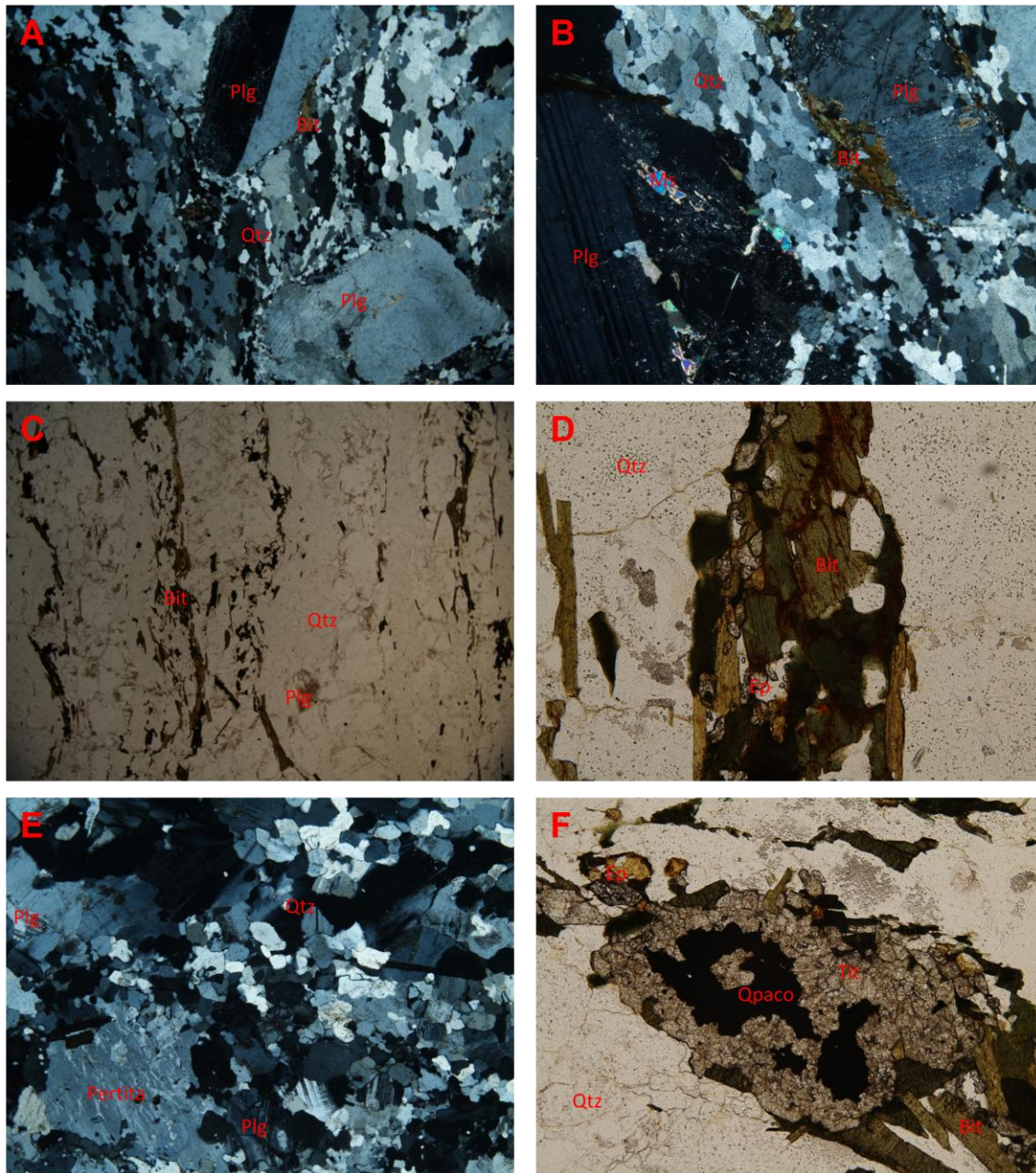


Figura 4 - a) amostra NABR-39b textura geral da rocha com polarizadores cruzados objetiva 1.25x, megacristais de plagioclásio e matriz granoblástica de quartzo b) amostra NABR-39b observação com polarizadores cruzados, objetiva 4.0x, detalhe da muscovita hidrotermal, biotita preferencialmente nas bordas dos feldspatos, plagioclásio saussuretizado c) amostra NABR-47 textura geral da rocha com polarizadores paralelos, objetiva 1.25x, biotitas e plagioclásios levemente alterados, bandamento composicional d) amostra NABR-47, observação com polarizadores cruzados, objetiva 4.0x, detalhe das bandas lepidoblásticas, associação de minerais máficos, duas gerações de biotita, epidoto tardio e) amostra NABR-47 observações com polarizadores cruzados, objetiva de 4.0x, textura das bandas granoblásticas, pertitas f) amostra NABR-47 observação com polarizadores descruzados em objetiva de 10.0x, biotitas associada a titanita formando textura coronítica com opacos. Especificações: Microscópio Petrográfico Olympus BX 50 – Câmera digital Olympus E 330 – Objetiva 1.25x Lado maior: 12.0 mm – Lado menor: 9.0 mm; Objetiva 4x lado maior: 3.5 mm - Lado menor 2.7 mm; Objetiva 10x Lado maior 1.50 mm – Lado menor 1.18 mm; Objetiva 50x Lado maior 0.290 mm – Lado menor 0.215 mm.

A rocha apresenta estrutura maciça com textura grossa, com os cristais medindo entre 4,0 mm e 8,0 mm. Leucocrática apresenta índice de cor por volta de 6%. Apresenta quartzo em cristais subhedricos com extinção ondulante e contato lobado com rotação de subgrão nas bordas do cristal.

O plagioclásio aparece em megacristais subhedricos com o contato irregular, apresenta geminação polissintética e pode apresentar extinção ondulante ou extinção em “tabuleiro de xadrez”. Os plagioclásios estão saussuretizados com alteração mais intensa no núcleo do cristal, geralmente mais calcico. O feldspato alcalino encontrado comumente é o microclínio que apresenta a típica geminação em grade em cristais subhedricos. Apresenta contato lobado com o quartzo podendo ocorrer a formação de mirmequitas.

A biotita ocorre em cristais euhedricos com hábito placoide, comumente apresentam halos pleocroicos e substituição de cloritas nas bordas. Os opacos ocorrem geralmente associados às biotitas.

As apatitas são cristais euhedricos com as bordas arredondadas, podendo estar parcialmente ou totalmente inclusas em algumas biotitas.

A muscovita tardia aparece nas bordas dos cristais de feldspato alcalino e não faz parte da mineralogia primária da rocha assim como os epidotos que quando encontrados não apresentam hábito bem definido e sobrecrecem a trama da rocha.

Localmente ocorrem algumas variações composicionais como é o caso da amostra NABR-33. Rocha texturalmente similar às amostras já descritas apresenta IC ligeiramente mais alto, próximo a 8% e composição monzogranítica. A presença de titanita como mineral acessório mesmo em proporções baixas indica uma composição ligeiramente mais enriquecida em cálcio.

Tais granitos apresentam deformação intensa e são prováveis protólitos para alguns ortognaisses encontrados na região, como é o caso da amostra NABR-39b. A amostra apresenta estrutura foliada com textura inequigranular porfiroclástica. Os porfiroclastos de plagioclásio e feldspato alcalino variam entre 4,0 mm e 10,0 mm a matriz granoblástica é composta essencialmente por quartzo.

Microscópicamente observa-se que o quartzo ocorre em cristais já recrystalizados que estão estirados segundo uma fabrica que define a foliação da rocha, os cristais apresentam extinção ondulante, contato lobado e rotação de subgrão. O quartzo é encontrado principalmente na matriz com cristais medindo aproximadamente 1,0 mm.

O plagioclásio é encontrado nos porfiroclastos, os cristais apresentam hábito tabular, bordas cominuídas e contato irregular com a matriz, apresentam geminação polissintética e carlsbad. Assim como o plagioclásio o feldspato alcalino também é encontrado nos porfiroclastos, os cristais tem o mesmo aspecto tabular e apresentam bordas cominuídas, alguns apresentam geminação carlsbad.

Alguns cristais de plagioclásio estão saussuritizados, esta alteração ocorre principalmente nas bordas, outra alteração que ocorre é a cristalização de carbonatos em microfraturas que ocorrem nos porfiroclastos. A formação de muscovita nas bordas dos feldspatos alcalinos é comum, tal muscovita se origina de reações de quebra do feldspato alcalino. A formação de muscovita pode indicar a presença de um fluido mais enriquecido em alumínio.

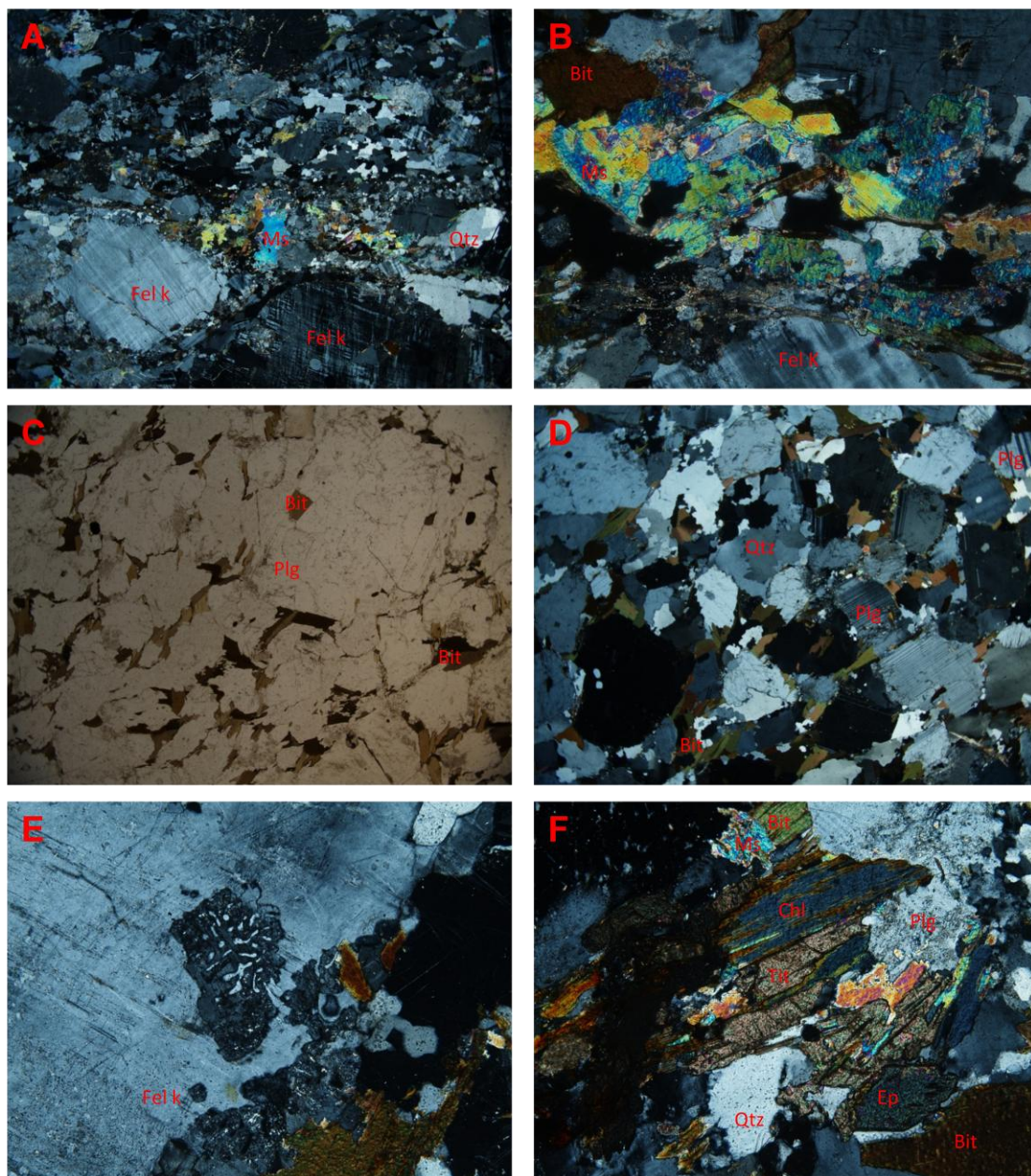


Figura 5 - a) amostra NABR-26b textura geral da rocha com polarizadores cruzados objetiva 1.25x, megacristais de microclínio e muscovita tardimagmática b) amostra NABR-26b sienogranito observação com polarizadores cruzados, objetiva 4.0x, detalhe da muscovita hidrotermal, alteração preferencial nas bordas dos feldspatos c) amostra NABR-33 textura geral da rocha com polarizadores paralelos, objetiva 1.25x, biotitas e plagioclásios levemente alterados d) amostra NABR-33 textura geral da rocha com polarizadores cruzados, objetiva 1.25x, rocha pouco deformada e) amostra NABR-33 mirmequita observada em objetiva de 4.0x f) amostra NABR-33 observação com polarizadores cruzados em objetiva de 10.0x, biotitas parcialmente substituídas por clorita, muscovita tardimagmática, plagioclásio alterado, titanita. Especificações: Microscópio Petrográfico Olympus BX 50 – Câmera digital Olympus E 330 – Objetiva 1.25x Lado maior: 12.0 mm – Lado menor: 9.0 mm; Objetiva 4x lado maior: 3.5 mm - Lado menor 2.7 mm; Objetiva 10x Lado maior 1.50 mm – Lado menor 1.18 mm; Objetiva 50x Lado maior 0.290 mm – Lado menor 0.215 mm.

A biotita ocorre em cristais anhedricos geralmente encontrados nas bordas dos porfiroclastos, apresentam contato irregular e estão levemente alterados. Provavelmente de origem ígnea trata-se de um mineral presente no protólito.

A apatita é um mineral acessório que ocorre em cristais euhedricos dispersos na matriz que por vezes podem estar associados às biotitas.

A substituição do feldspato por muscovita e a textura da matriz granoblástica nos indicam que essa rocha foi deformada em condições correspondentes a *fácies* xisto verde.

Outras composições mais enriquecidas em alumínio são encontradas no Domínio Ocidental o caráter peraluminoso mais evidente pode ser observado na amostra NABR-34. Trata-se de um granada biotita gnaiss, a rocha inequigranular grossa que apresenta um bandamento composicional, em amostra de mão é possível observar uma foliação milonítica.

Microscópicamente apresenta uma alternância de bandas com textura granoblástica com bandas lepidoblásticas descontínuas, porfiroclastos de feldspato alcalino, plagioclásio e granada são encontradas, esses cristais variam entre 2,0 mm e 8,0 mm.

O quartzo ocorre em cristais estirados segundo a foliação da rocha, há a formação de *ribbons*. O quartzo apresenta extinção ondulante, contato lobado com formação de *bulging* e rotação de subgrão nas bordas dos cristais, é encontrado nas bandas granoblásticas associado aos plagioclásios e feldspatos alcalinos.

O feldspato alcalino ocorre na forma de cristais subhedricos, apresentam as bordas arredondadas, cominuídas, com contatos irregulares, nas bordas ocorre a formação de uma muscovita muito fina.

Assim como o feldspato alcalino o plagioclásio também se encontra nos cristais de porfiroclastos, com bordas cominuidas e contatos irregulares, a maioria dos cristais apresenta o núcleo saussuritizado. Muscovitas finas se formam nas bordas e assim como as descritas nos feldspatos alcalinos essa geração ocorre tardiamente devido a provável percolação de fluidos.

A muscovita não aparece apenas como produto da percolação de fluidos. Aquelas formadas por cristais euhedricos, alongados segundo a foliação, associadas às bandas lepidoblásticas provavelmente são de origem ígnea. Essa geração de muscovitas difere texturalmente da geração tardia que apresenta cristais sobrecrecidos sobre uma rama já existente.

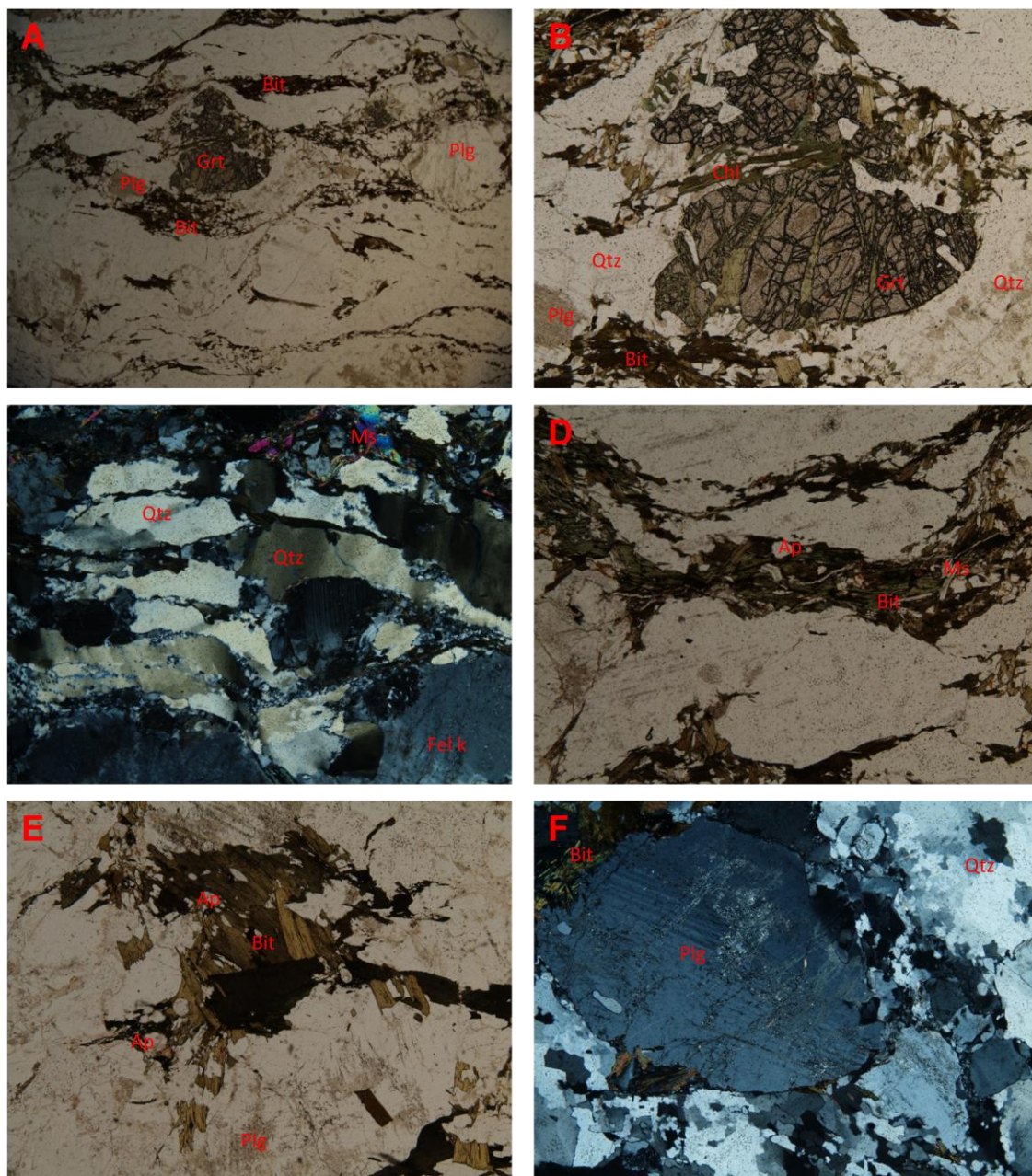


Figura 6 – a) amostra NABR-34, observação com polarizadores descruzados, observação realizada em objetiva de 1.25x, textura geral da rocha com foliação milonítica, bandamento composicional, porfiroclastos de plagioclásio e granada b) amostra NABR-34, observação com polarizadores paralelos em objetiva de 4.0x, porfiroclasto de granada substituído por pseudomorfos de biotita totalmente substituídos por clorita c) amostra NABR-34 observação realizada com polarizadores cruzados em objetiva de 4.0x, detalhe da matriz granoblástica apresentando quartzo com extinção ondulante formando *ribbons*, muscovita hidrotermal e plagioclásio levemente deformado d) amostra NABR-34, observação realizada em objetiva de 4.0x com polarizadores paralelos, detalhe das bandas lepidoblásticas formadas por muscovitas e biotitas com apatitas associadas e) amostra NABR-39a, observação realizada em objetiva de 4.0x com polarizadores paralelos, associação de máficos, biotitas e apatitas f) amostra NABR-34, observação realizada em objetiva de 4.0x com polarizadores cruzados, textura geral da rocha, plagioclásio levemente alterado e quartzo apresentando extinção ondulante e extinção em mosaico . Especificações: Microscópio Petrográfico Olympus BX 50 – Câmera digital Olympus E 330 – Objetiva 1.25x Lado maior: 12.0 mm – Lado menor: 9.0 mm; Objetiva 4x lado maior: 3.5 mm - Lado menor 2.7 mm; Objetiva 10x Lado maior 1.50 mm – Lado menor 1.18 mm; Objetiva 50x Lado maior 0.290 mm – Lado menor 0.215 mm.

As bandas lepidoblásticas tem como principal constituinte a biotita que ocorre na

forma de cristais euhedricos alongados segundo a foliação predominante na rocha. Alguns cristais apresentam apatitas inclusas, em outros é possível observar a presença de halos pleocroicos indicando a presença de zircões ou monazitas. A clorita ocorre substituindo total ou parcialmente os cristais de biotita, pseudomorfos são comuns.

A granada pré-cinemática aparece ocorre como porfiroclastos, esses cristais apresentam bordas arredondas frequentemente com inclusões de apatitas e microfraturas totalmente substituídas por pseudomorfos de biotita. Os cristais estão rotacionados, é possível observar as zonas de alívio de pressão onde ocorre a recristalização de quartzo, é comum encontrar cristais manteados por biotita. Os cristais atingem até 8,0 mm e estão presentes na mineralogia do protólito da rocha.

A presença de granada e muscovita no protólito mostra um caráter peraluminoso mais evidente, granadas foram descritas em campo em porções menos deformadas. A substituição de granada por biotita (e posteriormente clorita) e os aspectos texturais do quartzo nos indicam que tal granito foi metamorfoisado em condições análogas a *fácies* xisto verde.

Skeleton Coast

Mesmo pertencendo ao Domínio Ocidental essa região conhecida como Skeleton Coast apresenta um magmatismo quimicamente distinto dos demais encontrados em outros domínios do Kaoko. Os granitoides que afloram em meio aos migmatitos apresentam uma composição que varia de monzogranítica a tonalítica. São encontradas rochas com caráter metaluminoso e peraluminoso. Como o foco do trabalho está na caracterização química e isotópica dos granitos e gnaisses ortoderivados do Kaoko, as diferenças descritas e observadas entre essa região e o restante do Domínio Ocidental nos permitem que se trata de um grupo distinto.

Algumas rochas que afloram no Skeleton Coast apresentam composição semelhante às encontradas no restante do Domínio Ocidental. A amostra NABR-36b se localiza próximo à Zona de Cisalhamento de Three Palm pertence ao Skeleton Coast e se assemelha às rochas do Domínio Ocidental. Trata-se de um biotita sienogranito. Rocha maciça inequigranular grossa com megacristais de feldspato alcalino e plagioclásio, os megacristais variam entre 4,0 mm e 10,0 mm. A rocha apresenta índice de cor próximo a 5%.

Microscopicamente o quartzo ocorre em cristais subhedricos com extinção ondulante e contatos lobados, os quartzos apresentam a formação de subgrão nas bordas.

O plagioclásio aparece em cristais subhédricos com hábito tabular, os contatos são irregulares podendo ocorrer a formação de muscovitas, apresentam o núcleo

saussuritizados e geminação polissintética. O plagioclásio constituinte é o oligoclásio com teor de anortita An_{12} .

O feldspato alcalino assim como o plagioclásio ocorre na forma de megacristais, apresenta hábito tabular e contatos irregulares, a formação de muscovita nesses contatos é bem comum. Lamelas de exsolução entre feldspato alcalino e plagioclásio são facilmente encontradas, formando pertitas. Mirmequitas também são encontradas.

Entre os máficos temos a biotita como acessório e alguns minerais traço. A biotita ocorre na forma de cristais euhedricos com pleocroísmo em tons de castanho. A presença de halos pleocroicos indica a presença de zircões ou monazitas, alguns zircões apresentam cristais euhedricos de até 0,3 mm com hábito prismático. As biotitas apresentam as bordas parcialmente substituídas por clorita.

A apatita ocorrem em cristais euhédricos geralmente inclusos em feldspatos, já a alanita ocorre na forma de cristais euhedricos com hábito prismático, apresentam zonamento, aparecem com uma leve alteração e podem atingir 1,0 mm.

Quimicamente distinta das rochas mais próximas ao cisalhamento as amostras NABR-112b e NABR-116c correspondem à granitos com caráter metaluminoso. A amostra NABR-112b corresponde a um biotita monzogranito levemente alterado, a rocha apresenta estrutura maciça e textura inequigranular grossa com cristais variando entre 1,0 mm a 7,0 mm. O índice de cor é aproximadamente de 6%.

Microscopicamente o plagioclásio ocorre na forma de cristais subhedricos com hábito tabular, apresentam geminação polissintética e contato irregular. A saussuritização é comum nos núcleos dos cristais, alguns se encontram britados indicando a ocorrência esforços que provocaram de deformações no estado sólido.

O feldspato alcalino ocorre na forma de cristais subhédricos com hábito tabular e contato irregular, esses estão menos alterados que os plagioclásios. Pertitas são encontradas.

O quartzo aparece na forma de cristais subhedricos que apresentam extinção ondulante. A maioria dos cristais de quartzo apresentam as bordas britadas assim como alguns cristais de plagioclásio.

A biotita apresenta cristais euhedricos com as bordas parcialmente substituídas por clorita, a presença de halos pleocroicos é comum. A biotita é o principal acessório da amostra.

A titanita é outro mineral acessório encontrado, corresponde a cerca de 1% do volume da rocha, tal mineral ocorre na forma de cristais euhedricos comumente associados à opacos em uma textura coronítica, as titanitas indicam um caráter metaluminoso.

Provenientes da percolação de fluídos enriquecidos em cálcio formam-se epidotos, esses por sua vez ocorrem em cristais anhedricos sem hábito definido, apresentam uma coloração que varia entre o transparente e tons de amarelo.

A amostra NABR-116c também corresponde a um granito metaluminoso, entretanto este apresenta hornblenda como um dos minerais acessórios. A rocha apresenta estrutura maciça e textura inequigranular grossa com cristais variando entre 1,0 mm a 7,0 mm. O índice de cor é aproximadamente de 8%.

Microscopicamente o quartzo ocorre na forma de cristais subhedricos que apresentam extinção ondulante, os contatos vão de poligonizados a lobado, alguns cristais apresentam, nas bordas, rotação de subgrão.

O plagioclásio aparece na forma de cristais subhedricos com hábito tabular, apresentam geminação polissintética e contato irregular. A saussuritização é comum nos núcleos dos cristais. O feldspato alcalino ocorre na forma de cristais subhedricos com hábito tabular e contato irregular, esses estão menos alterados que os plagioclásios.

A biotita apresenta cristais euhedricos com as bordas parcialmente substituídas por clorita, a presença de halos pleocroicos é comum. A biotita é o principal acessório da amostra e está parcialmente substituída por clorita nas bordas.

Outro mineral acessório encontrado é a titanita que corresponde a cerca de 1% do volume da rocha, tal mineral ocorre na forma de cristais euhedricos comumente associados à opacos em uma textura coronítica. Associado às titanitas ocorrem cristais de hornblenda (correspondentes a 2% do volume da rocha) parcialmente substituído por clorita, os cristais são subhedricos com hábito prismático e contato irregular com outros cristais. O pleocroísmo varia em tons de verde escuro. Esses minerais acessórios confirmam o caráter metaluminoso da composição.

No Skeleton Coast são encontradas rochas de composição granodiorítica e tonalítica que não são encontradas nas demais regiões do Kaoko. As amostras NABR-112c e NABR-116b correspondem à tonalitos metaluminosos. A amostra NABR-112c apresenta estrutura maciça, textura inequigranular grossa com cristais medindo entre 1,0 mm e 5,0 mm. Trata-se de um biotita hornblenda tonalito com índice de cor aproximado de 22%.

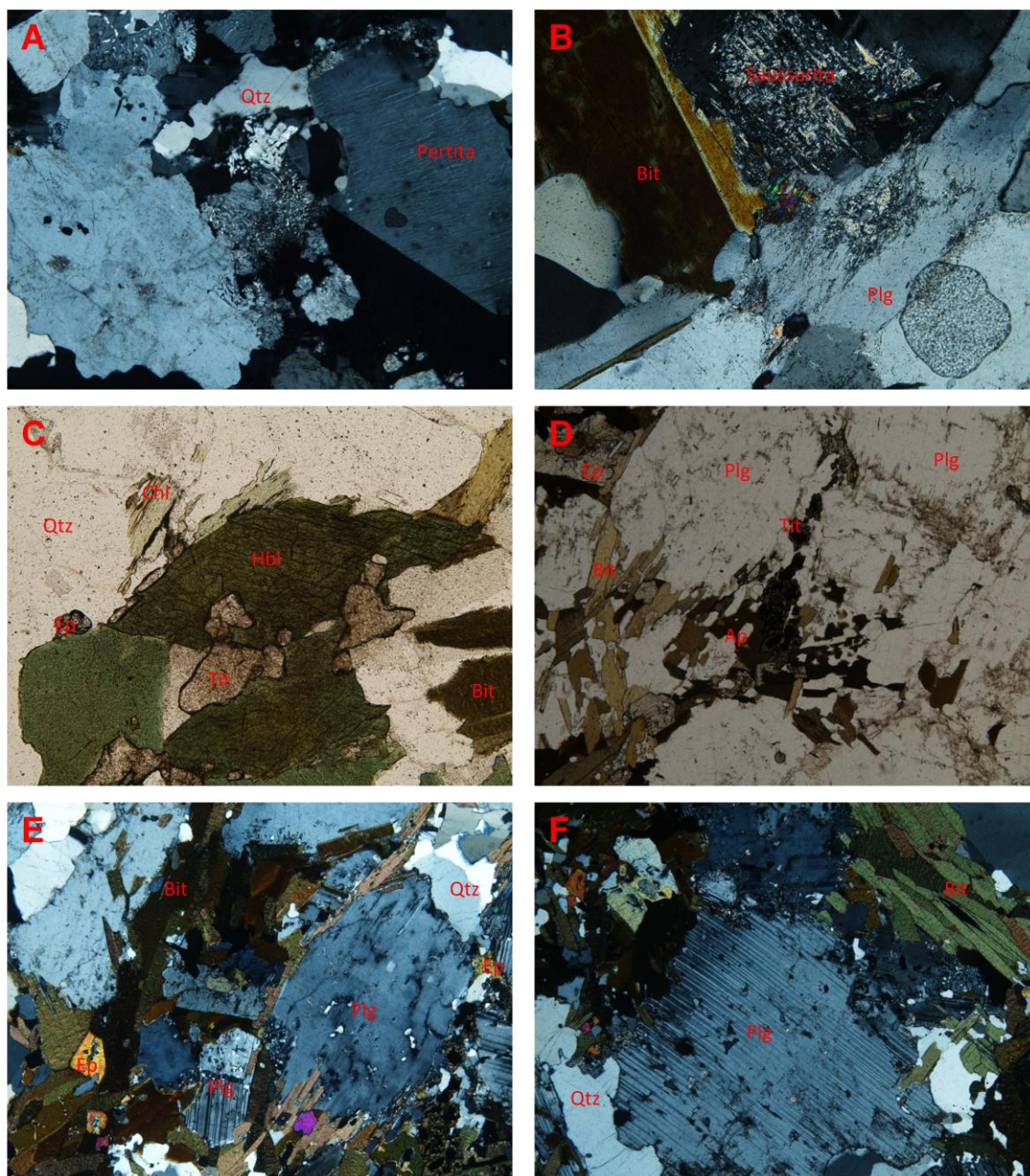


Figura 7 – a) amostra NABR-112b observação realizada em objetiva de 4.0x com polarizadores cruzados, textura mirmequítica em visão geral da rocha, feldspato alcalino com lamelas de exsolução (pertitas) e quartzo com contato irregular b) amostra NABR-112c, observação feita em objetiva de 10.0x com polarizadores cruzados, detalhe biotita nas bordas de um plagioclásio saussuretizados, presença de muscovita tardia c) amostra NABR-112c, observação realizada em objetiva de 10.0x com polarizadores paralelos, associação de minerais acessórios, biotita substituída por clorita associada à hornblendas e titanitas, d) amostra NABR-116b, observação realizada em objetiva de 4.0x com polarizadores paralelos, textura geral da rocha evidenciando a associação de máficos, biotitas associadas a epidotos zonados e titanitas associadas a opacos e) amostra NABR-116b, observação realizada em objetiva de 4.0x com polarizadores cruzados, textura geral da rocha com quartzo apresentando extinção ondulante e contatos lobados f) amostra NABR-116b, observação realizada em objetiva de 4.0x com polarizadores cruzados, megacristal de plagioclásio com a geminação levemente deformada. Especificações: Microscópio Petrográfico Olympus BX 50 – Câmera digital Olympus E 330 – Objetiva 1.25x Lado maior: 12.0 mm – Lado menor: 9.0 mm; Objetiva 4x lado maior: 3.5 mm - Lado menor 2.7 mm; Objetiva 10x Lado maior 1.50 mm – Lado menor 1.18 mm; Objetiva 50x Lado maior 0.290 mm – Lado menor 0.215 mm.

Microscopicamente o quartzo ocorre na forma de cristais subhedricos que apresentam extinção ondulante, rotação de subgrão nas bordas e contatos lobados. O Plagioclásio é o principal constituinte da rocha, ocorre na forma de andesina com teor de anortita An_{38} . Os cristais são euhedricos, com hábito tabular, apresentam geminação polissintética e alguns apresentam o núcleo saussuretizados.

O feldspato alcalino ocorre em baixa proporção na rocha, não chegam a atingir 10% do volume. Ocorrem na forma de cristais euhedricos medindo entre 0,5 mm e 0,8 mm; nas bordas pode ocorrer a formação de uma muscovita fina.

Os máficos estão intimamente associados formando verdadeiros aglomerados, o mais abundante deles a hornblenda ocorre na forma de cristais euhedricos com hábito prismático, alguns cristais apresentam pleocroísmo em tons de verde outros em tons castanhos. O contato com outros cristais é irregular e muitos apresentam o interior corroído. A hornblenda está levemente alterada com as bordas substituídas por clorita.

A titanita ocorre em cristais euhedricos associados a opacos em uma textura coronítica. Os cristais de titanita por sua vez se cristalizam em contato com as hornblendas e biotitas, estas ocorrem na forma de cristais euhedricos com as bordas parcialmente substituídas por clorita. As biotitas apresentam pleocroísmo em tons castanhos.

Os epidotos ocorrem na forma de cristais euhedricos com hábito prismático, muitos apresentam zonamento com um núcleo de coloração amarelada, indicando uma composição mais enriquecida em elementos ETR, e borda de coloração esverdeada à transparente. Provavelmente esses cristais de epidoto são de origem ígnea.

As apatitas aparecem em cristais euhedricos de hábito prismático inclusos em biotitas, hornblendas e plagioclásios.

A amostra NABR-116 corresponde a um biotita tonalito, a rocha apresenta estrutura maciça inequigranular grossa com índice de cor próximo a 20%. Os cristais variam de 3,0 mm a 6,0 mm.

Microscopicamente o quartzo ocorre na forma de cristais subhedricos apresentando extinção ondulante e contato lobado, nas bordas ocorre rotação de subgrãos.

O plagioclásio ocorre em cristais euhedricos com hábito tabular, alguns apresentam extinção ondulante outros estão britados; o plagioclásio traz evidências que a rocha atingiu um nível de crosta no limite rúptil-dúctil. Alguns cristais estão com os núcleos saussuretizados.

A biotita aparece em cristais euhedricos com um pleocroísmo em tons de marrom, a maioria está substituída por cloritas nas bordas. O contato com outros cristais é irregular e muitos apresentam apatitas inclusas. Os cristais de apatita são euhedricos e prismáticos, por vezes a apatita pode estar inclusa em plagioclásios.

A titanita ocorre na forma de cristais euhedricos associados à opacos em uma textura coronítica. Tal associação por sua vez se forma em contato com cristais de epidoto e biotita.

Associado às biotitas e titanitas temos epidotos, estes ocorrem na forma de cristais euhedricos com hábito prismático, representam 4% do volume total da rocha. Os cristais estão zonados e apresentam um núcleo com coloração mais amarelada, tal coloração indica uma composição mais enriquecida em ETR mais próxima à alanita; as bordas do cristal apresentam coloração que varia de transparente à leves tons de verde claro. Esses cristais são de origem ígnea.

Geoquímica

No decorrer do processo 54 amostras passaram por análises geoquímicas realizadas em rocha total, a apresentação e discussão dos resultados obtidos segue a mesma compartimentação já apresentada.

Todos os dados utilizados para construção dos diagramas a seguir se encontram nos apêndices, os resultados obtidos para elementos maiores, elementos menores e elementos traço estão dispostos em tabelas. Sendo tabela 1 para elementos maiores; tabela 2 elementos menores e tabela 3 para elementos traço.

Elementos maiores

A partir dos dados geoquímicos obtidos foram construídos diagramas de dispersão de Harker para observar a relação da concentração dos elementos maiores comparados ao teor de SiO_2 . O diagrama construído para as amostras do embasamento Kalamanjab e do Embasamento Marien Fluss pode ser observado na figura 8, já o diagrama construído para todo o Domínio Ocidental incluindo o "Skeleton Coast" pode ser observado na figura 9.

Observando os diagramas podemos perceber que as rochas que compõe o Kaoko apresentam baixos valores de MnO , em todos os grupos percebemos uma forte correlação negativa para Al_2O_3 , TiO_2 , P_2O_5 , CaO e Fe total como esperado assim como a correlação positiva para K_2O ; o Na_2O apresenta uma grande dispersão nas amostras pertencentes ao Domínio Ocidental e ao Skeleton Coast apresentam uma correlação mista diferente dos embasamentos em que fica claro uma correlação positiva e a maior proporção de Na_2O nas rochas com mais SiO_2 . As amostras pertencentes ao Domínio Ocidental apresentam

baixos valores de MgO já nos embasamentos, apesar da baixa variação nos valores, percebemos uma correlação negativa.

As diferenças químicas nos apontam para uma origem distinta dos diferentes grupos, o Marien Fluss apresenta um ligeiro enriquecimento em CaO e K₂O em relação ao Kalamanjab, essa diferença foi observada na petrografia já que no primeiro foram descritas rochas com minerais acessórios que continham cálcio em sua estrutura cristalina. O Kalamanjab é mais enriquecido em Al₂O₃ quando comparado com o Marien Fluss. Algumas rochas do Domínio Ocidental apresentam uma afinidade com as demais do Skeleton Coast, já este por sua vez apresenta uma maior dispersão como podemos perceber.

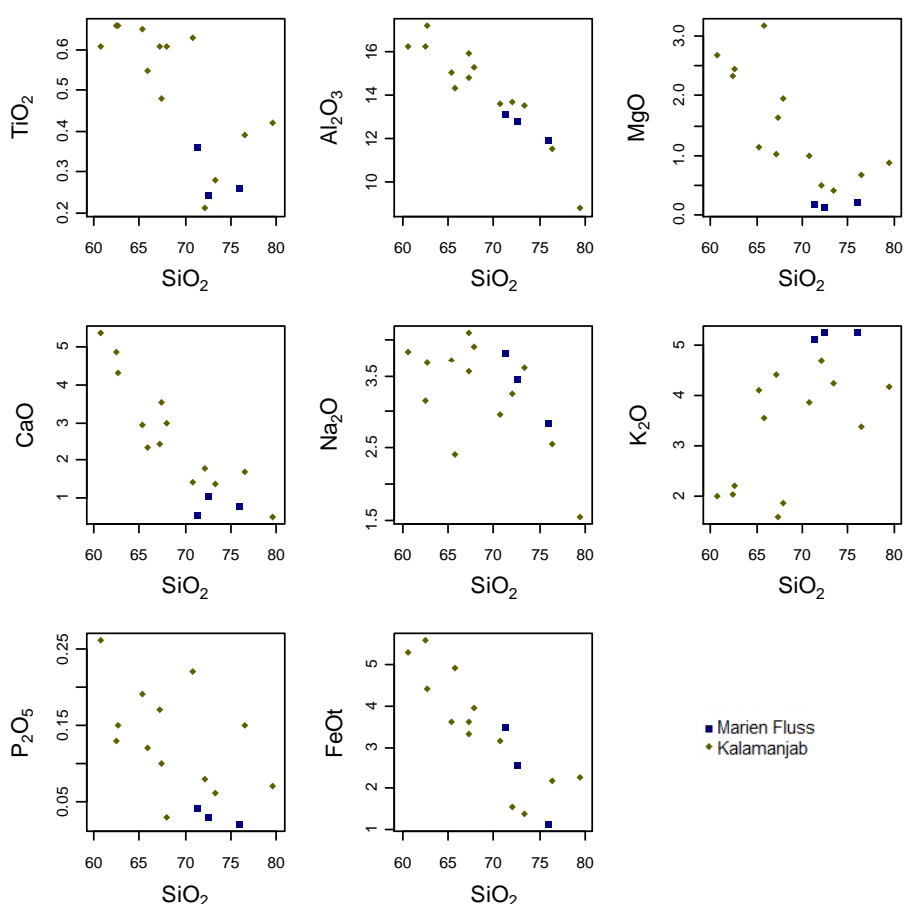


Figura 8 – diagrama de Harker SiO₂ x elementos maiores (embasamento Marien Fluss e embasamento Kalamanjab)

As composições químicas distintas observadas em lâmina também são confirmadas nos resultados das análises químicas. Para uma melhor ideia das tendências composicionais em cada grupo analisado construiu-se diagramas que apresentam a classificação química quanto ao índice de saturação de alumina proposta por Shand 1943. Todas as amostras de granitoides e gnaisses ortoderivados foram analisadas independente da realização da descrição petrográfica. O diagrama referente as amostras do Kalamanjab e

do Marien Fluss estão representados na figura 10, já o diagrama referente às rochas do Domínio Ocidental e do Skeleton Coast corresponde à figura 11.

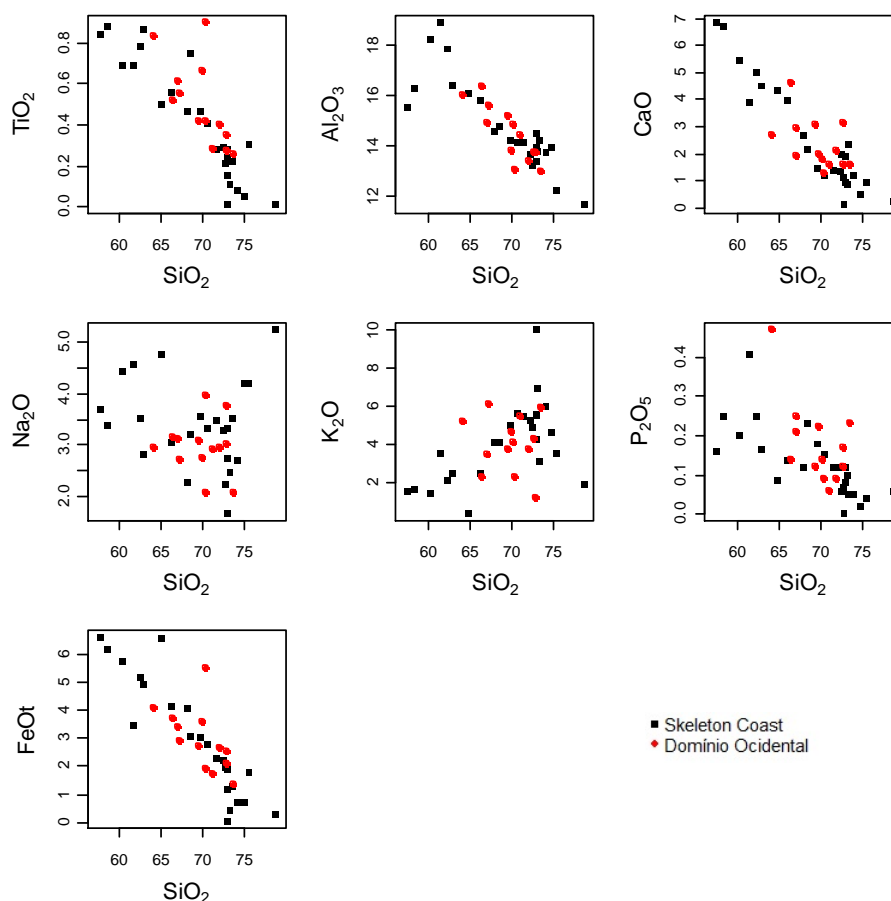


Figura 9 - diagrama de Harker SiO_2 x elementos maiores (Domínio Ocidental e “Skeleton Coast”)

Os índices de saturação por alumina apresentados pelos diferentes núcleos de embasamento refletem as variações composicionais encontradas no trabalho de petrografia. Observando a figura 10 nota-se que a maioria das rochas que constituem o Kalamanjab apresenta um caráter peraluminoso acentuado. Algumas amostras apresentam um caráter metaluminoso tendo uma composição mais enriquecida em cálcio, entretanto esse caráter pode ser provocado por alterações posteriores na mineralogia primária da rocha. Grande parte das rochas que constituem o embasamento são ortognaisses, tais rochas podem apresentar a formação de minerais secundários provenientes da percolação de fluídos. A cristalização de epidoto tardio foi descrita na amostra NABR-54 que pertence ao

embasamento em questão. A presença desses minerais secundários podem afetar as análises realizadas em rocha total.

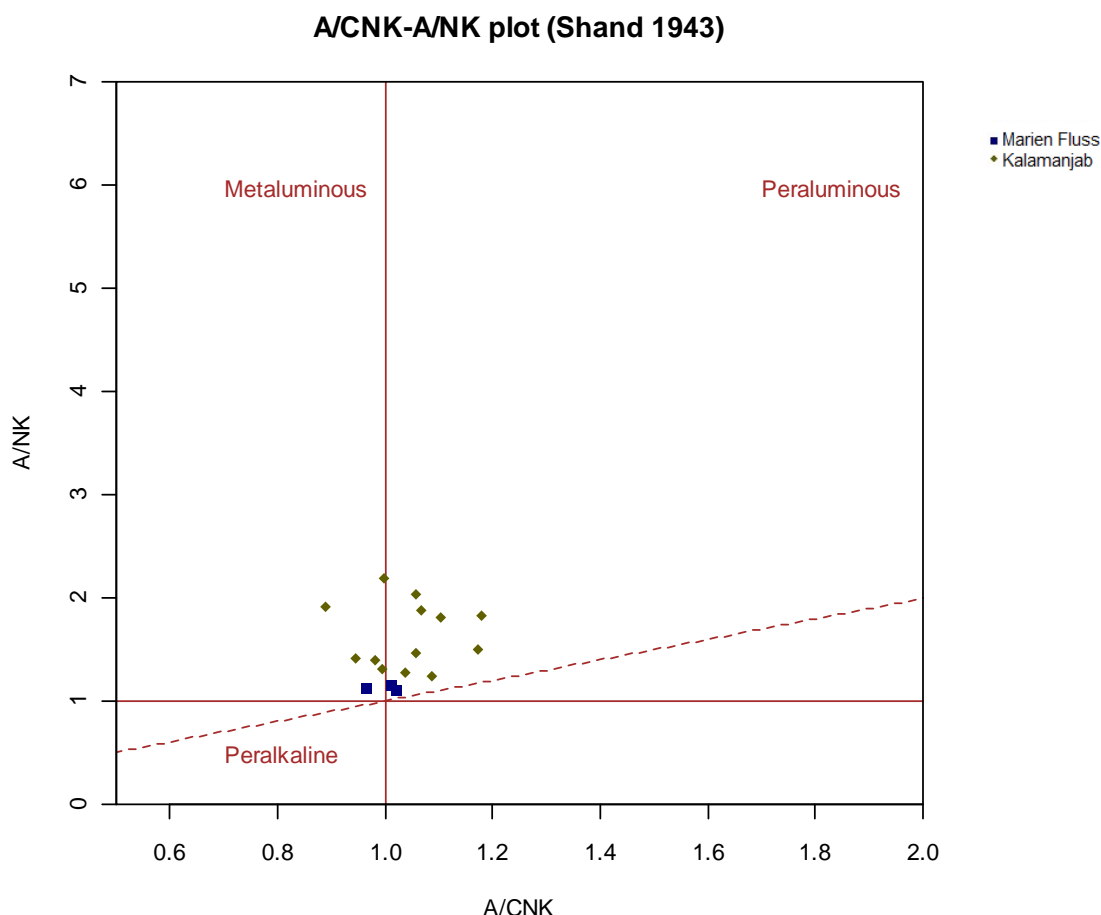


Figura 10 – diagrama A/CNK-A/NK Shand 1943 (embasamento Kalamanjab e embasamento Marien Fluss)

A classificação química apresentada pelo embasamento Marien Fluss condiz bastante com o que foi observado em lâmina na descrição petrográfica. Temos algumas amostras com um caráter metaluminoso, como o observado na amostra NABR-47 que apresenta hornblendas, biotitas e titanitas como acessórios; outras amostras apresentam uma composição peraluminosa com caráter não tão acentuado como alguns representantes do Kalamanjab, valores de saturação próximo a 1 são característicos de biotitas granitos como o descrito na amostra NABR-46.

A predominância de composições peraluminosas no Domínio Ocidental é evidente e condizente com as observações feita realizadas na petrografia. No diagrama presente na figura 11 notamos que todas as amostras caem no campo peraluminoso, em lâmina todas as amostras pertencentes ao Domínio Ocidental apresentavam composição peraluminosa estando a rocha com deformação mais ou menos intensa. Algumas amostras podem apresentar um caráter mais acentuado, esse enriquecimento pode ser fruto de fluídos enriquecidos em alumínio.

O Skeleton Coast, como esperado, apresenta uma variabilidade composicional maior, algumas amostras apresentam caráter peraluminoso outras um acentuado caráter metaluminoso. Rochas com composição tonalítica e composição mais enriquecida em alumínio são características dessa região.

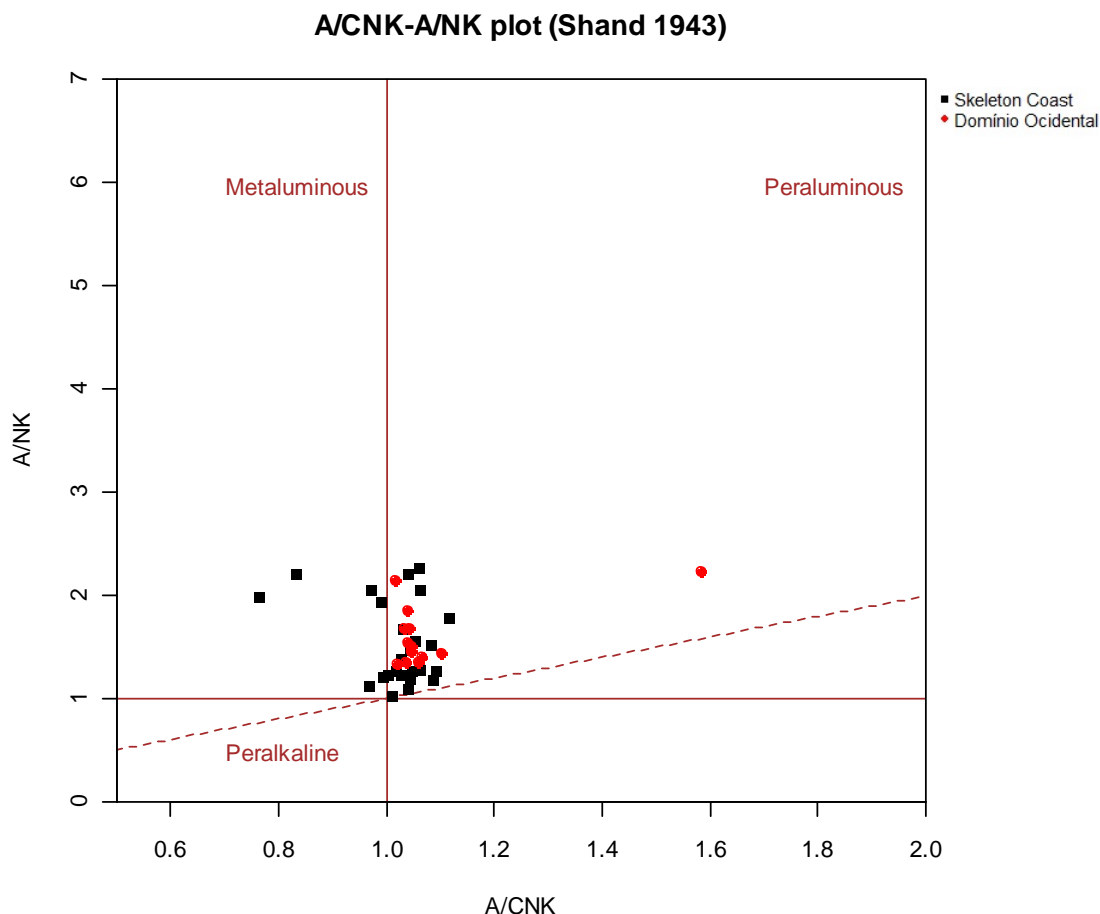


Figura 11 - diagrama A/CNK-A/NK Shand 1943 (Domínio Ocidental e "Skeleton Coast")

Elementos traço

A utilização de elementos traço visa uma melhor caracterização das composições químicas das diferentes rochas, tais elementos são utilizados com o intuito de se obter alguma informação relativa a fonte das rochas em questão, para isso diagramas de dispersão de Harker mostrando a relação entre o teor de SiO_2 e os elementos menores.

Observando o diagrama (figura 12) construído para o embasamento Kalamanjab e para o embasamento Marien Fluss nota-se uma forte correlação negativa do Sr com o teor de SiO_2 , os outros elementos não apresentam uma correlação evidente. Nota-se que o Marien Fluss é mais enriquecido em Y, Zr, La e Ce quando comparado com o Kalamanjab. As amostras de ambos os embasamentos podem ser separadas em dois grupos, um ligeiramente mais enriquecido em Ba que o outro.

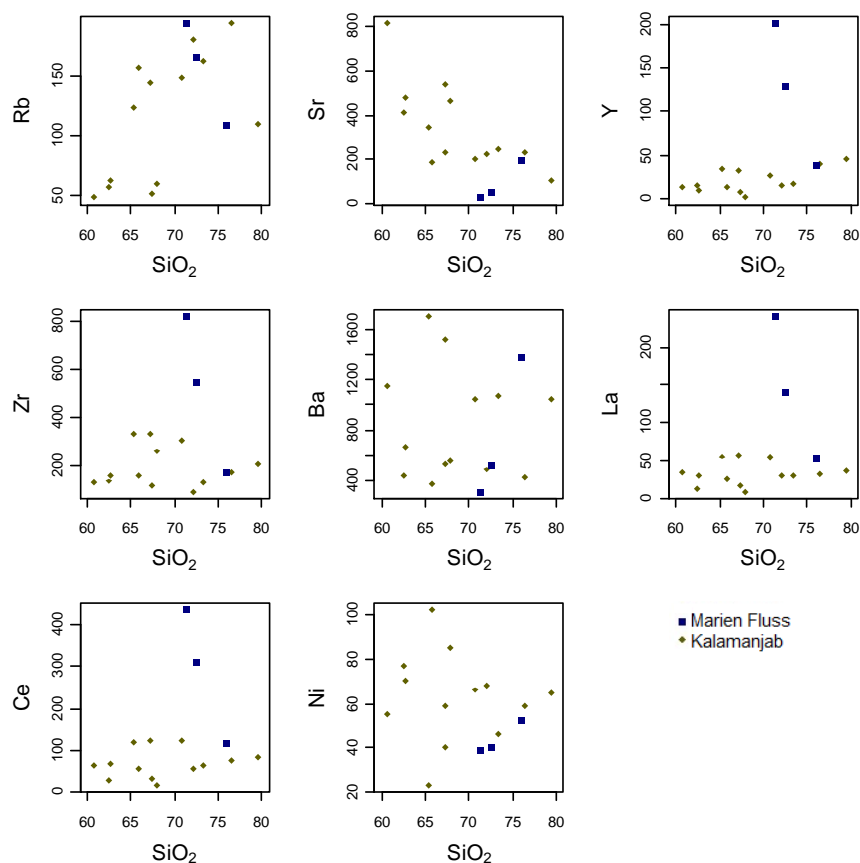


Figura 12 - diagrama de Harker SiO_2 x elementos menores (embasamento Kalamanjab e embasamento Marien Fluss)

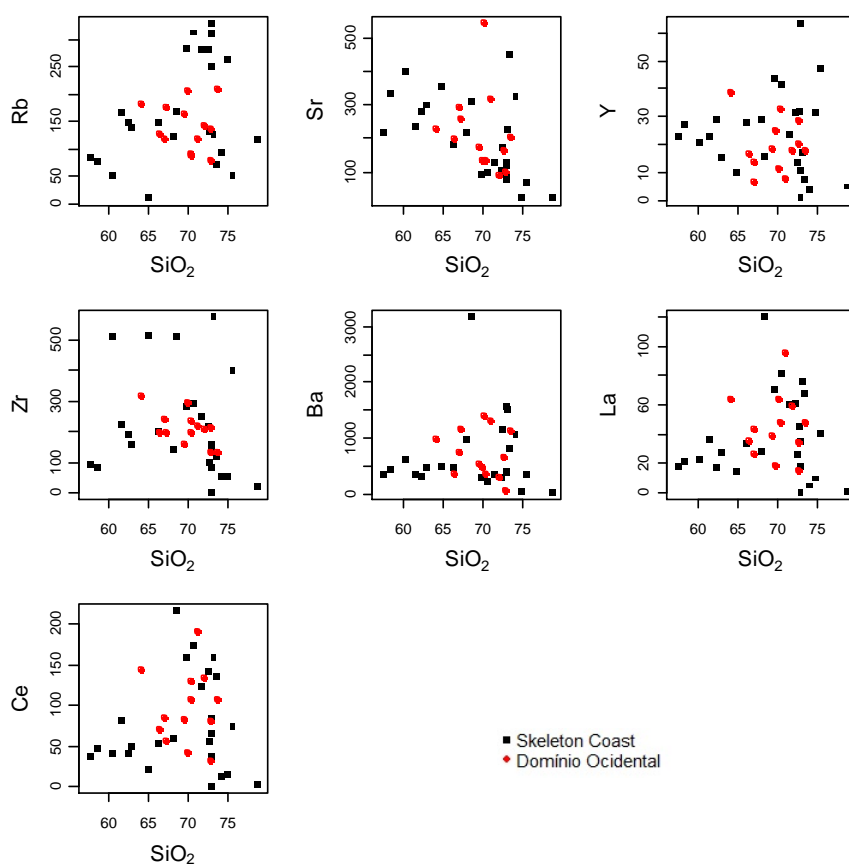


Figura 13 - diagrama de Harker SiO_2 x elementos menores (Domínio Ocidental e "Skeleton Coast")

O diagrama de Harker (figura 13) construído para elementos menores referentes ao

Domínio Ocidental e Skeleton Coast nos mostra que Sr e Y apresentam correlação negativa e que La e Ce apresentam correlação mista. As amostras pertencentes ao Domínio Ocidental apresentam um espalhamento menor quando comparado às rochas do Skeleton Coast, isso indica uma composição mais homogênea para a fonte dessas rochas. O espalhamento das amostras do Skeleton Coast nos sugere que tais rochas podem ser divididas em distintos grupos, o primeiro apresentam características similares às rochas encontradas no Domínio Ocidental; temos um grupo de amostras mais enriquecidas em Rb, Zr, Ce, y e La e outro grupo de amostras empobrecidas nos mesmos elementos.

A construção de diagramas tipo “spider” de ETR normalizadas para condrito segundo Boyton 1984, nos mostra que os embasamentos pertencem a grupos com afinidades químicas distintas. Podemos observar no diagrama (figura 14) que as amostras pertencentes ao embasamento Marien Fluss apresentam um enriquecimento em ETR maior que as rochas do embasamento Kalamanjab, Também apresentam uma anomalia de Eu mais acentuada.

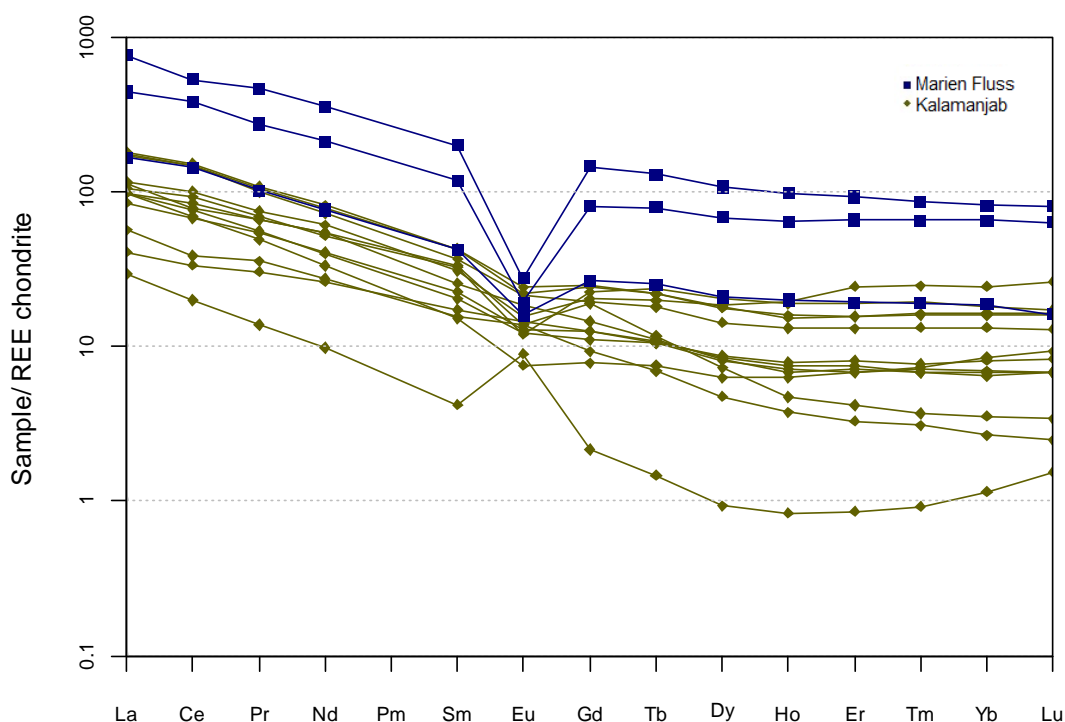


Figura 14 - diagrama “spider” ETR normalizado para condrito Boyton 1984 (Kalamanjab e Marien Fluss)

O Embasamento Marien Fluss tem um enriquecimento em ETR leves da ordem de 1000 vezes e um enriquecimento de ETR pesados da ordem de 100 vezes, a acentuada anomalia de Eu é característica de rochas pós-arqueanas. O embasamento Kalamanjab por sua vez tem um fracionamento de ETR leves variando de dezenas a centenas de vezes e

fracionamento de ETR pesados da ordem de 2 a 20 vezes, a anomalia de Eu é sutil e pouco acentuada na maioria das amostras, essas são características de rochas arqueanas. Uma amostra do embasamento Kalamanjab apresenta anomalia positiva de Eu, tal anomalia é característica de composições anortosíticas, isso se deve a incorporação de Eu^{+2} no retículo cristalino de plagioclásios devido a similaridade com o Ca^{+2} , essa anomalia pode ser explicada como uma amostragem de uma porção mais enriquecida em plagioclásio pois a amostra em questão trata-se de um ortognaisse deformado pelo cisalhamento que afetou a região.

Observando o diagrama “spider” representado na figura 15 percebemos que algumas amostras pertencentes ao “Skeleton Coast” apresentam uma afinidade com as demais do Domínio Ocidental, apresentando um enriquecimento da ordem de 100 a 1000 vezes de ETR leves e de 10 a 100 vezes de ETR pesados, a anomalia negativa de Eu também está presente, mostrando uma assinatura típica de rochas pós-arqueanas. Contudo outras amostras apresentam um baixo fracionamento e anomalias positivas de Eu, tal anomalia positiva é comum em rochas que passaram por processos de anatexia e podem representar porções mais enriquecidas em plagioclásio.

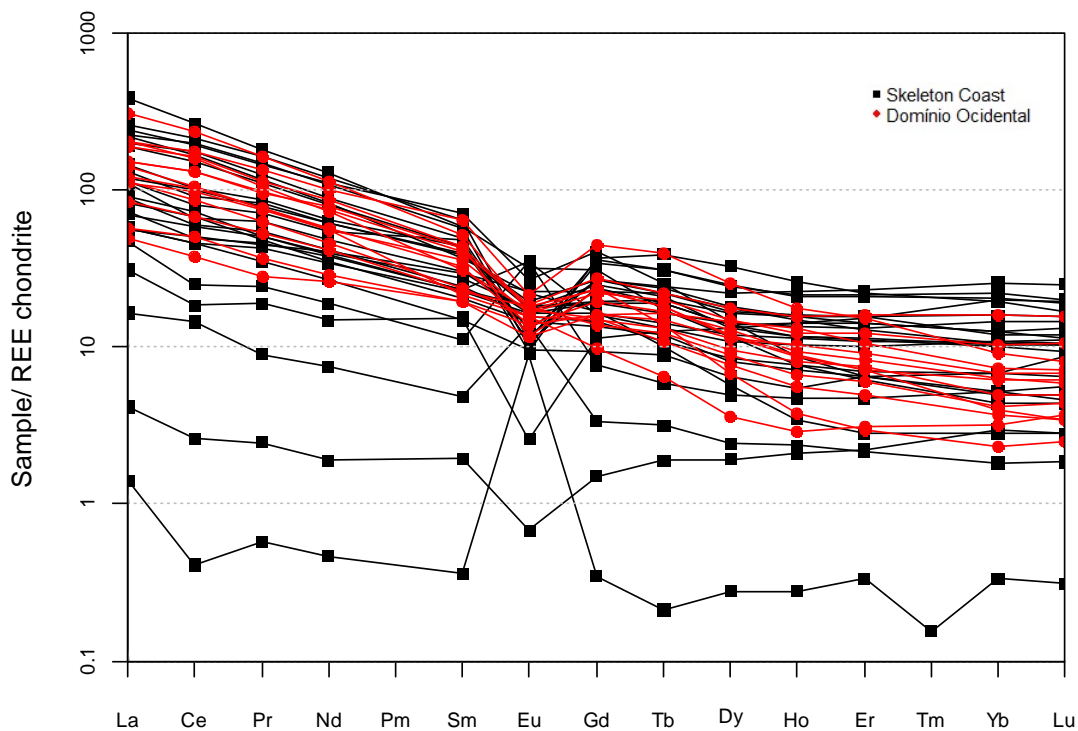


Figura 15 - diagrama “spider” ETR normalizado para condrito Boyton 1984 (Domínio Ocidental e Skeleron Coast)

A construção de diagramas discriminantes de Pearce 1984 para ambientes tectônicos mostra que os embasamentos Kalamanjab e Marien Fluss têm assinaturas de ambientes tectônicos distintos. O embasamento Kalamanjab tem uma assinatura típica de granitos de arco magmático e o embasamento Marien Fluss tem assinatura típica de granitos intraplaca, anorogênicos, como observado no diagrama da figura 16.

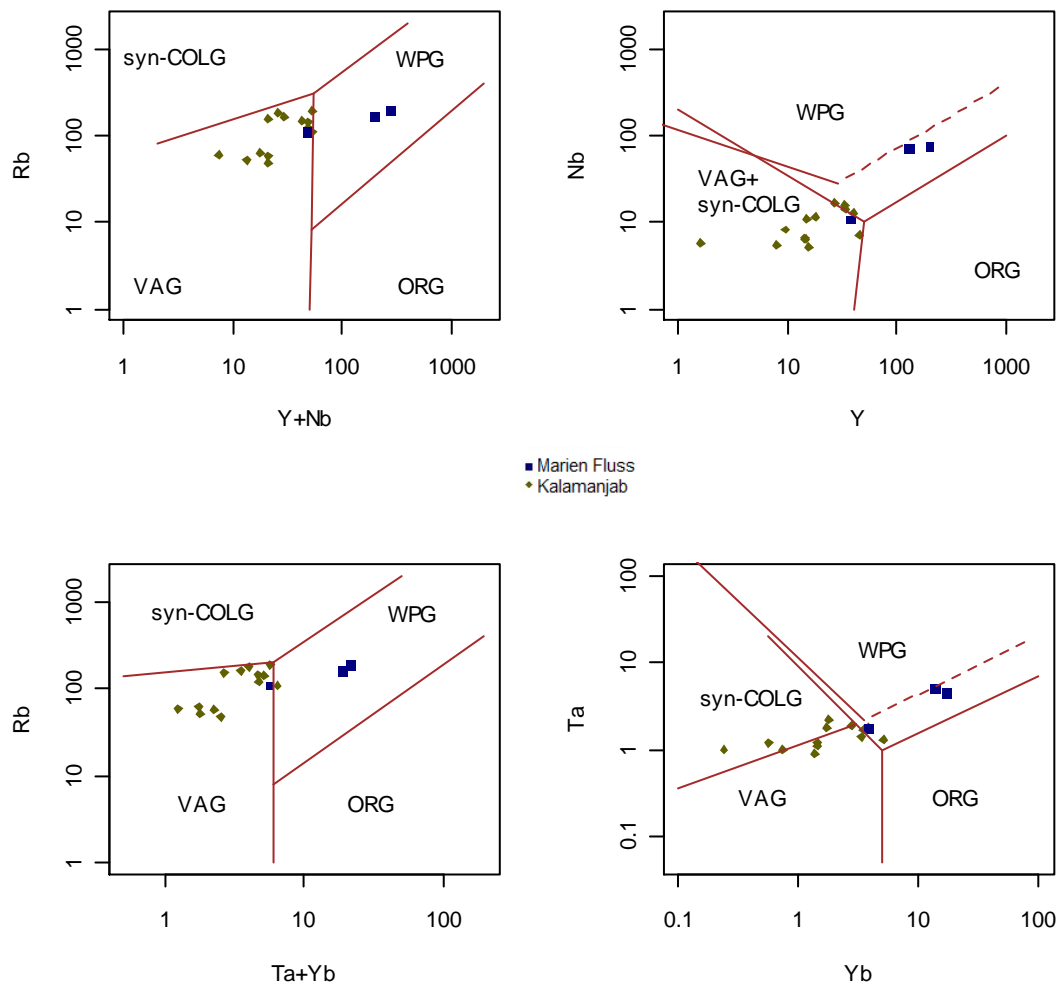


Figura 16 - diagrama discriminante de Pearce et al. 1984 WPG: within plate granites; VAG: volcanic arc granites; syn-COLG: syn- collision granites; ORG: ocean-ridge granites (Kalamanjab e Marien Fluss)

A maioria das amostras do Domínio Ocidental e do “Skeleton Coast” apresentam assinatura típica de granitos de arco magmático originados em zonas de subducção. Entretanto destaca-se um grupo de migmatitos e granitos oriundos de processos de anatexia de base de crosta que apresentam assinatura de granitos intra-placa, como esperado. Tais rochas correspondem as amostras NABR-36a, NABR-36b, NABR-36c e NABR-36b e encontram-se destacadas no diagrama da figura 17.

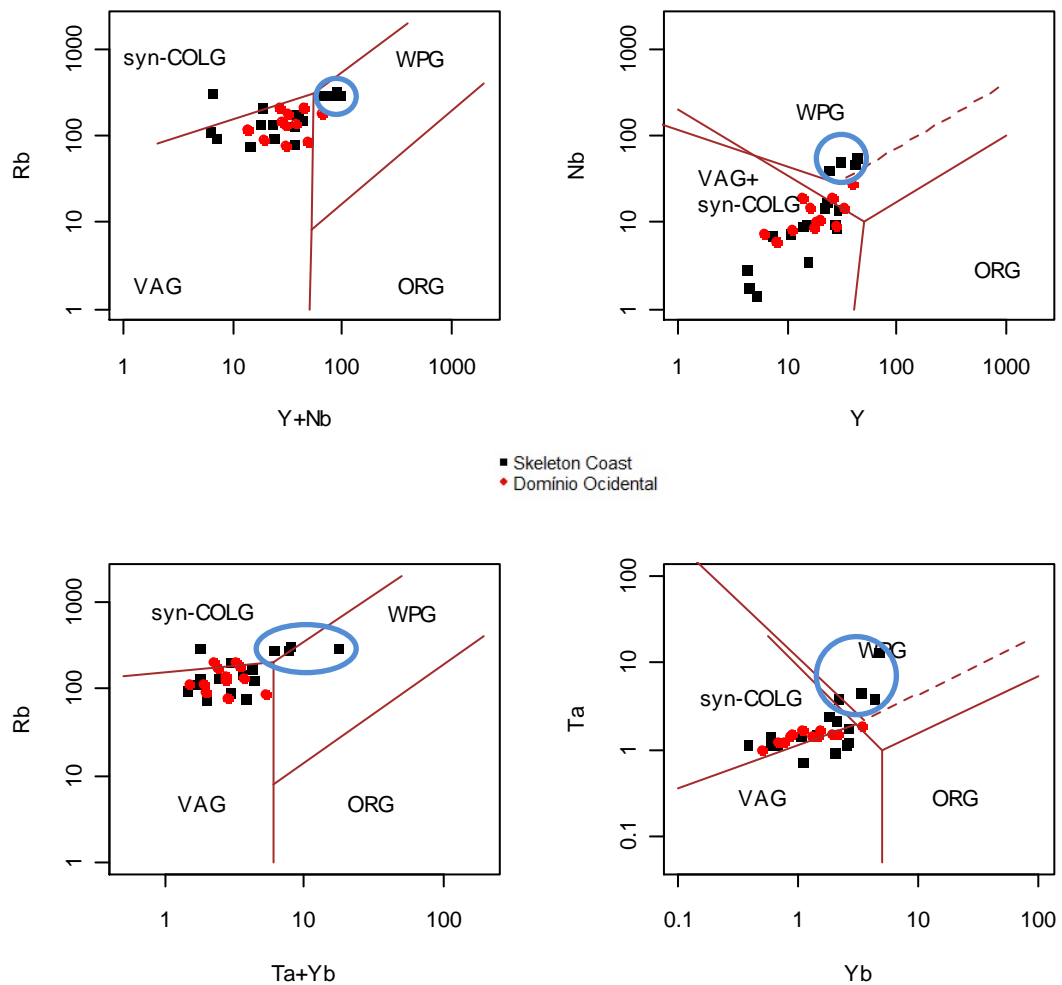


Figura 17- diagrama discriminante de Pearce et al. 1984 WPG: within plate granites; VAG: volcanic arc granites; syn-COLG: syn-collision granites; ORG: ocean-ridge granites. (Domínio Ocidental e Skeleton Coast)

Os resultados das análises geoquímicas confirmam algumas observações levantadas no trabalho petrográfico preliminar. A distinção química entre os dois embasamentos fica evidente após a análise dos resultados. Há indícios de que o Kalamanjab é formado por rochas que podem ser agrupadas em diferentes conjuntos de acordo com a afinidade química, podemos notar que no diagrama representado na figura 16 temos um grupo com assinatura francamente de arco magmático e outro grupo com assinaturas mais tênues.

Isotopia

Os estudos realizados utilizando isótopos radiogênicos atualmente representam uma importante ferramenta que auxilia nos estudos geológicos. Juntamente com as observações de campo e com os estudos geoquímicos os métodos isotópicos nos auxiliam na interpretação da evolução geodinâmica das regiões estudadas. A fim de buscar um melhor

entendimento da área de estudo foram aplicados, em rocha total, os seguintes métodos: Rb-Sr, Sm-Nd e Pb-Pb cujos resultados estão dispostos em tabelas presentes nos apêndices.

Parte do pó utilizado para análise geoquímica foi submetido a análises isotópicas, um conjunto de 54 amostras foi analisado. O número de amostras analisadas varia para cada método.

Rb-Sr

Um total de 52 amostras pertencentes às diferentes unidades que compõe o Kaoko foi analisado pelo método Rb-Sr, os resultados estão na tabela 4 dos apêndices. Podemos observar que a razão inicial de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ do conjunto varia de forma diferente dentro dos domínios estudados, no Kalamanjab as razões variam entre 0,708172 e 0,767606; para o Domínio Ocidental as razões variam entre 0,711123 e 0,746368; no Skeleton Coast a variação é maior porém não destoa tanto das demais, está entre 0,710014 e 0,894993; no Marien Fluss apenas uma amostra foi analisada e apresenta razão inicial de 0,866913, mais elevada que as razões obtidas no Kalamanjab e no Domínio Ocidental, .

O método Rb-Sr quando combinado a outros métodos como o Sm-Nd pode nos fornecer importantes informações a respeito do ambientes de sedimentação dos protólitos das rochas metassedimentares e do período de residência crustal das rochas analisadas.

Sm-Nd

As amostras analisadas pelo método Sm-Nd somam 44, os resultados obtidos estão apresentados na tabela 5 nos apêndices. Todas as amostras analisadas a razão inicial de $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ se mantém próxima à 0,511 com poucas variações entretanto existem algumas diferenças entre os domínios que formam o Kaoko.

O Kalamanjab é a unidade que apresenta as rochas com idades modelo $\text{Nd}_{(\text{TDM})}$ mais antigas, variam entre 1844 e 2866, rochas arqueanas à paleoproterozóicas. Algumas amostras pertencentes ao Kalamanjab apresentavam características químicas típicas de rochas arqueanas (vide figura 14) os dados obtidos confirmam esses indícios. Os valores de $\epsilon_0\text{Nd}$ da variam entre -35,1 e -17,7.

O Marien Fluss é um núcleo de embasamento paleoproterozóico que apresenta idades modelo $\text{Nd}_{(\text{TDM})}$ variando entre 1604 e 1921, as rochas apresentam valores de $\epsilon_0\text{Nd}$ entre -21,0 e -13,5.

Os granitos do Domínio Ocidental apresentam idades modelo $\text{Nd}_{(\text{TDM})}$ variando entre 1174 e 1783, foram gerados no final do paleoproterozóico e durante quase todo o mesoproterozóico, a variação do $\epsilon_0\text{Nd}$ ocorre entre -13,7 e -7,7.

O Skeleton Coast apresenta várias granitogêneses que ocorreram no paleoproterozóico e mesoproterozico, as idades modelo $Nd_{(TDM)}$ estão entre 939 e 1790. Os valores de ϵ_0Nd variam de -27,9 à -3,1.

Os dados de ϵNd foram utilizados para construção de diagramas ϵNd x tempo (De Paolo), na figura 18 estão representados as amostras do Kalamanjab e do Marien Fluss, já na figura 19 estão representadas as amostras do Domínio ocidental e do Skeleton Coast.

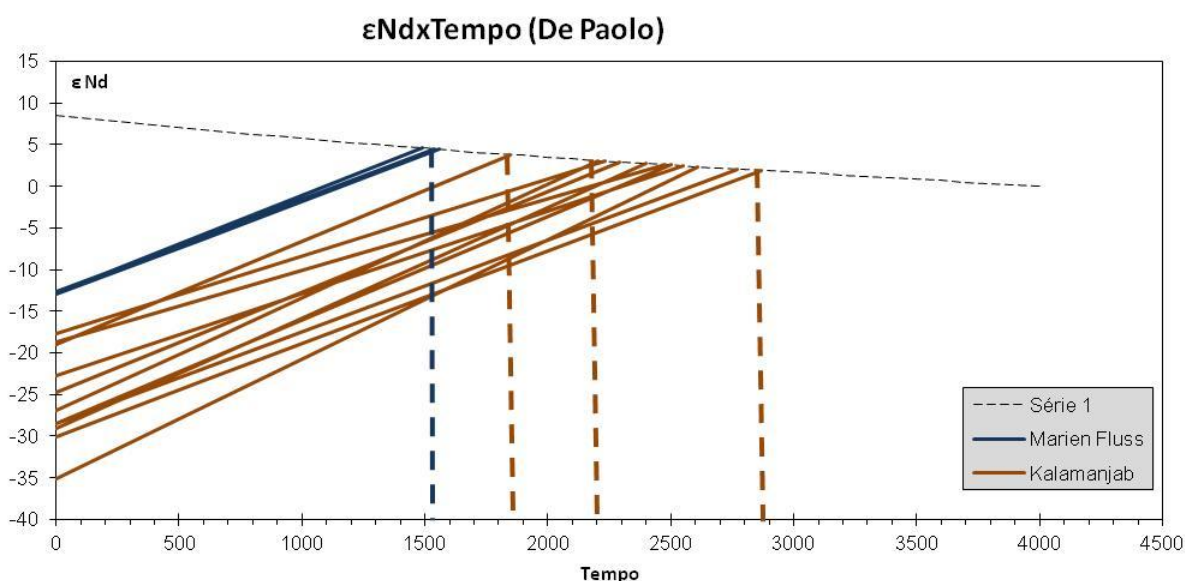


Figura 18 – diagrama De Paolo 1981 (embasamento Kalamanjab e Embasamento Marien Fluss)

Observando o diagrama percebemos que as rochas que compõe o embasamento Kalamanjab e o embasamento Marien Fluss possuem assinaturas isotópicas distintas, essa diferença somada as assinaturas químicas diferentes nos permitem dizer que os embasamentos tem origem distinta sendo que a fusão do Kalamanjab não participa da formação das rochas do Marien Fluss.

O Kalamanjab apresenta a maioria das rochas com idades modelo $Nd_{(TDM)}$ entre 2900-2200 Ma. Apenas uma amostra sai desse intervalo, esta apresenta uma com idade $Nd_{(TDM)}$ aproximada de 1900 Ma reflete uma contribuição paleoproterozóica para o embasamento. A maioria das amostras que compõe o Marien Fluss apresentam idades modelo $Nd_{(TDM)}$ por volta de 1500 Ma. a dispersão é baixa.

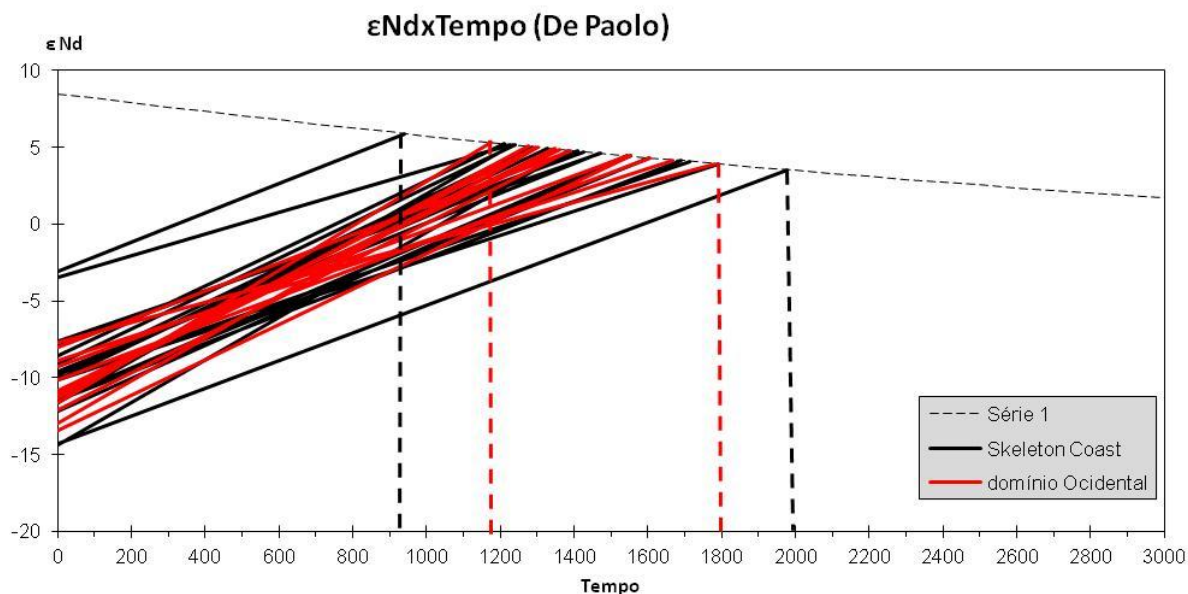


Figura 19 - diagrama De Paolo 1981 (Domínio Ocidental e Skeleton Coast)

O diagrama representado na figura 19 foi construído utilizando os dados das amostras coletados no Domínio Ocidental e no Skeleton Coast, nele é possível observar que parte das rochas do Skeleton Coast tem assinatura isotópica similar às rochas do Domínio Ocidental, as idades modelo $Nd_{(TDM)}$ variam entre 1180-1800 Ma, essa variação compreende as rochas do Marien Fluss. Tais assinaturas nos permitem dizer que parte das rochas que compõe o Skeleton Coast partilha de uma fonte em comum com as rochas que formam o Domínio Ocidental, semelhanças químicas e mineralógicas já foram encontradas e a sobreposição dos campos no diagrama é evidente. Contudo duas amostras do Skeleton Coast não estão compreendidas no referido intervalo de idades, uma é mais nova com idade modelo $Nd_{(TDM)}$ próximo a 900 Ma, outra é mais velha com idade modelo $Nd_{(TDM)}$ próximo a 2000 Ma.

O método Rb-Sr quando combinado a métodos como o Sm-Nd pode nos fornecer importantes informações a respeito do ambientes de formação e do período de residência crustal das rochas em questão. Para obtenção de tais informações construiu-se diagramas relacionando ϵNd x. ϵSr para uma idade de 580 Ma. Todas as amostras do Kaoko estão representadas no diagrama da figura 20.

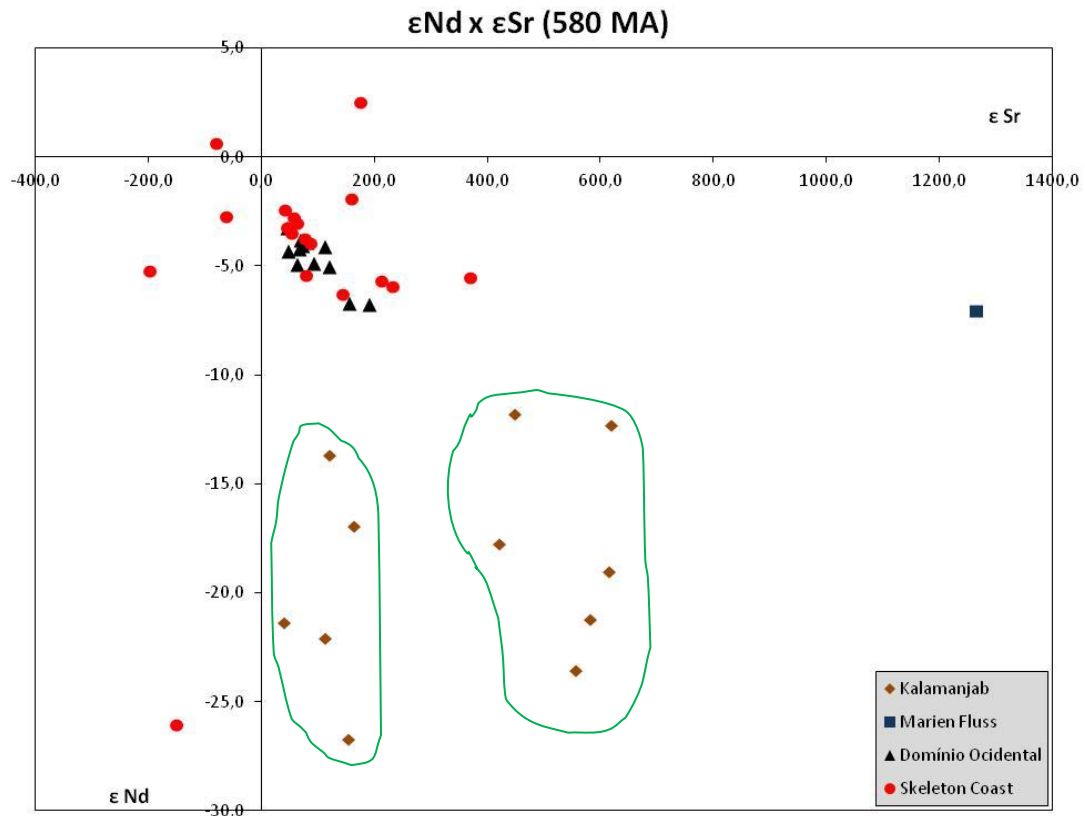


Figura 20 - diagrama $\epsilon Nd \times \epsilon Sr$ (580 Ma) para todo Cinturão Kaoko

Analisando o diagrama percebe-se que o Kalamanjab define uma área distinta de dispersão de pontos, suas amostras apresentam os valores de ϵNd mais negativos mostrando ser a unidade que sofre maior período de residência crustal. Dentro dessa unidade podemos observar a presença de dois grupos distintos, esses grupos diferem principalmente nos valores de ϵSr . O primeiro grupo, marcado de verde, apresenta valores variando aproximadamente entre 50 e 150, Já o segundo grupo, marcado de vermelho, apresenta valores tendendo a 500. Essas diferenças evidenciam evoluções crustais distintas para os grupos.

O campo dos granitoides pertencentes ao Domínio Ocidental apresenta valores fracamente negativos de ϵNd e se sobrepõe a um campo formado por algumas amostras de granitoides do Skeleton Coast. Como os dados geoquímicos indicavam parte das rochas do Skeleton Coast partilham de uma gênese comum com as rochas do Domínio Ocidental. Também indicado pelos dados geoquímicos outro grupo de granitoides do Skeleton Coast não se sobrepõe aos demais, estes por sua vez apresentam valores mais negativos e um maior período de residência crustal. Ainda no Skeleton Coast temos dois pontos que apresentam valores positivos de ϵNd , são eles NABR-113b, leucogranito, e NABR-116b, tonalito com enclaves máficos. No caso da amostra correspondente ao leucogranito, os valores positivos advêm do fato de essas rochas apresentarem uma colocação tardia resultante dos processos de cisalhamento. A amostra correspondente ao tonalito com

enclaves máficos apresenta ϵNd de 0,6 um valor positivo mas próximo a 0 que pode ser resultante da contaminação dos enclaves, já que essas rochas tendem a apresentar ϵNd mais altos e as análises são realizadas em rocha total.

Pb-Pb

Os resultados obtidos pelo método Pb-Pb são apresentados na tabela 6 presente nos apêndices. De posse dos dados obtidos nas análises isotópicas de Pb foram confeccionados diagramas de $^{207}Pb/^{204}Pb$ x $^{206}Pb/^{204}Pb$ com o intuito de comparar os embasamentos.

De acordo com o diagrama representado na figura 21 percebemos que o embasamento Kalamanjab é mais radiogênico que o embasamento Marien Fluss e apresenta uma maior dispersão dos valores. Parte do Kalamanjab apresenta assinatura isotópica similar ao embasamento Marien Fluss. Podemos dividir o embasamento Kalamanjab em três grupos distintos, um menos radiogênico com razões $^{206}Pb/^{204}Pb$ variando entre 14-16, um intermediário coincidente com o Marien Fluss apresentando razões $^{206}Pb/^{204}Pb$ entre 19-21, e por último o grupo mais radiogênico com razões $^{206}Pb/^{204}Pb$ próximas de 26.

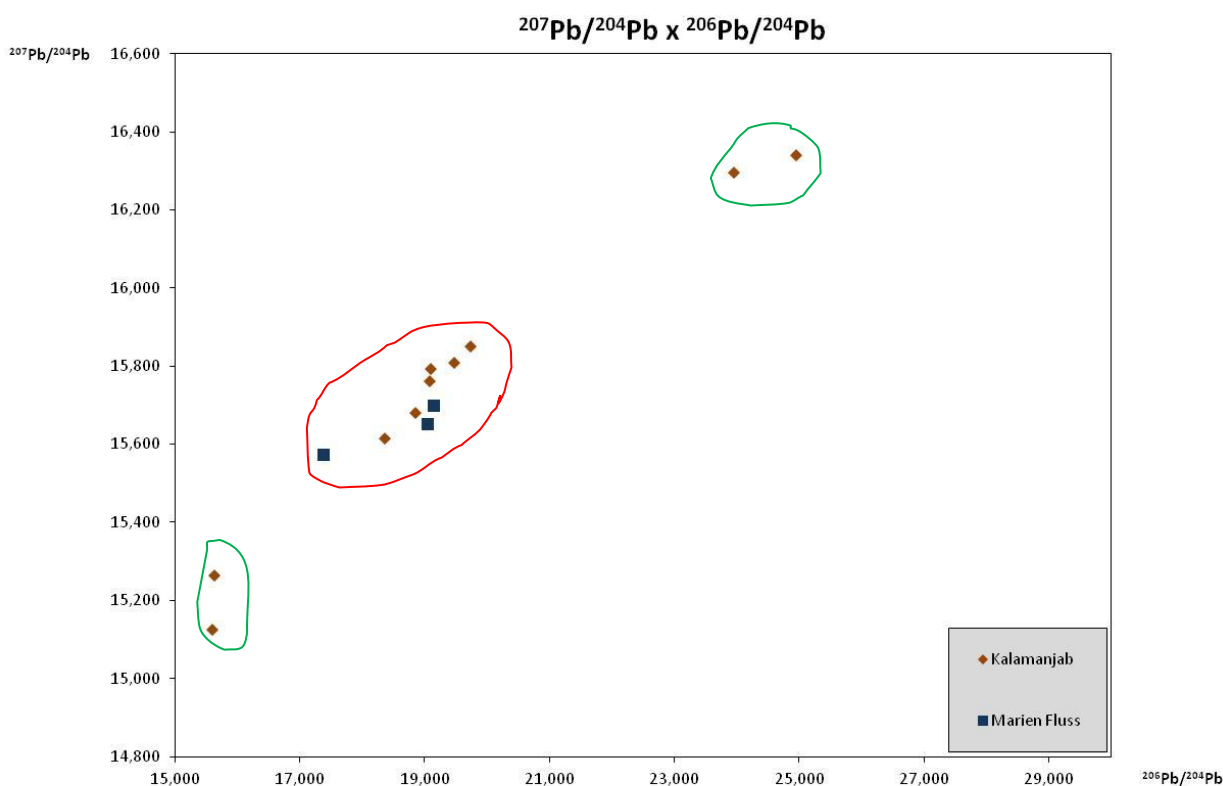


Figura 21 - diagrama $^{207}Pb/^{204}Pb$ x $^{206}Pb/^{204}Pb$ (para o Kalamanjab e Marien Fluss)

O grupo menos radiogênico é composto pelas amostras que apresentam os menores valores de ϵSr , os outros dois grupos são compostos pelas amostras com os maiores

valores de ϵSr , ambas as informações são evidências de que ocorreram processos de diferenciação do embasamento Kalamanjab, temos grupos com assinaturas isotópicas distintas com evoluções diferentes.

A figura 22 representa o diagrama $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} \times ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ para o Domínio Ocidental juntamente com as amostras do Skeleton Coast.

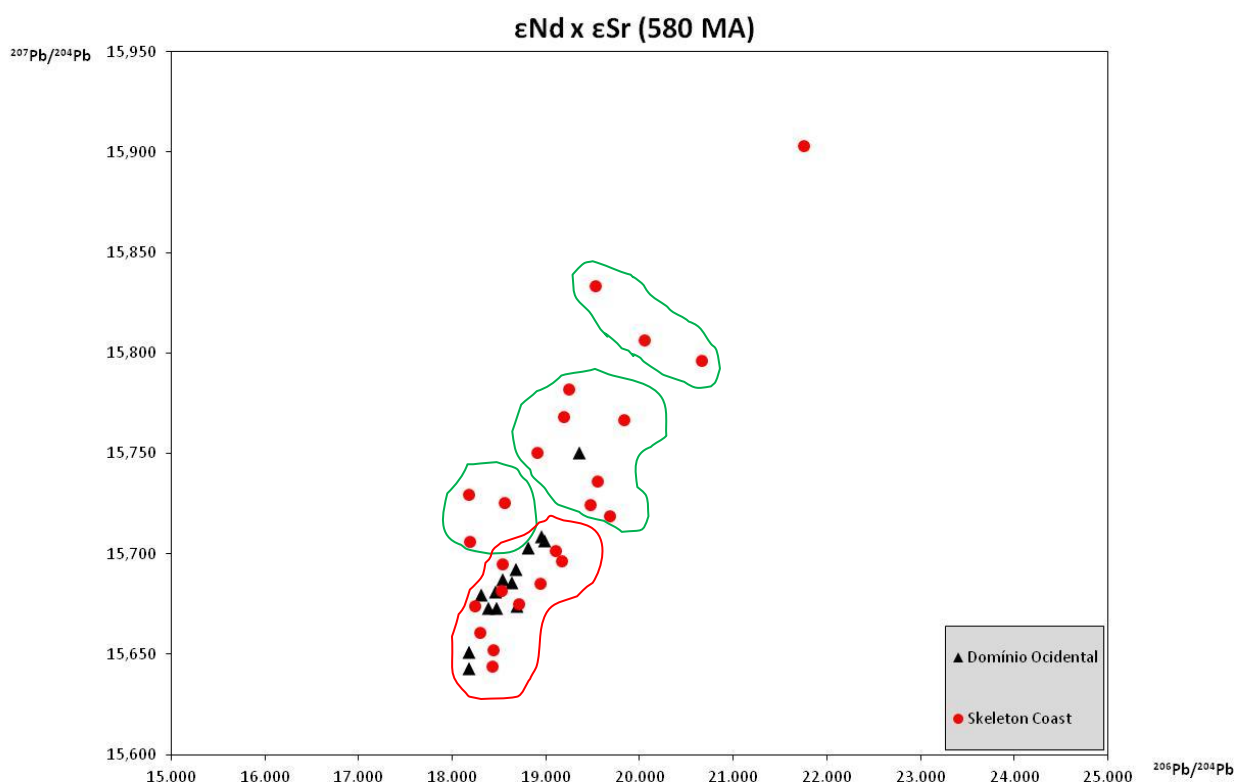


Figura 22 - diagrama $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} \times ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (para o Domínio Ocidental e Skeleton Coast)

Observando o diagrama construído para o Domínio Ocidental e para o Skeleton Coast percebemos que o conjunto de amostras do Domínio Ocidental é mais homogêneo com a maior parte das amostras apresentando razões $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ entre 15,625 e 15,725 (apenas uma amostra Sai desse intervalo).

O Skeleton Coast é mais heterogêneo que o Domínio Ocidental, apresenta um grande espalhamento. Pode ser dividido em distintos grupos. O conjunto de amostras demarcado de vermelho apresenta tendências similares às apresentadas no Domínio Ocidental; assinalados de verdes temos os outros grupos que constituem o cinturão Skeleton Coast esses, em geral, são mais radiogênicos, apresentam razões de $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ mais elevadas. Os resultados obtidos para chumbo confirmam as diferentes composições químicas encontradas e são evidências de que o Skeleton Coast é formado por distintos grupos de amostras sendo que um conjunto se assemelha mais às rochas pertencentes ao Domínio Ocidental.

Conclusões

A caracterização geoquímica e isotópica do conjunto de amostras analisados nos permite concluir que os embasamentos analisados tem origem distinta. O embasamento Kalamanyab amplamente exposto no Domínio Oriental tem parte das amostras apresentando características químicas típicas de rochas arqueanas, isso é confirmado pelos dados isotópicos obtidos em que as idades modelo $Nd_{(TDM)}$ variam entre 2900-2200 Ma. Os dados obtidos pelos métodos Pb-Pb e Rb-Sr apresentam evidências de que esse embasamento pode ser dividido em dois grupos com evolução crustal distinta, tal evolução deve refletir nas variações químicas encontradas. Dentre os grupos analisados o Embasamento Kalamanyab é o que apresenta maior período de residência crustal.

O embasamento Marien Fluss é mais novo, apresenta idades modelo $Nd_{(TDM)}$ aproximadas de 1550 Ma, este por sua vez não apresenta assinaturas químicas características de rochas arqueanas e mostra assinatura característica de granitos intraplaca.

Os granitos analisados localizam-se preferencialmente no Domínio Ocidental e Skeleton Coast, apresentam características químicas e mineralógicas de um magmatismo das séries cálcio-alcálico. Os granitos do Domínio Ocidental apresentam, em sua totalidade, características químicas e mineralógicas de granitos peraluminosos, no Skeleton Coast e no embasamento Marien Fluss temos parte dos granitoides apresentando caráter metaluminoso.

O Skeleton Coast apresenta uma granitogênese distinta quimicamente das demais encontradas nos outros domínios do cinturão. Aqui as rochas apresentam composição que varia de monzogranítica à tonalítica. Podemos afirmar que a região constitui-se de diferentes corpos graníticos com evolução crustal distinta. Algumas amostras apresentam assinaturas isotópicas similares à assinatura encontrada nos demais granitos do Domínio Ocidental. Podemos afirmar que a região constitui-se de diferentes corpos graníticos com evolução crustal distinta.

As rochas do Domínio Ocidental e a maioria das rochas do Skeleton Coast apresentam valores pouco negativos de ϵNd e as idades modelo $Nd_{(TDM)}$ próximas variando entre 1800-1200 Ma, aproximadamente.

Os valores de ϵNd indicam um baixo período de residência crustal para essas rochas que mesmo apresentando características químicas distintas podem partilhar de uma gênese comum. A maioria das amostras apresenta assinaturas típicas de granitos de arco magmático, entretanto alguns corpos com características intra-placa são encontrados.

As rochas do Kalamanyab apresentam uma gênese distinta das demais amostras analisadas, por outro lado não foram encontradas evidências de que tal embasamento possa ter sido fonte para as rochas pertencentes aos outros domínios do Cinturão Kaoko.

As assinaturas encontradas nas amostras analisadas nos permitem dizer que as rochas do Cinturão Kaoko se formaram num contexto de uma zona de subducção em uma margem continental ativa.

Referências Bibliográficas

Basei, M.A.S.; Frimmel, H.E.; Nutman, A.; Preciozzi, F. & Jacob, J. 2005. A connection between the Neoproterozoic Dom Feliciano Belt (Brazil/Uruguay) and Gariep (Namibia/South Africa) orogenic belts -evidence from a reconnaissance provenance study. *Precambrian Research*, v. 139, p. 195–221.

Basei, M.A.S.; Frimmel, H.E.; Nutman, A.P. & Preciozzi, F. 2008. West Gondwana amalgamation based on detrital zircon ages from Neoproterozoic Ribeira and Dom Feliciano belts of South America and comparison with coeval sequences from SW Africa. *Geological Society, Special Publication*, v. 294, p. 239-256.

Basei, M.A.S.; Siga Jr., O.; Masquelin, H.; Harara, O.M.; Reis Neto, J.M.; Preciozzi, F. 2000. The Dom Feliciano Belt of Brazil and Uruguay and its Fore-land Domain the Rio de la Plata Craton: framework, tectonic evolution and correlation with similar provinces of Southwestern Africa. In: "Tectonic Evolution of South America", Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A. and Campos, D. A. editores, p. 311-334, Rio de Janeiro.

DePaolo D. 1981. Crustal growth and mantle evolution: inferences from models of element transport and Nd and Sr. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 44: 1185---1196.

Fragoso César, A.R.S. 1980. O Cráton do Rio de La Plata e o Cinturão Dom Feliciano no Escudo Uruguaio-Sul-Riograndense. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 31, Camboriú, Anais, 5, p. 2879 -2891.

Franz, L.; Romer, R.L.; Dingeldey, D.P. 1999. Diachronous Pan-African granulite-facies metamorphism (650 Ma and 550 Ma) in the Kaoko belt, NW Namibia. *European Journal of Mineralogy*, v. 11, p. 167-180.

Frimmel H.E.; Basei M.A.S.; Gaucher C. 2011. Neoproterozoic geodynamic evolution of SW- Gondwana: a southern African perspective. *Int. J. Earth Sci (Geol. Rundsch)*, Doi: 10.1007/s00531-010-0571-9

Goscombe, B.; Hand, M.; Gray, D. 2003a. Structure of the Kaoko belt, Namibia: progressive evolution of a classic transpressional orogen. *Journal of Structural Geology*, v. 25, p. 1049-1081.

Goscombe, B.; Hand, M.; Gray, D.; Mawby, J.; 2003b. The metamorphic architecture of a transpressional orogen: the Kaoko belt, Namibia. *Journal of Petrology*, v. 44, p. 679-711.

Goscombe, B. & Gray, D.; 2007. The Coastal Terrane of the Kaoko Belt, Namibia: Outboard arc terrane and tectonic significance. *Precambrian Research*, v. 155, p. 139-158.

Hoffman, P.F.; Kaufman, A.J.; Halverson, G.P.; 1998. Comings and goings of global glaciations on a Neoproterozoic tropical platform in Namibia. *GSA Today*, v. 8, p. 1-9.

Konopásek, J.; Kröner, S.; Kitt, S.L.; Passchier, C.W.; Kröner, A. 2005. Oblique collision and evolution of large-scale transcurrent shear zones in the Kaoko belt, NW Namibia. *Precambrian Research*, v. 136, p.139-157.

Konopásek, J.; Košler, J.; Tajcmanová, L.; Ulrich, S.; Kitt, S.L. 2008. Neoproterozoic igneous complex emplaced along major tectonic boundary in the Kaoko Belt (NW Namibia): ion probe and LA-ICP-MS dating of magmatic and metamorphic zircons. *Journal of the Geological Society, London*, v. 165, p. 153-165.

Miller, R.M. 2008. Neoproterozoic and early Palaeozoic rocks of the Damara Orogen In: Miller RM (ed) *The Geology of Namibia*. Geological Survey of Namibia, Windhoek, p. 13-11 –13-410.

Passchier, C.W.; Trouw, R.A.J. *Microtectonics* 1996 e 2005 2^o edição

Pearce J.A., Harris, M.B.W., Tindle A.G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 25: 956---983.

Roser, B.P. & Korsher, R.J. 1986. Determination of tectonic setting of sand-stone-mudstone suites using SiO₂ content and K₂O/Na₂O ratio. *Journal of Geology*, v. 94, p. 635-650.

Seth, B.; Kröner, A.; Mezger, K.; Nemchin, A.A.; Pidgoen, R.T.; Okrusch, M. 1998. Archaean to Neoproterozoic magmatic events in the Kaoko belt of NW Namibia and their geodynamic significance. *Precambrian Research*, v. 92, p. 341-363.

Shand S. J. 1943. *Eruptive Rocks*. Wiley, New York. 444pp.

Silva, L.C.; McNaughton, N.J.; Armstrong, R.; Hartmann, L.A. & Fletcher, I.R. 2005. The Neoproterozoic Mantiqueira Province and its African connections: a zircon-based U–Pb geochronologic subdivision for the Brasiliano/Pan-African system of orogens. *Precambrian Research*, v. 136, p. 203-240.

Van de Flieddt, T.; Hoernes, S.; Jung, S.; Masberg, P.; Hoffer, E.; Schaltegger, U.; Friedrichsen, H. 2003. Lower crustal melting and the role of open-system processes in the genesis of syn-orogenic quartz diorite-granite-leucogranite associations: constraints from Sr–Nd–O isotopes from the Bandombaai Complex, Namibia. *Lithos*, v. 67, p. 205-226.

Will, T.M.; Gruner, B.B.; Okrusch, M. 2004. Progressive metamorphism of pelitic rocks from the Pan-African Kaoko Belt, NW Namibia: geothermobarometry and phase 19

petrological studies of Barrovian and Buchan sequences. South African Journal of Geology, v. 107, p. 431-454.

Apêndices

Tabela 1 – Resultados Geoquímicos (Elementos Maiores)

sample	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	LOI
NABR-01	70,74	0,63	13,59	3,51	0,06	0,99	1,40	2,96	3,86	0,22	1,6
NABR-02	72,10	0,21	13,63	1,72	0,04	0,50	1,80	3,26	4,70	0,08	1,6
NABR-18	65,85	0,55	14,28	5,47	0,06	3,18	2,36	2,40	3,57	0,12	1,8
NABR-19a	67,36	0,48	15,89	4,03	0,04	1,62	3,53	4,09	1,60	0,10	0,9
NABR-19b	62,51	0,66	16,23	6,21	0,10	2,34	4,88	3,16	2,05	0,13	1,4
NABR-19c	67,93	0,61	15,25	4,38	0,04	1,95	2,97	3,90	1,86	0,03	0,8
NABR-19d	62,69	0,66	17,18	4,93	0,06	2,44	4,29	3,69	2,20	0,15	1,4
NABR-20	60,71	0,61	16,20	5,91	0,09	2,69	5,36	3,82	2,01	0,26	1,9
NABR-23a	79,46	0,42	8,74	2,53	0,02	0,88	0,52	1,55	4,19	0,07	1,3
NABR-54	76,42	0,39	11,51	2,40	0,05	0,67	1,68	2,55	3,37	0,15	0,5
NABR-55	73,34	0,28	13,50	1,55	0,05	0,42	1,36	3,61	4,25	0,06	1,2
NABR-56	67,23	0,61	14,80	3,68	0,08	1,03	2,45	3,56	4,42	0,17	1,5
NABR-57	65,33	0,65	15,00	4,02	0,08	1,13	2,92	3,72	4,10	0,19	2,4
NABR-46	71,33	0,36	13,08	3,90	0,10	0,17	0,54	3,81	5,13	0,04	1,0
NABR-47	72,56	0,24	12,77	2,84	0,05	0,11	1,05	3,44	5,25	0,03	1,3
NABR-48a	76,02	0,26	11,92	1,25	0,02	0,22	0,79	2,84	5,24	0,02	1,0
NABR-26a	67,11	0,61	14,89	3,77	0,05	1,42	2,95	3,11	3,49	0,21	2,1
NABR-26b	71,13	0,28	14,40	1,92	0,02	0,62	1,62	2,90	5,43	0,06	1,2
NABR-27	67,25	0,55	15,59	3,23	0,03	1,19	1,93	2,73	6,11	0,25	0,8
NABR-28a	70,44	0,90	13,03	6,07	0,11	2,25	1,29	2,08	2,27	0,09	1,1
NABR-28b	73,65	0,26	12,97	1,48	0,02	0,63	1,59	2,09	5,91	0,23	0,9
NABR-29	64,16	0,83	15,98	4,53	0,04	1,85	2,71	2,94	5,15	0,47	1,0
NABR-31	70,32	0,42	14,81	2,12	0,03	0,64	1,80	3,96	4,15	0,14	1,2
NABR-32	66,48	0,52	16,36	4,13	0,06	1,35	4,62	3,16	2,29	0,14	0,7
NABR-33	69,55	0,42	15,18	3,04	0,05	0,89	3,07	3,07	3,75	0,12	0,6
NABR-34	72,77	0,27	13,69	2,32	0,02	0,63	1,57	3,02	4,25	0,12	1,1
NABR-39a	72,04	0,40	13,36	2,95	0,04	0,75	2,09	2,95	3,79	0,09	1,2
NABR-39b	72,89	0,35	13,72	2,83	0,04	0,70	3,16	3,74	1,20	0,17	1,0
NABR-40	69,92	0,66	13,76	3,99	0,06	1,00	1,97	2,75	4,65	0,22	0,7
NABR-36a	72,40	0,29	13,61	2,46	0,06	0,35	1,36	3,29	5,25	0,12	0,6
NABR-36b	71,57	0,28	14,16	2,54	0,06	0,37	1,41	3,49	5,47	0,12	0,3
NABR-36c	69,77	0,47	14,20	3,38	0,07	0,53	1,46	3,56	5,01	0,18	1,1
NABR-36d	70,56	0,41	14,15	3,10	0,08	0,47	1,23	3,32	5,61	0,15	0,7
NABR-36e	72,59	0,21	13,19	2,20	0,03	0,91	2,01	2,24	4,90	0,06	1,4
NABR-36f	67,96	0,47	14,52	4,53	0,07	2,10	2,67	2,28	4,07	0,12	0,9
NABR-36g	73,40	0,22	14,18	1,40	0,02	0,49	2,34	3,52	3,14	0,05	0,9
NABR-36h	74,08	0,08	13,69	0,84	0,01	0,20	1,18	2,70	5,98	0,05	0,9
NABR-106b	66,23	0,564	15,81	4,61	0,094	1,65	3,95	3,04	2,49	0,138	0,58
NABR-106c	68,47	0,744	14,73	3,40	0,040	0,84	2,15	3,22	4,07	0,230	0,68
NABR-106d	74,91	0,051	13,93	0,79	0,094	0,01	0,50	4,19	4,64	0,017	0,38
NABR-107b	73,17	0,116	13,78	0,49	0,004	0,23	0,92	2,49	6,87	0,099	0,86
NABR-110	72,90	0,283	13,38	2,17	0,036	0,38	1,14	2,76	5,51	0,066	0,42
NABR-111	72,92	0,155	14,46	1,26	0,043	0,24	0,95	3,32	5,57	0,120	0,54
NABR-112a	57,58	0,839	15,49	7,31	0,123	4,70	6,86	3,69	1,61	0,162	0,60
NABR-112b	72,95	0,24	13,95	2,09	0,04	0,49	1,92	3,33	4,26	0,08	0,5
NABR-112c	58,38	0,88	16,29	6,84	0,12	4,09	6,71	3,37	1,71	0,25	1,1
NABR-112e	72,91	0,008	13,88	0,06	< 0.002	< 0.01	0,10	1,69	9,96	0,002	0,22
NABR-113a	60,25	0,686	18,25	6,37	0,108	1,06	5,44	4,42	1,48	0,201	0,48
NABR-113b	75,46	0,306	12,17	1,95	0,062	0,25	0,98	4,20	3,59	0,039	0,44
NABR-114a	64,85	0,505	16,09	7,29	0,070	0,27	4,36	4,76	0,45	0,083	0,14
NABR-116a	62,93	0,865	16,41	5,47	0,087	2,40	4,51	2,82	2,45	0,165	1,00
NABR-116b	62,36	0,78	17,85	5,75	0,09	1,67	4,98	3,51	2,14	0,25	0,4
NABR-116c	61,52	0,69	18,94	3,83	0,04	1,67	3,90	4,55	3,53	0,41	0,7
NABR-116e	78,75	0,012	11,60	0,30	0,018	0,02	0,27	5,22	1,91	0,060	0,62

Tabela 2 – Resultados Geoquímicos (elementos Menores)

sample	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd
NABR-01	148,1	199,6	26,7	303,9	16,4	2,1	1040	53,9	121,6	12,32	44,0	7,25	1,60	5,12
NABR-02	180,0	223,8	14,9	90,4	10,9	3,2	486	30,8	56,9	5,99	20,1	2,98	0,56	2,03
NABR-18	155,8	185,6	14,5	156,7	6,3	6,9	372	26,5	54,6	6,60	24,5	4,42	0,95	3,24
NABR-19a	51,7	539,0	7,9	114,1	5,5	0,5	526	17,7	31,3	4,36	16,7	3,04	1,02	2,41
NABR-19b	57,6	413,3	15,7	132,8	5,1	0,6	445	12,7	27,4	3,73	15,8	3,38	1,08	3,27
NABR-19c	59,2	465,3	1,6	257,4	5,8	0,5	558	9,2	16,2	1,69	5,9	0,82	0,66	0,56
NABR-19d	62,6	482,4	9,5	155,3	8,2	0,4	663	30,7	68,6	8,14	33,1	6,53	1,02	4,89
NABR-20	48,3	819,8	14,4	132,0	6,5	0,7	1145	35,7	63,8	8,06	33,0	5,05	1,36	3,77
NABR-23a	109,9	107,8	45,4	206,7	7,1	0,7	1042	36,3	82,2	9,26	36,7	6,06	1,15	5,26
NABR-54	193,6	230,5	40,2	167,8	12,8	7,4	424	32,9	74,8	8,49	31,5	6,45	0,89	5,83
NABR-55	161,4	249,9	18,1	132,4	11,4	1,0	1071	30,6	62,0	6,83	24,1	3,96	0,90	2,85
NABR-56	143,2	233,9	33,3	329,5	15,6	0,8	1518	56,7	124,2	13,24	49,5	8,33	1,63	6,33
NABR-57	123,0	347,7	34,0	331,1	14,2	1,7	1702	55,5	120,9	13,03	47,9	8,33	1,78	6,42
NABR-46	193,7	26,8	201,7	820,1	75,1	1,2	313	240,6	434,7	56,83	214,6	39,37	2,03	37,93
NABR-47	164,0	53,9	128,9	541,8	71,0	1,4	522	139,3	311,1	33,45	128,2	23,16	1,42	21,09
NABR-48a	108,2	195,4	38,8	174,0	10,7	0,2	1380	52,0	116,3	12,52	46,1	8,31	1,18	6,89
NABR-26a	116,7	290,8	6,2	237,4	7,4	1,4	741	43,5	84,8	9,29	33,4	4,18	1,14	2,56
NABR-26b	116,1	316,1	7,8	216,9	6,0	0,6	1302	95,6	191,1	19,99	69,1	10,15	1,25	6,10
NABR-27	174,8	254,8	13,4	197,9	18,8	1,3	1170	26,6	54,4	6,46	25,3	4,40	1,34	3,62
NABR-28a	87,3	134,7	32,6	234,1	14,5	2,6	350	47,6	106,1	11,84	47,7	8,41	1,36	7,20
NABR-28b	206,8	204,7	17,6	131,8	8,7	2,4	1125	47,8	106,4	11,94	45,5	7,91	1,34	6,04
NABR-29	180,9	226,4	38,3	314,3	27,3	1,5	986	63,6	143,1	16,68	60,8	12,77	1,59	11,76
NABR-31	90,1	544,8	11,1	194,2	8,3	0,3	1391	63,7	128,4	13,03	44,2	6,12	1,27	3,93
NABR-32	127,0	196,8	16,4	194,9	14,4	7,7	352	35,6	70,3	7,67	27,9	4,67	1,15	3,88
NABR-33	161,3	175,0	18,5	157,2	10,6	5,5	530	38,2	82,5	9,33	34,1	6,34	1,01	5,01
NABR-34	135,7	160,6	28,2	132,9	9,0	3,6	649	34,4	80,1	9,12	33,9	7,08	1,21	5,75
NABR-39a	141,9	90,7	17,9	207,9	10,0	1,7	304	58,8	132,2	13,97	51,7	8,55	0,85	5,99
NABR-39b	77,8	99,8	19,9	213,4	10,9	1,4	55	15,3	30,3	3,46	15,8	3,80	0,86	4,19
NABR-40	205,2	134,9	25,1	295,3	19,1	3,7	487	17,8	41,0	4,46	17,2	3,85	1,02	4,12
NABR-36a	281,1	102,9	31,3	219,8	47,6	5,9	310	61,6	141,9	15,49	54,1	9,55	0,86	7,01
NABR-36b	279,6	126,2	23,8	251,3	38,8	5,0	350	59,7	122,6	13,64	48,7	8,59	0,80	6,15
NABR-36c	284,3	94,5	44,0	284,8	54,3	7,0	292	70,1	160,4	18,17	65,8	11,30	0,75	8,88
NABR-36d	312,8	99,0	41,5	293,3	47,0	6,9	249	81,2	173,5	20,15	71,5	12,74	0,82	9,44
NABR-36e	133,5	171,8	13,6	95,8	9,1	2,1	1147	25,6	54,6	5,89	21,3	3,98	1,06	3,47
NABR-36f	123,9	216,5	28,7	141,9	8,4	4,4	978	28,3	59,2	6,17	23,0	4,55	1,35	5,02
NABR-36g	72,8	451,5	7,4	119,2	6,9	1,7	822	68,3	135,0	14,26	50,0	7,28	1,62	4,42
NABR-36h	92,9	327,6	4,2	53,3	2,8	1,0	1071	5,1	11,8	1,10	4,5	0,94	1,02	0,88
NABR-106b	148	181	27,6	200	16,0	12,6	478	34,2	53,8	7,75	28,8	5,93	1,22	5,00
NABR-106c	168	309	15,6	512	29,3	3,38	3163	120	216	22,3	77,9	11,6	2,34	7,98
NABR-106d	263	23,7	31,5	54,7	13,6	1,82	64,6	9,63	14,9	2,32	8,94	2,98	0,19	2,96
NABR-107b	125	227	17,3	575	<0.01	0,50	1516	75,5	159	17,9	66,5	13,9	1,98	10,5
NABR-110	310	83,2	31,9	156	22,8	3,05	398	45,3	83,1	10,7	38,7	8,46	0,95	6,97
NABR-111	330	76,5	63,6	79,8	18,4	7,24	420	35,4	66,1	8,65	32,9	9,38	0,69	9,52
NABR-112a	84,8	218	23,1	89,7	10,9	3,01	357	18,0	37,2	5,26	20,4	4,44	1,21	4,29
NABR-112b	131,2	120,1	10,7	138,1	7,0	2,8	384	17,9	37,6	4,28	16,3	2,89	0,71	2,43
NABR-112c	78,1	335,2	27,3	82,6	9,6	2,4	437	21,9	47,3	6,27	23,9	5,34	1,29	4,98
NABR-112e	252	126	0,79	1,90	0,17	5,35	1574	0,44	0,33	0,07	0,28	0,07	0,66	0,09
NABR-113a	51,5	400	20,8	508	12,2	3,92	624	22,9	40,1	5,66	22,8	4,56	2,61	4,21
NABR-113b	49,2	66,5	47,7	403	16,1	0,50	347	41,3	74,0	10,2	37,1	7,49	1,43	6,90
NABR-114a	9,98	358	9,76	517	6,09	0,90	501	14,8	20,4	2,99	11,4	2,18	2,60	2,00
NABR-116a	139	299	15,3	159	8,91	10,8	475	27,4	48,4	6,60	24,9	4,77	1,14	3,78
NABR-116b	148,5	279,4	29,0	192,0	13,9	11,8	328	17,5	41,4	5,46	24,5	5,73	1,66	5,85
NABR-116c	166,4	235,8	23,3	224,4	16,5	7,2	351	36,8	82,4	9,68	36,9	7,77	1,29	6,52
NABR-116e	118	22,6	4,85	21,9	2,78	6,45	45	1,30	2,10	0,30	1,14	0,38	0,05	0,39

Tabela 3 - Resultados Geoquímicos (elementos Menores)

sample	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Pb	Th	U	Zn	Ga	Ta
NABR-01	0,86	4,60	0,95	2,76	0,43	2,77	0,42	7,9	9,3	15,5	2,7	43	15,3	1,9
NABR-02	0,36	2,02	0,45	1,42	0,24	1,78	0,30	3,0	9,9	29,2	5,7	27	13,1	2,2
NABR-18	0,50	2,63	0,51	1,45	0,23	1,45	0,22	4,1	5,5	8,8	2,5	94	17,5	1,2
NABR-19a	0,33	1,53	0,27	0,69	0,10	0,56	0,08	3,1	1,8	4,0	0,4	52	17,1	1,2
NABR-19b	0,52	2,72	0,54	1,58	0,22	1,35	0,22	3,8	1,6	0,8	0,3	83	21,7	0,9
NABR-19c	0,07	0,30	0,06	0,18	0,03	0,24	0,05	7,1	1,9	2,5	0,5	64	17,5	1,0
NABR-19d	0,56	2,34	0,34	0,88	0,12	0,74	0,11	3,9	2,6	11,9	0,8	70	22,5	1,0
NABR-20	0,53	2,65	0,49	1,49	0,22	1,43	0,22	3,9	1,7	5,5	0,4	84	18,8	1,1
NABR-23a	0,94	5,94	1,42	5,17	0,80	5,13	0,85	5,9	2,3	15,8	1,9	13	9,0	1,3
NABR-54	1,12	6,62	1,37	3,98	0,63	3,84	0,56	5,5	3,1	18,2	3,7	31	10,5	1,8
NABR-55	0,50	2,82	0,57	1,71	0,25	1,70	0,27	4,2	8,0	9,5	2,0	11	15,4	1,8
NABR-56	1,04	5,84	1,11	3,32	0,53	3,46	0,53	9,0	4,9	17,3	3,9	58	16,7	1,7
NABR-57	1,04	5,76	1,15	3,26	0,52	3,34	0,52	9,3	18,1	15,3	3,6	68	17,1	1,4
NABR-46	6,20	34,99	7,13	19,69	2,79	17,25	2,63	23,7	23,1	29,7	5,0	220	34,3	4,6
NABR-47	3,78	22,04	4,61	13,99	2,13	13,82	2,06	17,9	22,5	32,9	8,1	101	27,9	5,0
NABR-48a	1,21	6,79	1,44	4,08	0,62	3,93	0,52	6,2	5,2	21,2	1,0	16	12,6	1,7
NABR-26a	0,31	1,17	0,21	0,65	0,09	0,67	0,12	7,1	1,7	9,8	1,2	58	18,1	1,2
NABR-26b	0,65	2,21	0,27	0,63	0,08	0,49	0,08	6,1	4,8	36,3	0,9	33	16,6	1,0
NABR-27	0,58	2,89	0,48	1,27	0,15	0,87	0,14	5,9	3,2	9,8	1,6	52	18,3	1,5
NABR-28a	1,05	5,71	1,13	3,37	0,51	3,32	0,51	7,2	2,2	17,3	2,6	77	16,6	1,9
NABR-28b	0,87	3,87	0,64	1,51	0,17	0,84	0,11	4,3	3,6	31,7	2,8	29	13,8	1,4
NABR-29	1,87	8,20	1,28	3,22	0,35	1,90	0,26	9,1	3,2	33,0	2,4	88	18,8	1,5
NABR-31	0,52	2,46	0,40	1,05	0,14	0,77	0,11	5,1	12,0	21,9	1,5	50	18,2	1,2
NABR-32	0,62	3,10	0,58	1,57	0,21	1,05	0,16	6,3	2,7	11,5	1,6	62	20,2	1,7
NABR-33	0,81	4,13	0,67	1,75	0,23	1,31	0,19	4,8	4,1	18,6	2,4	43	18,0	1,8
NABR-34	0,94	4,77	0,89	2,58	0,37	2,16	0,34	4,5	6,9	16,7	4,0	50	14,7	1,5
NABR-39a	0,86	3,73	0,63	1,51	0,22	1,29	0,20	6,3	2,9	34,5	1,7	43	17,2	1,4
NABR-39b	0,71	3,70	0,75	1,94	0,26	1,43	0,22	6,1	2,7	3,6	1,0	45	19,3	1,4
NABR-40	0,78	4,71	0,94	2,23	0,28	1,52	0,23	8,5	5,2	12,0	1,7	59	18,4	1,7
NABR-36a	1,12	5,81	1,13	3,30	0,49	3,32	0,50	8,2	10,1	50,9	6,3	44	20,7	1,5
NABR-36b	0,91	4,49	0,84	2,41	0,35	2,18	0,33	7,3	11,8	45,4	4,9	46	18,6	4,4
NABR-36c	1,47	7,94	1,53	4,55	0,69	4,60	0,65	8,3	8,0	44,5	3,8	57	20,1	3,9
NABR-36d	1,49	8,01	1,50	4,37	0,66	4,30	0,62	10,0	5,7	49,7	3,6	51	19,6	13,2
NABR-36e	0,57	2,64	0,52	1,35	0,17	1,03	0,16	3,3	8,5	14,9	1,2	30	13,5	3,8
NABR-36f	0,94	5,29	1,14	3,00	0,43	2,66	0,37	4,3	7,9	13,2	2,0	45	14,1	1,4
NABR-36g	0,48	1,84	0,25	0,59	0,09	0,59	0,09	3,6	7,5	23,6	2,3	25	15,2	1,7
NABR-36h	0,15	0,78	0,17	0,45	0,05	0,38	0,06	2,0	9,7	1,5	1,6	10	12,6	1,4
NABR-106b	0,78	4,62	0,98	2,79	0,44	3,05	0,47	5,90	20,9	11,3	1,90	61,8	18,3	1,1
NABR-106c	0,83	3,76	0,56	1,30	0,15	0,92	0,14	11,0	22,7	22,8	1,14	74,6	19,1	2,4
NABR-106d	0,60	4,27	1,03	3,23	0,57	4,22	0,63	3,10	35,6	13,6	3,74	14,4	23,7	1,1
NABR-107b	1,21	4,73	0,63	1,38	0,19	1,42	0,28	15,3	47,6	39,3	4,15	7,6	10,1	0,9
NABR-110	1,06	5,73	1,06	2,71	0,37	2,24	0,33	4,84	34,8	29,8	5,08	33,6	17,1	1,1
NABR-111	1,85	10,6	1,87	4,63	0,65	4,07	0,54	2,88	40,2	20,8	9,48	40,8	18,8	-
NABR-112a	0,67	3,89	0,82	2,31	0,34	2,26	0,34	2,90	10,2	3,05	1,50	66,8	17,3	-
NABR-112b	0,42	2,09	0,39	1,35	0,17	1,10	0,15	4,3	2,2	6,8	1,3	36	16,1	-
NABR-112c	0,90	4,52	1,02	2,99	0,42	2,65	0,43	2,7	1,7	4,5	1,0	38	18,7	-
NABR-112e	0,01	0,09	0,02	0,07	<0,01	0,07	0,01	0,12	37,5	0,10	0,20	< 2	8,6	-
NABR-113a	0,62	3,49	0,75	2,14	0,33	2,26	0,36	11,5	10,3	2,90	1,71	90,9	20,8	-
NABR-113b	1,16	7,18	1,62	4,85	0,77	5,37	0,81	10,4	16,8	7,41	1,87	55,1	18,9	-
NABR-114a	0,28	1,58	0,34	0,99	0,15	1,08	0,18	11,0	11,5	1,50	1,21	80,1	20,9	0,7
NABR-116a	0,51	2,77	0,55	1,48	0,22	1,43	0,21	4,37	12,1	10,4	3,07	76,2	18,5	1,2
NABR-116b	1,05	5,41	1,16	3,29	0,45	2,49	0,39	5,2	1,8	3,5	1,7	70	23,6	1,1
NABR-116c	1,00	4,22	0,83	2,35	0,35	2,09	0,30	6,2	2,8	13,4	2,3	80	25,1	2,1
NABR-116e	0,09	0,62	0,15	0,47	0,08	0,62	0,09	1,94	16,2	1,47	1,28	7,6	14,4	-

Tabela 4 – Resultados Rb-Sr

AMOSTRA	MATERIAL	87Sr/86Sr	erro (2s)	Rb ppm	Sr ppm	87Rb/86Sr	TDM (Ma)	eSr(580 Ma)	eSr(600 Ma)	
NABR-01	Granito	0,762659	0,000040	148,1	199,6	2,1591	1987	582,2	573,8	Kalamanja
NABR-02	Gnaiss	0,766591	0,000035	180,0	223,8	2,3413	1948	616,7	607,5	
NABR-18	Gnaiss	0,763261	0,000044	155,8	185,6	2,4428	1771	557,4	547,8	
NABR-19a	Gnaiss	0,714075	0,000045	51,7	539,0	0,2778	3541	113,0	112,2	
NABR-19b	Gnaiss	0,715663	0,000060	57,6	413,3	0,4037	2608	120,8	119,5	
NABR-19c	Gnaiss	0,717701	0,000022	59,2	465,3	0,3686	3318	153,8	152,7	
NABR-19d	Gnaiss	0,718497	0,000027	62,6	482,4	0,3760	3409	164,3	163,1	
NABR-20	Gnaiss	0,708172	0,000047	48,3	819,8	0,1705	3334	41,7	41,4	
NABR-23a	Gnaiss	0,759989	0,000074	109,9	107,8	2,9658	1379	449,5	437,8	
NABR-54	Biotita Ortognaisse	0,767606	0,000094	193,6	230,5	2,4452	1894	618,9	609,3	
NABR-55	Equigranular Biotite Granite	0,757036	0,000047	161,4	249,9	1,8783	2077	535,3	528,0	Marien Flu
NABR-56	Granite deformado com megacrists	0,748273	0,000063	143,2	233,9	1,7790	1847	422,5	415,6	
NABR-57	Biotita Granite deformado	0,731849	0,000041	123,0	347,7	1,0263	2099	277,6	273,7	
NABR-47	Granito	0,866913	0,000041	164,0	53,9	8,9442	1291	1266,2	1230,2	
NABR-26a	Granito	0,718099	0,000056	116,7	290,8	1,1626	992	66,2	61,8	
NABR-26b	Granito	0,717221	0,000040	116,1	316,1	1,0640	1028	65,3	61,3	
NABR-27	Granito	0,725493	0,000036	174,8	254,8	1,9890	837	74,2	66,4	
NABR-28a	Granito	0,732921	0,000026	87,3	134,7	1,8804	1168	192,4	185,1	
NABR-28b	Granito	0,732855	0,000030	206,8	204,7	2,9311	743	68,1	56,5	
NABR-29	Granito	0,730916	0,000062	180,9	226,4	2,3178	883	112,6	103,5	Domínio Ocidental
NABR-30	Gnaiss	0,732949	0,000046	97,0	128,8	2,1850	1003	157,1	148,5	
NABR-31	Granito	0,711123	0,000023	90,1	544,8	0,4788	1432	47,4	45,8	
NABR-32	Granito	0,727785	0,000063	127,0	196,8	1,8714	978	120,5	113,3	
NABR-33	Biotita Granite	0,732844	0,000065	161,3	175,0	2,6742	815	98,1	87,5	
NABR-34	Granito	0,730669	0,000071	135,7	160,6	2,4510	827	93,4	83,8	
NABR-39a	Granito	0,746368	0,000088	141,9	90,7	4,5452	687	70,4	52,2	
NABR-39b	Granito	0,728252	0,000062	77,8	99,8	2,2607	822	81,4	72,6	
NABR-40	Granito	0,743831	0,000077	205,2	134,9	4,4181	666	49,3	31,6	
NABR-36a	Granito	0,774110	0,000038	281,1	102,9	7,9580	637	63,5	31,5	Skeleton Coast
NABR-36b	Granito	0,760186	0,000041	279,6	126,2	6,4453	634	43,4	17,6	
NABR-36c	Granito	0,779666	0,000058	284,3	94,5	8,7688	622	47,2	11,9	
NABR-36d	Granito	0,783887	0,000052	312,8	99,0	9,2131	624	55,0	17,8	
NABR-36e	Granito	0,738879	0,000043	133,5	171,8	2,2559	1158	233,0	224,1	
NABR-36f	Granito	0,732560	0,000050	123,9	216,5	1,6604	1311	213,2	206,8	
NABR-36g	Granito	0,717861	0,000050	72,8	451,5	0,4671	2576	144,5	143,0	
NABR-36h	Granito	0,719497	0,000054	92,9	327,6	0,8217	1551	126,1	123,1	
NABR-38a	Migmatito	0,783480	0,000044	174,5	63,1	8,0635	710	184,3	151,8	
NABR-38b	Migmatito	0,768569	0,000051	108,5	48,1	6,5676	712	148,2	121,8	
NABR-38c	Migmatito	0,809304	0,000069	200,1	48,5	12,0603	625	81,6	32,8	
NABR-38d	Migmatito	0,815266	0,000081	292,7	64,8	13,2115	602	31,0	-22,4	
NABR-106b	Biotita Tonalito	0,728519	0,000058	148,1	181,3	2,3690	56158	72,5	63,2	
NABR-106c	Biotita granito cinza	0,722223	0,000066	168,1	308,5	1,5794	73295	75,8	69,7	
NABR-106d	Leucogranito roseo	0,894993	0,000069	263,4	23,7	32,7718	5894	-1134,6	-1267,6	
NABR-107b	Granitoide pegmatítico	0,729912	0,000064	125,2	226,8	1,6008	72685	182,5	176,4	
NABR-110	Biotita granito a mega feldspato	0,779704	0,000060	309,8	83,2	10,8504	16632	-196,8	-240,7	
NABR-111	Leucogranito roseo grosso	0,797638	0,000063	330,4	76,5	12,6092	14548	-148,7	-199,7	
NABR-112a	Granito a mega feldspato	0,717315	0,000056	84,8	217,8	1,1277	89460	59,2	54,9	
NABR-112b	Granito a mega feldspato	0,741386	0,000091	131,2	120,1	3,1722	45585	160,9	148,4	
NABR-112c	Biotita tonalito	0,735504	0,000090	78,1	335,2	0,6762	117253	370,6	368,2	
NABR-112e	Leucogranito	0,750177	0,000070	251,8	125,9	5,8139	28422	-24,6	-47,9	
NABR-113a	Granada biotita tonalito	0,713149	0,000063	51,5	400,5	0,3726	152870	88,7	87,5	
NABR-113b	Leucogranito milonítico	0,733930	0,000059	49,2	66,5	2,1477	59814	175,4	167,0	
NABR-114c	Biotita granito porfirítico	0,710014	0,000054	10,0	358,0	0,0807	254251	78,4	78,5	
NABR-116a	Biotita granitoide	0,720674	0,000050	139,5	299,1	1,3512	80586	80,6	75,5	
NABR-116b	Tonalito com enclaves máficos	0,711055	0,000078	148,5	279,4	1,5387	74428	-78,1	-84,0	
NABR-116e	Leucogranito roseo	0,825337	0,000069	117,6	22,6	15,2218	12040	-62,1	-123,7	

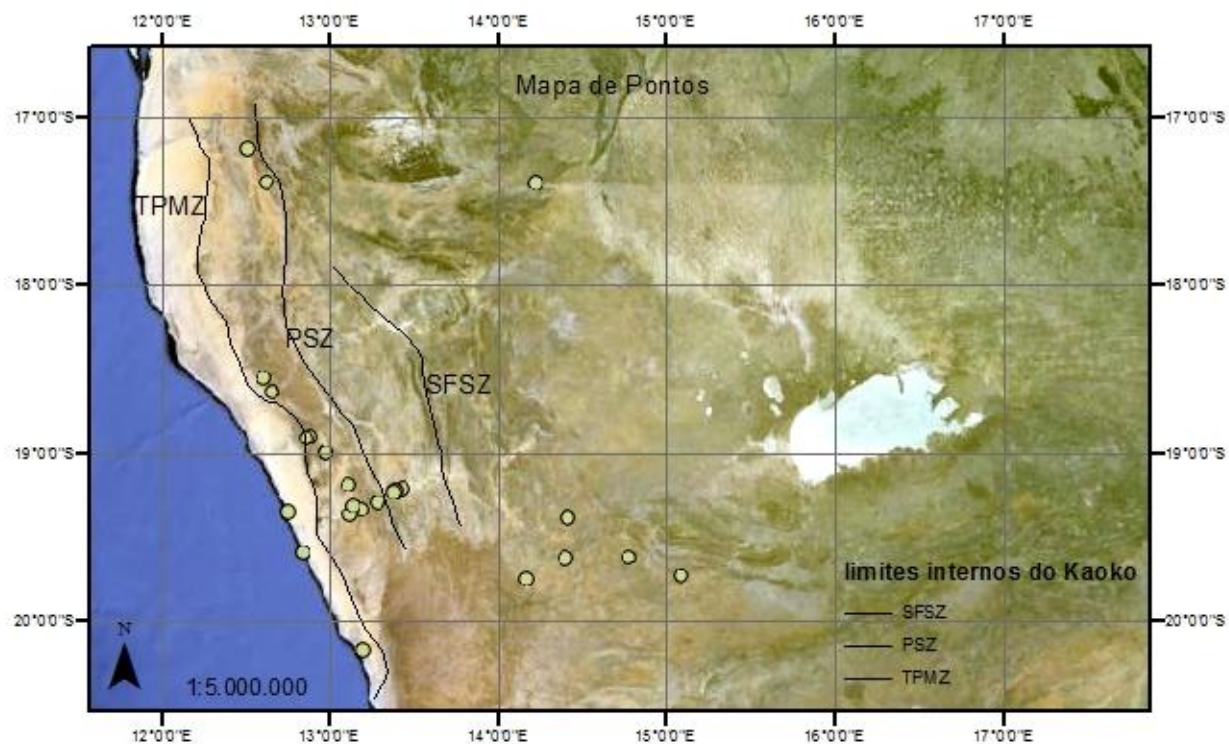
Tabela 5 – Resultados Sm-Nd

AMOSTRA	MATERIAL	143Nd/144Nd	erro (2s)	εNd(0)	Nd ppm	Sm ppm	147Sm/144Nd	TDM (Ma)	εNd(TDM)	εNd(580 Ma)	εNd(600 Ma)	
NABR-01	Granito	0,511180	0,000011	-28,4	44,0	7,25	0,0996	2503	2,55	-21,3	-21,0	Kalamanjab
NABR-02	Gnaiss	0,511255	0,000010	-27,0	20,1	2,98	0,0897	2203	3,09	-19,1	-18,8	
NABR-18	Gnaiss	0,511096	0,000012	-30,1	24,5	4,42	0,1091	2866	1,94	-23,6	-23,4	
NABR-19a	Gnaiss	0,511175	0,000012	-28,5	16,7	3,04	0,1101	2772	2,09	-22,1	-21,9	
NABR-19b	Gnaiss	0,511680	0,000011	-18,7	15,8	3,38	0,1294	2477	2,59	-13,7	-13,5	
NABR-19c	Gnaiss	0,510839	0,000011	-35,1	5,9	0,82	0,0840	2607	2,36	-26,8	-26,5	
NABR-19d	Gnaiss	0,511475	0,000010	-22,7	33,1	6,53	0,1193	2548	2,47	-17,0	-16,8	
NABR-20	Gnaiss	0,511145	0,000013	-29,1	33,0	5,05	0,0925	2397	2,73	-21,4	-21,1	
NABR-23a	Gnaiss	0,511665	0,000012	-19,0	36,7	6,06	0,0998	1844	3,81	-11,8	-11,6	
NABR-54	Biotita Ortogneisse	0,511730	0,000010	-17,7	31,5	6,45	0,1238	2232	3,04	-12,3	-12,1	
NABR-56	Granite deformado com megacristais	0,511365	0,000010	-24,8	49,5	8,33	0,1018	2292	2,93	-17,8	-17,6	
NABR-46	Granito	0,511948	0,000005	-13,5	214,6	39,37	0,1109	1622	4,28	-7,1	-6,9	Marien Fluss
NABR-47	Granito	0,511942	0,000010	-13,6	128,2	23,16	0,1092	1604	4,32	-7,1	-6,9	
NABR-48a	Granito	0,511561	0,000005	-21,0	26,8	4,26	0,0961	1921	3,65	-13,6	-13,3	
NABR-26b	Granito	0,511976	0,000008	-12,9	69,1	10,15	0,0888	1303	5,01	-4,9	-4,7	Dominio Occidental
NABR-27	Granito	0,512082	0,000012	-10,8	25,3	4,40	0,1052	1348	4,90	-4,1	-3,8	
NABR-28a	Granito	0,511950	0,000010	-13,4	47,7	8,41	0,1066	1554	4,43	-6,8	-6,5	
NABR-28b	Granito	0,512073	0,000009	-11,0	45,5	7,91	0,1051	1361	4,87	-4,3	-4,0	
NABR-29	Granito	0,512162	0,000012	-9,3	60,8	12,77	0,1270	1545	4,46	-4,1	-3,9	
NABR-30	Gnaiss	0,511935	0,000009	-13,7	39,2	6,63	0,1023	1514	4,52	-6,7	-6,5	
NABR-31	Granito	0,512043	0,000012	-11,6	44,2	6,12	0,0837	1174	5,32	-3,2	-3,0	
NABR-32	Granito	0,512018	0,000013	-12,1	27,9	4,67	0,1012	1388	4,81	-5,0	-4,8	
NABR-34	Granito	0,512121	0,000008	-10,1	33,9	7,08	0,1263	1604	4,33	-4,9	-4,7	
NABR-39a	Granito	0,512076	0,000009	-11,0	51,7	8,55	0,1000	1297	5,02	-3,8	-3,6	
NABR-39b	Granito	0,512242	0,000009	-7,7	15,8	3,80	0,1454	1783	3,94	-3,9	-3,8	
NABR-40	Granito	0,512183	0,000010	-8,9	17,2	3,85	0,1354	1669	4,18	-4,3	-4,2	
NABR-36a	Granito	0,512140	0,000009	-9,7	54,1	9,55	0,1067	1286	5,05	-3,1	-2,8	Skeleton Coast
NABR-36b	Granito	0,512171	0,000008	-9,1	48,7	8,59	0,1067	1242	5,15	-2,4	-2,2	
NABR-36c	Granito	0,512117	0,000010	-10,2	65,8	11,30	0,1038	1284	5,05	-3,3	-3,1	
NABR-36d	Granito	0,512119	0,000008	-10,1	71,5	12,74	0,1077	1328	4,95	-3,5	-3,3	
NABR-36e	Granito	0,512016	0,000008	-12,1	21,3	3,98	0,1130	1553	4,44	-5,9	-5,7	
NABR-36f	Granito	0,512053	0,000009	-11,4	23,0	4,55	0,1196	1601	4,33	-5,7	-5,5	
NABR-36g	Granito	0,511902	0,000010	-14,4	50,0	7,28	0,0880	1383	4,82	-6,3	-6,0	
NABR-110	Biotita granito a mega feldspato	0,512124	0,000007	-10,0	38,7	8,46	0,1321	1714	4,1	-5,3	-5,1	
NABR-111	Leucogranito roseo grosso	0,511210	0,000006	-27,9	32,9	9,38	0,1727	10877	5,4	-26,1	-26,0	
NABR-112a	Granito a mega feldspato	0,512247	0,000008	-7,6	20,4	4,44	0,1314	1472	4,6	-2,8	-2,6	
NABR-112b	Granito a mega feldspato	0,512198	0,000009	-8,6	16,3	2,89	0,1072	1210	5,2	-2,0	-1,7	
NABR-112c	Biotita tonalito	0,512118	0,000012	-10,1	23,9	5,34	0,1351	1790	3,9	-5,6	-5,4	
NABR-113a	Granada biotita tonalito	0,512148	0,000007	-9,6	22,8	4,56	0,1210	1470	4,6	-4,0	-3,8	
NABR-113b	Leucogranito milonítico	0,512481	0,000007	-3,1	37,1	7,49	0,1219	939	5,9	2,5	2,7	
NABR-114c	Biotita granito profirítico	0,512137	0,000008	-9,8	11,4	2,18	0,1158	1409	4,8	-3,8	-3,6	
NABR-116a	Biotita granitoide	0,512053	0,000008	-11,4	24,9	4,77	0,1161	1542	4,5	-5,4	-5,2	
NABR-116b	Tonalito com enclaves máficos	0,512460	0,000012	-3,5	24,5	5,73	0,1414	1228	5,2	0,6	0,8	
NABR-116c	Biotita granito com xenólitos xisto	0,512233	0,000012	-7,9	36,9	7,77	0,1273	1427	4,7	-2,8	-2,6	

Tabela 6 – Resultados Pb-Pb

AMOSTRA	MATERIAL	206Pb/204Pb	erro ¹	207Pb/204Pb	erro ¹	208Pb/204Pb	erro ¹	
NABR-01	Granito	19,107	0,010	15,791	0,012	40,614	0,015	Kalamanjab
NABR-02	Ortognaisse	23,951	0,010	16,296	0,011	43,173	0,013	
NABR-18	Gnaiss	18,860	0,005	15,679	0,005	40,435	0,007	
NABR-19a	Gnaiss	14,778	0,005	15,006	0,006	37,353	0,007	
NABR-19b	Gnaiss	14,659	0,005	14,983	0,005	35,536	0,006	
NABR-19c	Gnaiss	14,926	0,004	15,035	0,004	36,163	0,004	
NABR-19d	Gnaiss	15,606	0,003	15,125	0,004	41,493	0,004	
NABR-20	Gnaiss	15,632	0,004	15,263	0,004	38,103	0,004	
NABR-23a	Gnaiss	19,085	0,004	15,761	0,004	41,240	0,004	
NABR-54	Biotita Ortognaisse	19,742	0,013	15,851	0,013	39,548	0,013	
NABR-55	Equigranular Biotita Granito	19,471	0,010	15,809	0,009	39,236	0,010	
NABR-56	Granito deformado, com megacristais	24,957	0,009	16,339	0,010	46,990	0,011	
NABR-57	Biotita Granito deformado	18,365	0,007	15,614	0,007	38,564	0,008	
NABR-46	Granito deformado, com megacristais	19,044	0,011	15,650	0,012	39,965	0,012	Marien Fluss
NABR-47	Granito deformado, com megacristais	19,144	0,005	15,698	0,005	39,250	0,006	
NABR-48a	Granito	17,383	0,006	15,573	0,006	41,124	0,001	
NABR-26a	Granito	18,473	0,006	15,673	0,007	38,372	0,008	Domínio Occidental
NABR-26b	Granito	18,183	0,004	15,643	0,004	40,785	0,004	
NABR-27	Granito	18,314	0,004	15,679	0,005	38,823	0,004	
NABR-28a	Granito	19,352	0,004	15,750	0,004	41,666	0,004	
NABR-28b	Granito	18,643	0,004	15,685	0,004	40,012	0,005	
NABR-29	Granito	18,683	0,006	15,692	0,006	41,957	0,006	
NABR-30	Granada Biotita Gnaiss migmatito	18,688	0,018	15,674	0,017	41,634	0,018	
NABR-31	Biotita Granito homogêneo	18,174	0,004	15,651	0,004	39,489	0,004	
NABR-32	Granito	18,950	0,005	15,708	0,005	39,662	0,005	
NABR-33	Biotita Granito	18,817	0,004	15,703	0,004	39,903	0,005	
NABR-34	Granito	18,984	0,005	15,707	0,005	39,382	0,005	
NABR-39a	Granito	18,383	0,008	15,673	0,009	39,407	0,009	
NABR-39b	Granito	18,534	0,010	15,687	0,011	38,839	0,011	
NABR-40	Granito	18,461	0,008	15,681	0,008	39,060	0,008	
NABR-36a	Granitos intrusivos e migmatitos	20,666	0,012	15,796	0,012	41,856	0,012	Skeleton Coast
NABR-36b	Granitos intrusivos e migmatitos	19,679	0,005	15,719	0,005	41,645	0,005	
NABR-36c	Granito	19,840	0,004	15,766	0,004	42,508	0,004	
NABR-36d	Granito	19,473	0,005	15,724	0,005	41,786	0,005	
NABR-36e	Granitos intrusivos e migmatitos	18,302	0,007	15,661	0,007	38,686	0,008	
NABR-36f	Granitos intrusivos e migmatitos	18,545	0,007	15,695	0,007	38,732	0,007	
NABR-36g	Granito	18,529	0,004	15,682	0,004	39,319	0,004	
NABR-36h	Granito	18,244	0,008	15,674	0,010	38,078	0,012	
NABR-106b	Biotita tonalito	19,247	0,004	15,782	0,004	39,376	0,004	
NABR-106c	Biotita Granito cinza	18,191	0,003	15,706	0,003	39,771	0,004	
NABR-106d	Leucogranito roseo	20,050	0,004	15,806	0,005	39,037	0,005	
NABR-107b	Granitoide pegmatítico	18,566	0,003	15,725	0,004	39,507	0,004	
NABR-110	Biotita Granito a megacristais de fk roseo	18,915	0,004	15,750	0,005	39,671	0,005	
NABR-111	Leucogranito roseo grosso	19,530	0,005	15,833	0,006	38,965	0,007	
NABR-112a	Granito a mega feldspato	19,195	0,005	15,768	0,006	38,706	0,008	
NABR-112b	Granito a mega feldspato	18,437	0,004	15,652	0,005	38,402	0,006	
NABR-112c	Biotita tonalito	18,713	0,008	15,675	0,008	38,734	0,008	
NABR-112e	Leucogranito	18,174	0,005	15,729	0,007	38,134	0,009	
NABR-113a	Granada biotita tonalito	18,938	0,004	15,685	0,004	38,326	0,004	
NABR-114a	Biotita granito porfirítico	18,433	0,004	15,644	0,005	37,983	0,006	
NABR-116a	Biotita granitoide	19,552	0,006	15,736	0,007	39,429	0,007	
NABR-116b	Tonalito com enclaves máficos	19,106	0,010	15,701	0,009	38,508	0,009	
NABR-116c	Biotita granito com xenólitos xisto	19,168	0,007	15,696	0,008	39,271	0,008	
NABR-116e	Leucogranito roseo	21,750	0,004	15,903	0,005	38,357	0,005	

Mapa de pontos



Pontos	Longitude	Latitude
NABR 01	14,442	-19,61165
NABR 02	14,201	-19,743
NABR 18	13,42357	-19,21975
NABR 19	13,37325	-19,22857
NABR 20	13,37181	-19,24455
NABR 23	13,27123	-19,30284
NABR 26	13,16959	-19,34801
NABR 27	13,0946	-19,37463
NABR 29	13,11549	-19,32549
NABR 31	13,08565	-19,20655
NABR 32	12,94326	-19,01751
NABR 33	12,94183	-19,01329
NABR 34	12,84411	-18,92386
NABR 36	12,81559	-18,93345
NABR 39	12,59723	-18,65814
NABR 40	12,5392	-18,58032
NABR 47	12,42243	-17,21485
NABR 48	12,53981	-17,42299
NABR 54	14,22002	-17,39289
NABR 55	14,45572	-19,38304
NABR 56	14,83672	-19,60985
NABR 57	15,1654	-19,70967
NABR 107	13,19247	-20,17372
NABR 112	12,70572	-19,37019
NABR 116	12,80294	-19,60158