

CLASSIFICAÇÃO/NOMENCLATURA DE ROCHAS PLUTÔNICAS COM BASE EM DIAGRAMAS MODAIS E QUÍMICOS: UM ESTUDO PARA ROCHAS GRANITOIDES E DIORITOIDES NO EXTREMO NORDESTE DA PROVÍNCIA BORBOREMA

Antonio Carlos Galindo¹
Marcos Antonio Leite do Nascimento¹
Vladimir Cruz de Medeiros²

10.51359/1980-8208/estudosgeologicos.v29n1p180-195

¹Departamento de Geologia, Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, UFRN, galindo@geologia.ufrn.br, marcos@geologia.ufrn.br

²CPRM-Serviço Geológico do Brasil, SUREG-RE-NANA, vladimir.medeiros@cprm.gov.br

RESUMO

A utilização de diagramas de classificação/nomenclatura de rochas plutônicas a partir de dados químicos em detrimento de dados modais está sendo amplamente usado em dias atuais, quer seja por uma aparente dificuldade em se realizar composições modais nos moldes como definidos desde a década de 1950, quer seja pela praticidade/rapidez na utilização de dados químicos facilmente disponíveis em tabelas para diferentes aplicativos/softwares. De modo geral, para o caso de rochas de composições ácidas a intermediárias as nomenclaturas definidas em diagramas modais, mais precisamente o diagrama QAP, encontram boas correlações com as definidas em vários diagramas com parâmetros químicos, diferentemente do observado para rochas de composições básicas que nem sempre encontram boas correlações no contexto modal *versus* químico. Este trabalho apresenta uma avaliação entre nomenclaturas com base em composições modais *versus* química para um conjunto de rochas plutônicas de diversos corpos granitoides e dioritoides presentes no extremo nordeste da Província Borborema. Os resultados mostram que para rochas de caráter essencialmente granítico há sempre uma boa correlação entre a utilização de dados modais e de dados químicos. Por outro lado, rochas dioríticas/gabroicas tendem a apresentar divergências, por vezes significativas, nas nomenclaturas dessas rochas quando da utilização desses dois parâmetros.

Palavras chave: Nomenclatura, Diagramas, Granitos, Dioritos, Província Borborema

ABSTRACT

The use of classification/nomenclature diagrams for plutonic rocks based on chemical instead of modal data has increased during the last years, either due to an apparent difficult to obtain modal compositions following the classical techniques defined since the 1950s, or due to the easiness to handle whole rock chemical data in commercial spreadsheet softwares. In general, classification schemes based on modal data, such as the QAP diagram, agree well with those based on chemical parameters for acidic to intermediate rocks, but not for basic rocks. This work presents an evaluation of the nomenclatures based on modal versus chemical compositions for a set of plutonic rocks from a number of granitoid and dioritoid bodies from the northeasternmost portion of the Borborema Province. The results reveal a good correlation between classification schemes based on modal and chemical data for granitic rocks. On the other hand, dioritic-

ic/gabbroic rocks show contrasting nomenclatures considering both modal and chemical parameters.

Keywords: Nomenclature, Diagrams, Granites, Diorites, Borborema Province

INTRODUÇÃO

Na literatura sobre classificação/nomenclatura de rochas ígneas são encontrados vários diagramas, desde aqueles que utilizam dados modais, como o QAPF (Streckeisen, 1976), a aqueles que usam dados químicos, apesar da IUGS recomendar o diagrama QAPF. No caso destes últimos existem os que usam os dados químicos de forma direta como o diagrama TAS (Cox *et al.*, 1979; Wilson, 1989), os que usam parâmetros catiônicos como o QP (Debon & Le Fort 1982) e R1R2 (De La Roche *et al.*, 1980), aos que usam parâmetros normativos CIPW como o An-Ab-Or (O'Connor, 1965; Barker, 1979), o QAP (Le Maitre, 1976) e ainda o Q'-ANOR (Streckeisen & Le Maitre, 1979), por exemplo.

Este trabalho faz uma avaliação da utilização de parte desses diagramas citados acima, num conjunto de amostras para cinco associações magmáticas de rochas granitoides e dioritoides/gabroicas situadas nos domínios Rio Piranhas-Seridó (DPS) e São José de Campestre (DJC) Nordeste da Província Borborema (Fig. 1), são elas: (a) rochas charnoquíticas do Granitoide Umarizal (Galindo, 1993); (b) alcalinas do Granitoide Caxexa (Nascimento, 2000); (c) porfiríticas de afinidade cálcioalcalina potássica (granitos tipo Itaporanga) associadas aos granitoides Caraúbas, Tourão e Serra do Lima (Galindo, 1993), Cabeçudo (Nascimento, 2000) e Barcelona (Cavalcante, 2003-2014); (d) leucomicrogranitos também de afinidade cálcioalcalina potássica associadas a esses corpos porfiríticos; e (e) rochas dioríticas/gabroicas de afini-

dade shoshonítica, que ocorrem principalmente como enclaves associados aos granitos porfiríticos (Galindo, 1993) e mais raramente como corpos isolados como é o caso do Plúton Casserengue (Nascimento, 2000).

Dentre os vários diagramas este trabalho aborda o modal QAP e os químicos TAS, Q'-ANOR, QP e R1R2, procurando discutir similaridades e diferenças entre o grupo de amostras de cada granitoide nos mesmos, inerentes as particularidades dos parâmetros utilizados em cada diagrama.

O ESTADO DA ARTE

No diagrama modal QAP (Streckeisen, 1976; Fig. 2a) os parâmetros utilizados são as proporções modais de quartzo-Q, feldspato alcalino-A (envolvendo tanto os K-feldspatos presentes na amostra, quanto o plagioclásio de composição $An \leq 5\%$), e plagioclásio-P, de composição $An > 5\%$ (além de esca-politas quando presentes na amostra), com seus valores recalculados para 100%. Ressalte-se que para este diagrama os valores modais dos minerais máficos (M) podem variar de 0 a 90%. Admite-se ainda que neste diagrama o teor de máficos (M%) e de anortita dos plagioclásios (An%) cresçam de A para P. Os minerais máficos com teores modais $\geq 5\%$ são utilizados como prefixos para a denominação/nomenclatura da rocha, onde aquele mais abundante precede o nome da rocha, por exemplo: biotita monzogranito, anfibólio biotita monzogranito, biotita anfibólio tonalito *etc.*

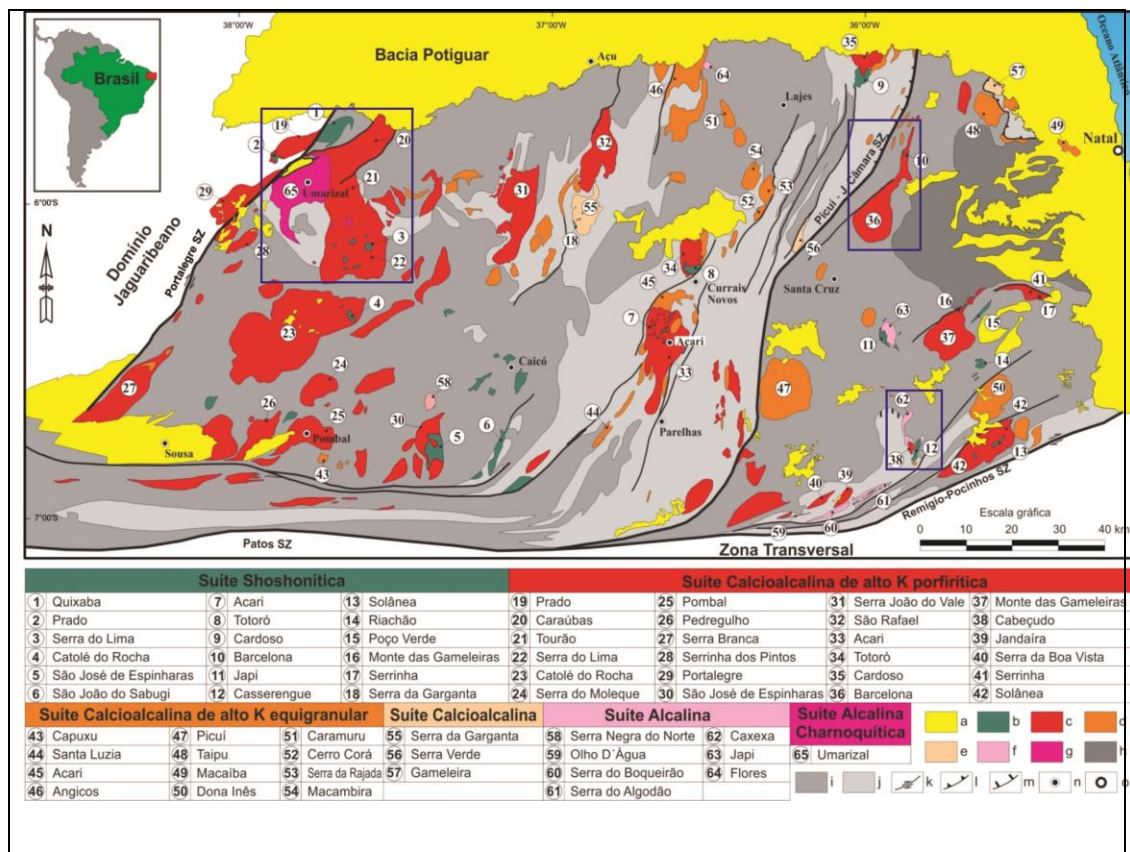


Figura 1- Mapa do extremo Nordeste da Província Borborema para a granitogênese Ediacarana a Cambriana (modificado de Nascimento *et al.*, 2015), com a localização dos corpos usados como exemplos neste trabalho (retângulos demarcados).

A proporção modal é definida a partir de contagem de pontos na lâmina delgada, sendo que devem ser contados entre 1000 e 2000 pontos por lâmina, a depender da textura da rocha (Hutchinson, 1974). Segundo este autor ressalvas devem ser feitas para o caso de rochas porfíricas, onde a contagem modal em lâmina delgada deve ser realizada apenas na matriz da rocha.

No diagrama TAS (Cox *et al.*, 1979; Wilson, 1989), SiO_2 versus $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ (Fig. 2b), é utilizado a quí-

mica total de elementos maiores para a definição dos diferentes campos e nomenclatura dos mesmos. Este diagrama faz uma correlação direta entre os principais minerais formadores de rochas ígneas, quartzo e feldspatos, e a composição química da rocha. É um diagrama simples e de fácil e rápida aplicação. A nomenclatura aqui colocada mostra uma boa correlação com a proposta no QAP, notadamente para as rochas graníticas/ácidas.

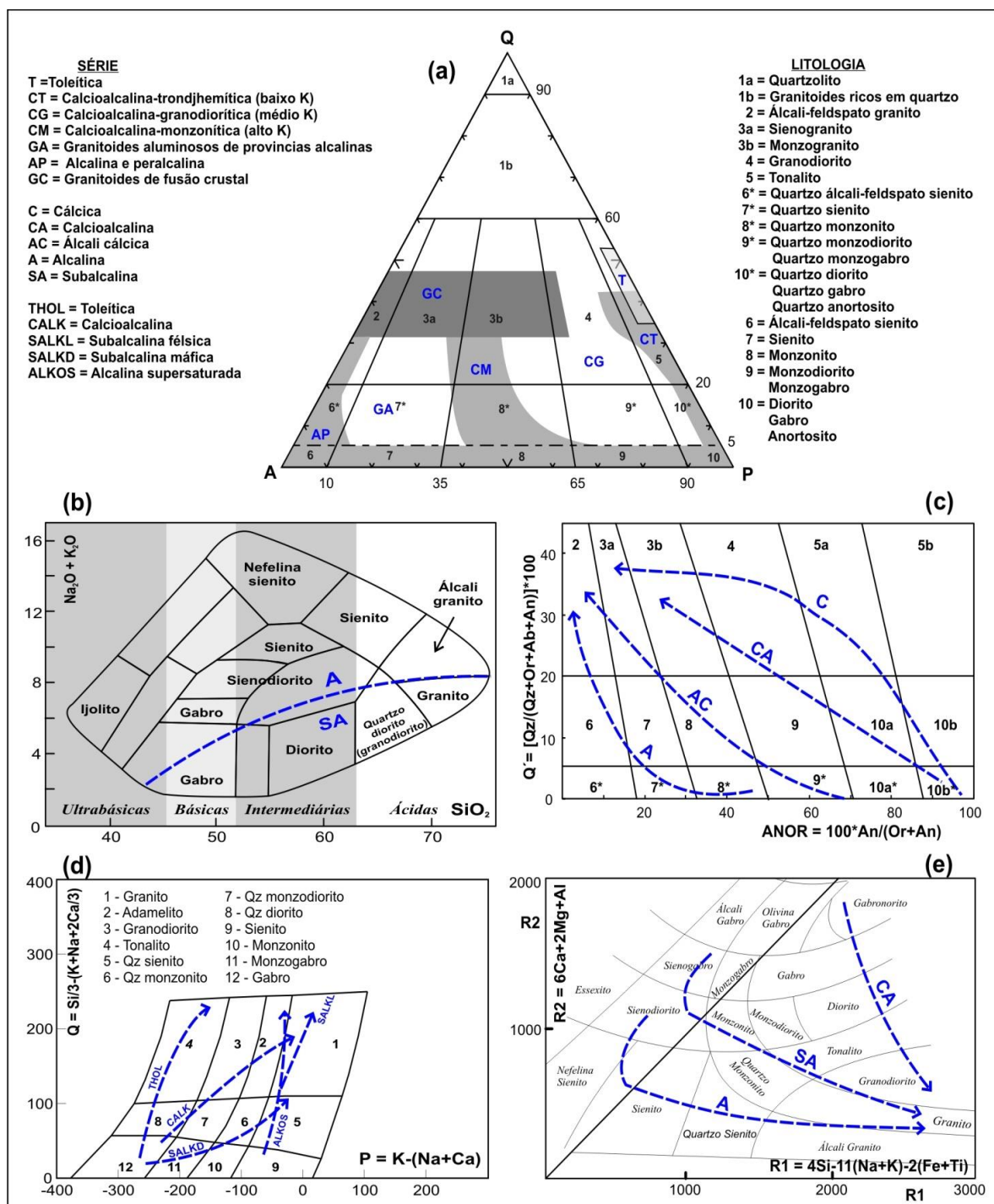


Figura 2: Diagramas de classificação (a) modal QAP (Streckeisen, 1976), (b) TAS (SiO_2 versus $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$, Cox et al., 1979; Wilson, 1989), (c) Q'ANOR (Streckeisen & Le Maitre, 1979), (d) PQ (Debon & Le Fort 1982) e (e) R1R2 (De La Roche et al., 1980) para uso neste trabalho.

O diagrama Q'-ANOR (Streckeisen & Le Maitre, 1979; Figura 2c) é definido com parâmetros normativos CIPW. Para tanto é preciso primeiro calcular a norma CIPW de cada amostra

a partir das análises químicas de elementos maiores, e posteriormente calcular os parâmetros do diagrama: $Q' = [Q/(Q + \text{Or} + \text{Ab} + \text{Na})] \times 100$ e $\text{ANOR} = [\text{An}/(\text{Or} + \text{An})] \times 100$. A nomen-

clatura desse diagrama é a mesma do diagrama modal QAP, ou seja, campos 3a-sienogranito, 3b-monzogranito, 4-granodiorito, 8-quartzo monzonito *etc.*

Para os diagrama QP e R1R2 (Debon & Le Fort 1982, De La Roche *et al.*, 1980, respectivamente; Figs. 2d,e) a partir das análises químicas de elementos maiores são calculados seus respectivos cátions, e a partir daí os parâmetros de cada diagrama (em milicátions), a saber: $Q = Si/3 - (K + Na + 2Ca/3)$ e $P = K - (Na + Ca)$, os quais refletem as relações feldspatos *versus* quartzo, respectivamente, nas rochas; $R1 = 4Si - 11(Na + K) - 2(Fe + Ti)$ e $R2 = 6Ca + 2Mg + Al$, os quais mostram as relações entre os minerais félsicos (quartzo e feldspatos) e os máficos (anfibólios, piroxênios, micas *etc.*) nas rochas. Em ambos os diagramas as nomenclaturas presentes têm uma ótima correlação com aquela do diagrama modal QAP de Streckeisen (1976).

Adicionalmente, é importante ressaltar que todos estes diagramas aqui apresentados são também utilizados, por diferentes autores, para a definição de séries/associações magmáticas de granitoides, a saber: modal QAP (Lameyre & Bowden, 1982; Bowden *et al.*, 1984); química de elementos maiores, TAS (Irvine & Baragar, 1971; Rickwood, 1989; Lameyre, 1987, entre outros); normativo, Q'-ANOR (Whalen & Frost 2013); catiônicos, PQ e R1R2 (De La Roche *et al.* 1980; Pagel & Leterrier 1980; Debon & Le Fort 1988).

RESULTADOS

O Granitoide Umarizal

O Granitoide Umarizal, um batólito com mais de 300 km² de área aflorante, está situado na porção NW do Domínio Rio Piranhas-Seridó (corpo 65, Figura 1). Composicionalmente é formado por uma associação de rochas charnoquíticas onde os minerais máficos principais são faialita + clinopiroxênio ± ortopiroxênio. Essas rochas mostram uma assinatura química alcalina (Galindo, 1993; Galindo *et al.*, 1995; Nascimento *et al.*, 2015).

Para este granitoide nos diagramas aqui propostos (Fig. 3) observa-se que no modal QAP as rochas de Umarizal mostram no geral uma maior diversidade composicional, tais como quartzo monzonitos (mangeritos) e quartzo sienitos, além de sienogranitos e monzogranitos (charnoquitos estrito senso) subordinados. No TAS as amostras se concentram predominantemente no campo álcali granito. No Q'-ANOR as amostras concentram-se principalmente nos campos do sienito e sienogranito. Nos catiônicos as amostras plotam nos campos quartzo sienito e granito para o diagrama QP, e no R1R2 situam-se entre quartzo monzonito e granito. No contexto de séries magmáticas, de modo geral, a característica alcalina desse granitoide é observado em todos os diagramas aqui apresentados.

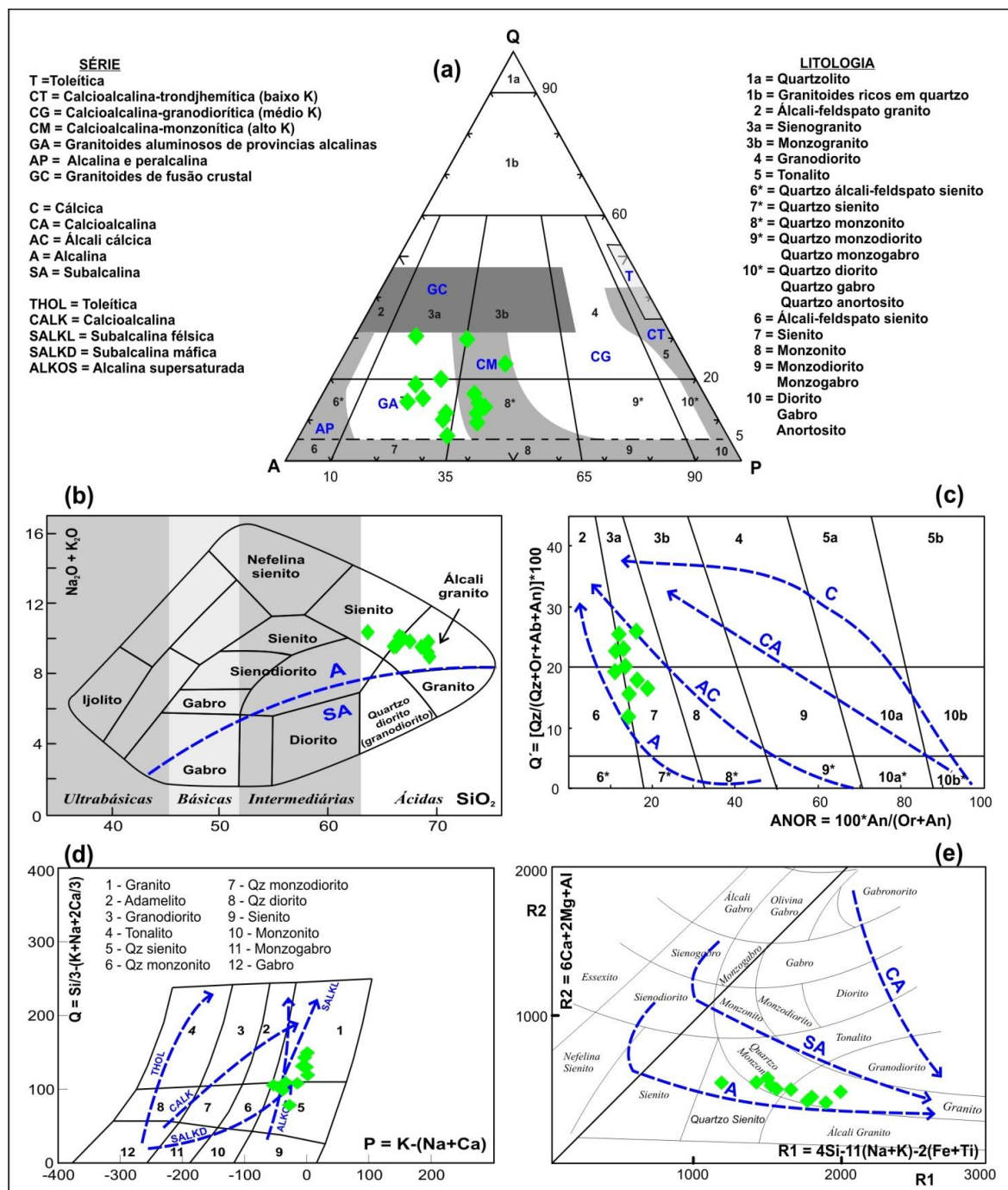


Figura 3- Diagramas de classificação para as rochas do Granitoide Umarizal com (a) modal QAP, (b) TAS (SiO_2 versus $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$), (c) $Q'ANOR$, (d) QP e (e) $R1R2$.

O Granitoide Caxexa

Este granitoide está situado na porção centro-sul do DJC (corpo 62, Fig. 1). É composto por um conjunto de rochas graníticas, leucocráticas/holo-

leucocráticas, equigranulares de textura fina, tendo como característica mineral a presença de clinopiroxênio de coloração esverdeada (aegirina augita e hedenbergita) e granada (andradita) como seus minerais máficos dominantes, além

de albita como seu plagioclásio (Nascimento, 2000). Esse conjunto de rochas exibe afinidade química com rochas de séries alcalinas.

As rochas do granitoide Caxexa plotam essencialmente no campo do álcali-feldspato granito, ao longo da linha Q-A do diagrama modal QAP (Fig. 4), considerando que o plagioclásio possui composição de abita ($An < 2,5\%$). No diagrama Q'-ANOR as amostras se distribuem nos campos quartzo álcali feldspato sienito, álcali feldspato granito e sienogranito. Nos diagramas catiônicos as amostras plotam nos campos quartzo monzonito, adamelito e granito para o diagrama QP (com uma amostra no campo do granodiorito), e no diagrama R1R2 situam-se entre os campos quartzo sienito, álcali granito e granito. No contexto de séries magmáticas de modo geral a característica alcalina do Granitoide Caxexa é observada em todos os diagramas aqui apresentados.

Granitos Tipo Itaporanga

Os corpos dessa tipologia de granitoides geralmente compõem batólitos com mais de 200 km² de área aflorante, e são considerados os de mais ampla distribuição no DRPS e no DJC. Os granitoides aqui apresentados no DRPS são Caraúbas, Tourão e Serra do Lima (corpos 20, 21 e 22, respectivamente, Fig.1) (Galindo, 1993). No DJC, predominam os corpos Barcelona (36, Fig. 1) (Cavalcante, 2003) e Cabeçudo (38, Fig. 1) (Nascimento, 2000).

Composicionalmente tanto nas análises modais quanto químicas, apresentam uma grande identidade de no-

menclatura, são granitos a biotita e hornblenda-biotita granitos. No diagrama modal QAP são essencialmente monzogranitos; no TAS são essencialmente granito a álcali granito; no Q'-ANOR são sienogranitos e monzogranitos; e nos diagramas catiônicos são granito a adamelito, no QP, e dominante granito no R1R2 (Figura 5).

No contexto de séries magmáticas, a exceção do diagrama QAP, nos demais diagramas aqui apresentados esses granitoides mostram uma assinatura transicional entre rochas das séries cálcioalcalinas e alcalinas.

Os Leucomicrogranitos

Os exemplos dessa tipologia de granitoides aqui apresentados constituem diques e/ou pequenas intrusões que ocorrem essencialmente associados aos granitos tipo Itaporanga. Os dados são provenientes de Galindo (2003) e Nascimento (2000). As rochas dessas tipologias são de textura fina a média, equigranulares, e com biotita como mineral máfico essencial.

Em termos de composição mineralógica e química, tal qual os observados para os granitos tipo Itaporanga, nos diagramas modais e químicos esses leucomicrogranitos são essencialmente granitos *stricto sensu*. No QAP são monzogranitos; no TAS são álcali granito; no Q'-ANOR sienogranitos; e nos diagramas QP e R1R2, são granitos (Fig. 6). Os leucomicrogranitos também mostram uma assinatura transicional entre rochas das séries cálcioalcalinas e alcalinas em todos os diagramas químicos (Fig. 6b-6e).

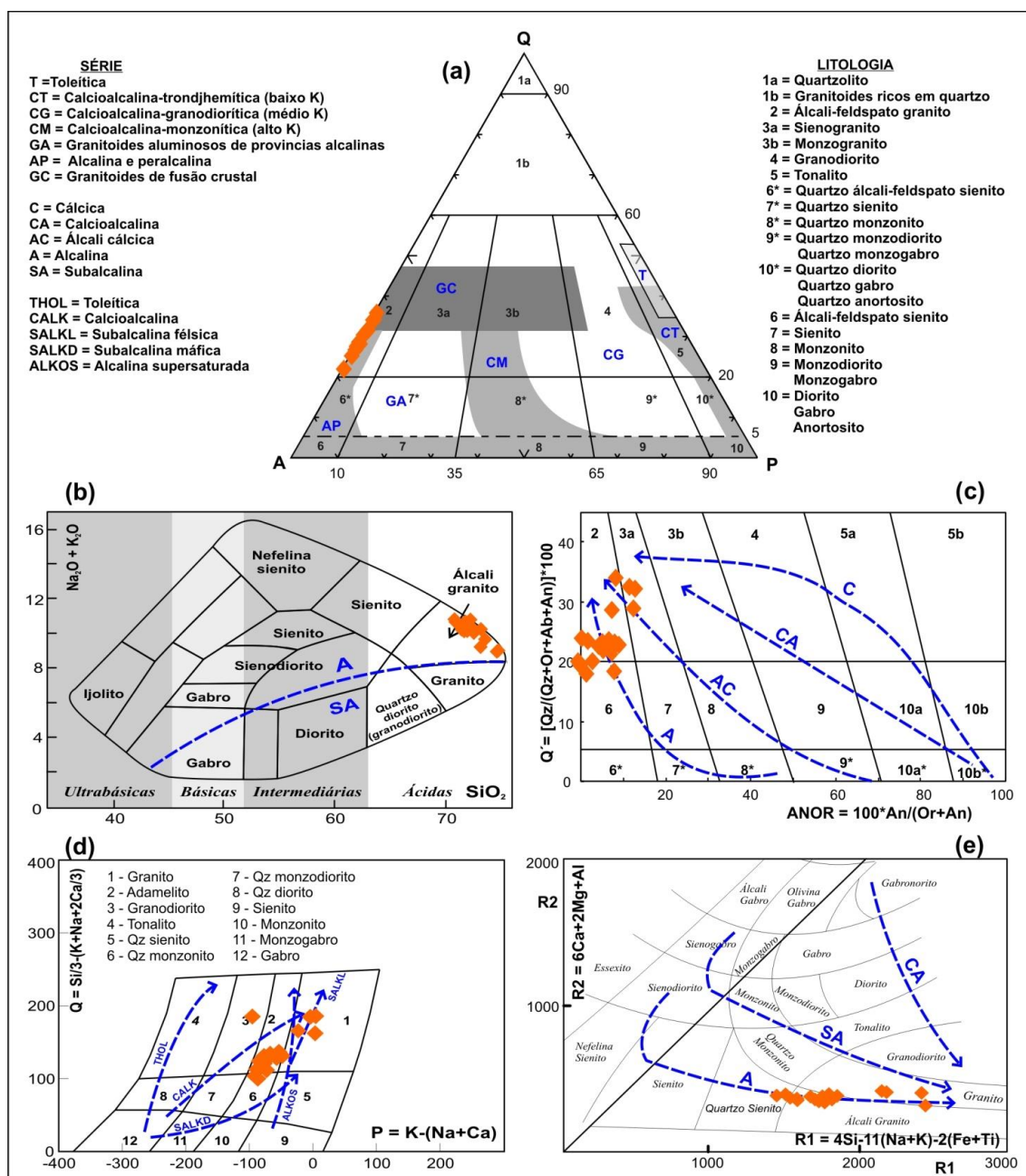


Figura 4- Diagramas de classificação para as rochas do Granitoide Caxexa com (a) modal QAP, (b) TAS (SiO₂ versus Na₂O+K₂O), (c) Q'ANOR, (d) QP e (e) R1R2.

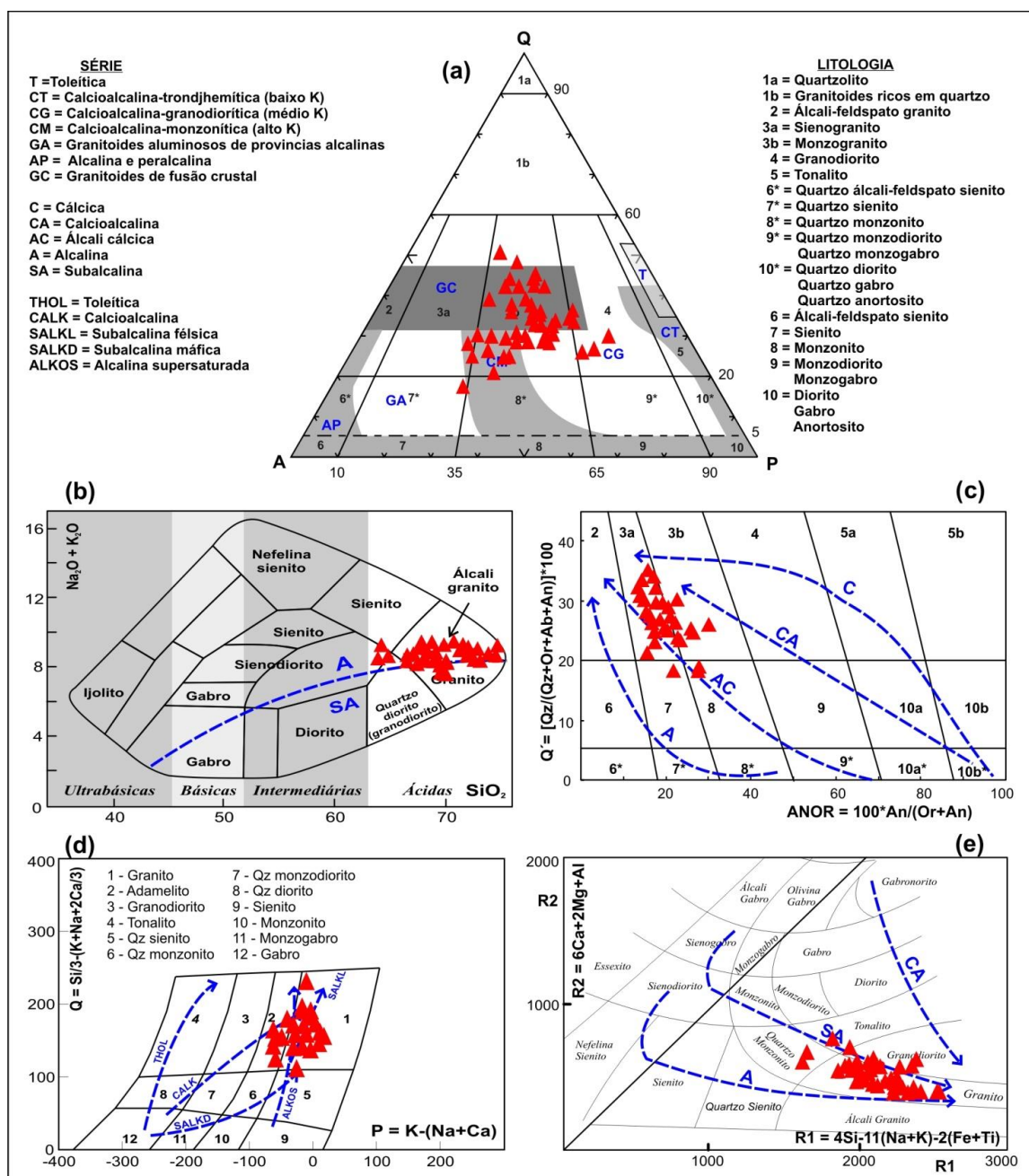


Figura 5- Diagramas de classificação para as rochas do Granitos Tipo Itaporanga com (a) modal QAP , (b) TAS (SiO_2 versus $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$), (c) Q'ANOR, (d) QP e (e) R1R2.

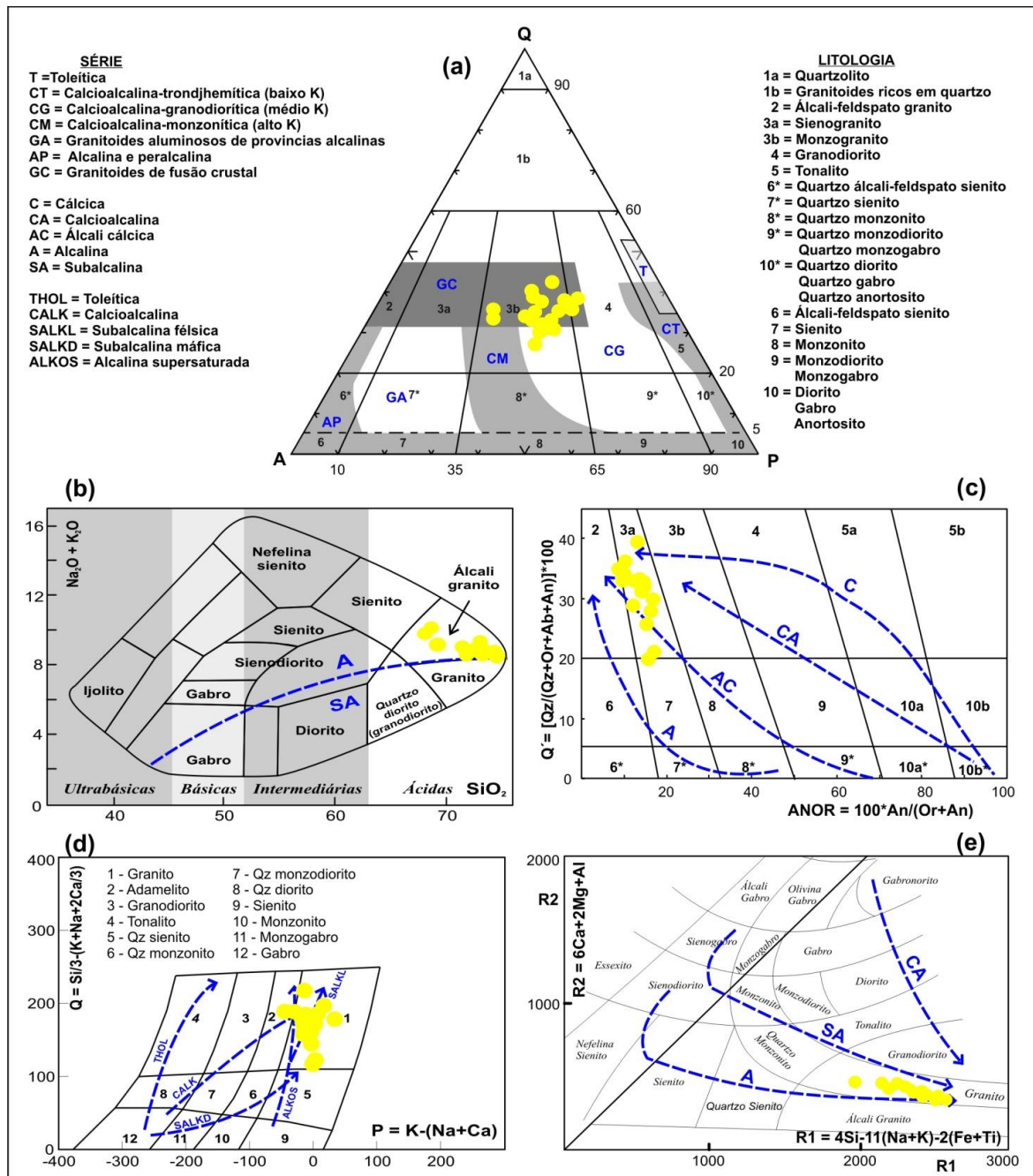


Figura 6- Diagramas de classificação para as rochas do Leucomicrogranitos com (a) modal QAP , (b) TAS (SiO₂ versus Na₂O+K₂O), (c) Q'ANOR, (d) QP e (e) R1R2.

As Rochas Dioríticas-Gabroicas

Os exemplos aqui apresentados para essas rochas constituem enclaves associados aos granitos porfíricos tipo Itaporanga (as rochas dioríticas) (Galindo, 1993) e um pequeno corpo diorítico-gabroico associado ao Plúton Caxexa (Plúton Casserengue, corpo 12, Fig. 1)

(Nascimento, 2000). Para as rochas dioríticas a mineralogia máfica é principalmente biotita e hornblenda, já para as rochas gabroicas tem-se biotita, hornblenda, clino e ortopiroxênio.

No geral essas rochas são as que apresentam a mais ampla variação composicional nos diferentes diagramas aqui abordados, São rochas mesocráti-

cas (M entre 35- 42%), mostram altos teores de plagioclásio (entre 42,3 – 57,4%) e baixos de K-feldspato (entre 2,5 – 6,4%) e quartzo (entre 4,7 – 11,7%, e 16,6% para o granodiorito) (Galindo, 1993). Por outro lado, as rochas de Casserengue mostram mais ampla variação composicional indo de gabro a monzonito. São rochas leucocráticas a mesocráticas (M entre 17 - 62%), com baixos teores de quartzo (entre 0,1 – 3,0%), altos e intermediários de plagioclásio (entre 32,4 – 48,0%), e baixos a intermediários de K-feldspato (entre 1,0 – 40,8%) (Nascimento, 2000) (Fig. 7).

No modal QAP são quartzo dioritos/quartzo gabros, dioritos/gabros, monzodioritos e monzonitos (a exceção de uma amostra que plota como granodiorito); no TAS são sienodioritos; no

Q'-ANOR são principalmente quartzo monzodioritos, quartzo monzonitos e monzonitos; no QP são quartzo monzodioritos e quartzo monzonitos; e no R1R2 são mais variados indo de sienitos a sienodioritos, e de monzodioritos a monzonitos.

No contexto de séries magmáticas, a pouca quantidade de amostras dessas rochas não permite com clareza uma definição a qual série relacioná-las nos diagramas aqui analisados, notadamente nos catiônicos. No QAP apenas os K-dioritos mostram uma leve tendência cálcioalcalina; no TAS a maioria das amostras se coloca no campo alcalin e no Q'-ANOR apenas as rochas de Casserengue se posicionam numa tendência paralela as das rochas de séries álcali cálcica/alcalina (shoshonítica?).

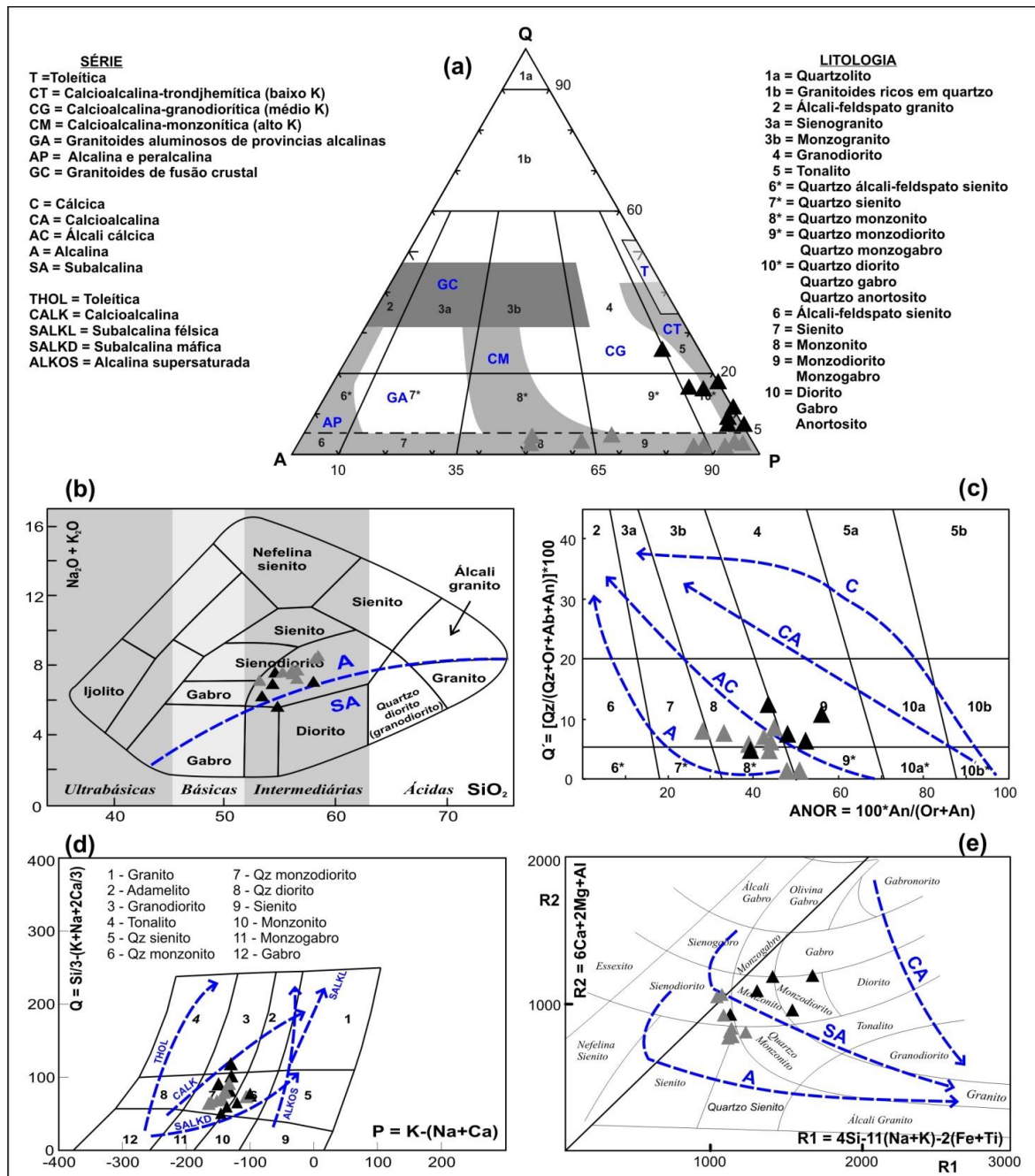


Figura 7- Diagramas de classificação para as rochas do Dioríticas-Gabróicas com (a) modal QAP , (b) TAS (SiO₂ versus Na₂O+K₂O), (c) Q'ANOR, (d) QP e (e) R1R2. Le-genda: Triângulos pretos para os enclaves; Triângulos cinzas para o Plúton Casserengue.

DISCUSSÕES

Considerando-se que este trabalho aborda essencialmente rochas plutônicas, parte-se aqui da premissa que o diagrama modal QAP (Streckeisen, 1976) será sempre o mais adequado para nomeá-las. Em assim sendo, na

abordagem de cada conjunto de amostras dos granitoides apresentados foi feita uma avaliação das diferentes nomenclaturas encontradas em cada diagrama com dados químicos em relação ao modal QAP.

Para o Granitoide Umarizal (Fig. 3) o diagrama QAP mostra uma mais

ampla variação de nomenclatura do que o observado para os diagramas químicos, porém com forte concentração de amostras em dois campos: quartzo monzonito e quartzo sienito, reflexo principalmente dos baixos teores modais de quartzo e altos valores de K-feldspato. Estes altos valores de K-feldspato levam a teores altos de potássio nas rochas desse granitoide (K_2O entre 5,6 e 6,6%), enquanto que a sílica mostra uma maior variação, indo desde valores relativamente baixos a valores relativamente altos (SiO_2 entre 63,6 e 69,4%) (Galindo, 1993).

Considerando que os diagramas químicos aqui apresentados têm um forte controle desses dois parâmetros (K_2O e SiO_2) observa-se uma menor variação de nomenclatura em relação ao QAP, com as amostras usualmente se concentrando em dois campos. Neste caso, as rochas de Umarizal são definidas no geral como graníticas e sieníticas em todos os diagramas, ou ainda como monzoníticas no caso do diagrama R1R2. Acreditamos que a especificidade da mineralogia ferromagnésiana das rochas de Umarizal composta predominantemente por piroxênios (hiperstênio e hedenbergita) e olivina (faialita), os quais são muito baixo magnésio (MgO entre 0,2 e 0,5%) e altos ferro (Fe_2O_3T entre 3,5 e 5,3%), e os altos valores modais de K-feldspato (Galindo, 1993), faz com que os diagramas com dados químicos devam ser analisados caso a caso.

No TAS o controle composicional é dado essencialmente pelos altos teores de álcalis nas amostras ($Na_2O + K_2O$ entre 9-10%), levando a uma composição essencialmente álcali granito (ao nosso ver este é o diagrama menos apropriado para as rochas de Umarizal). No caso do Q'-ANOR são os altos valores de K_2O que deslocam as composições para os campos sieníticos/sienograníticos. No PQ os variados teores de SiO_2 e altos de álcalis e cálcio ($Na_2O +$

$K_2O + CaO$ entre 10 e 12%) leva a composições sieníticas/graníticas. No caso do R1R2 os baixos teores de magnésio e a relativa homogeneidade de cálcio (CaO entre 1,3-2,3%) e alumínio (Al_2O_3 entre 14,3-15,9%), faz com que haja maior homogeneidade do parâmetro R2. Por outro lado, os altos e variados teores de ferro (presentes em failaita e hedenbergita) controlam a variação relativamente ampla do parâmetro R1, levando a composições monzoníticas e graníticas neste diagrama.

Na nossa avaliação nenhum desses diagramas reflete bem as nomenclaturas definidas no QAP, ainda que os catiônicos PQ e R1R2 sejam os que mais se aproxima das composições modais.

Para o Granitoide Caxexa (Fig. 4) o diagrama QAP define uma composição essencialmente como álcali feldspato granitos ao longo da face QA do diagrama, haja vista a composição albitica de seus plagioclásios (Nascimento, 2000). Na maioria dos diagramas com parâmetros químicos esta composição de álcali granito se repete haja vista os altos valores de álcalis das rochas de Caxexa ($Na_2O + K_2O$ entre 9,0 – 10,8%). Na nossa avaliação à exceção do diagrama catiônico QP, os demais (TAS, Q'-ANOR e R1R2) podem ser utilizados com confiança para classificar as rochas do Granitoide Caxexa.

Relativo aos Granitos Tipo Itaporanga (Fig. 5), no diagrama modal QAP as amostras desses corpos são granitos *strictu sensu*, porém com uma dominância clara de monzogranitos. As rochas desses granitoides são essencialmente ácidas e potássicas ($SiO_2 \geq 65,0\%$ e K_2O médio de 5,0%), cuja biotita e hornblenda são os minerais máficos dominantes. Estas características mineralógicas e químicas permitem que em todos os diagramas químicos as amostras desses granitoides sempre plotem como granitos *strictu sensu* (entende-se que os adamelitos no diagrama

QP sejam correlatos a monzogranitos modais). Dessa maneira, para as rochas do Granito Itaporanga pode-se utilizar o diagrama modal ou qualquer um dos diagramas químicos aqui apresentados para classificá-las.

Os Leucomicrogranitos (Fig. 6) mostram comportamento extremamente similar aos Granitos Tipo Itaporanga. Em todos os diagramas aqui apresentados as amostras plotam como granitos, sendo essencialmente monzogranitos no QAP. Porém nos diagramas onde o K_2O tem forte influência na classificação, como é o caso dos diagramas TAS e Q'-AN_OR, as amostras tendem para os campos de álcali granito/sienogranito (mas ainda são granitos estrito senso). Isto se deve ao fato de que estas rochas têm como mineral máfico essencial a biotita e teores elevados de potássio ($K_2O \geq 5,0\%$, chegando em alguns casos a $6,5\%$). Em suma, tal qual no caso anterior, para estes leucomicrogranitos qualquer um dos diagramas químicos aqui apresentados podem ser usados para classificá-los. Nascimento *et al.* (2015) destacaram que a distinção entre leucomicrogranitos esses e dos grupos de granitoides se dá pode ser mais facilmente observada nos aspectos texturais (presença ou não de fenocristais de K-feldspatos na rocha) do que por parâmetros químicos.

Para as rochas dioríticas/gabroicas (Fig. 7) verifica-se que no diagrama modal QAP os K-dioritos mostram uma composição bastante homogênea de quartzo diorito (a exceção de uma amostra que se comporta como grano-diorito).

Para o caso dos diagramas químicos os K-dioritos e as rochas de Casserengue mostram uma variação composicional relativamente maior indo de monzodioritos/monzonitos a sienodioritos/sienitos. A principal diferença composicional em relação ao diagrama QAP diz respeito aos diagramas químicos selecionados para esse estudo, no qual o

elemento potássio é fundamental. As rochas mais enriquecidas em máficos e plagioclásio e que plotam como gabros/diorito no QAP, se deslocam sensivelmente para o campo de rochas monzoníticas (monzodioritos/monzonitos) nos diagramas químicos. A presença de biotita como o mineral máfico em geral dominante nessas rochas (entre $18,1 - 27,9\%$ nos K-dioritos, e entre $7,2 - 37,9\%$ em Casserengue), leva a valores relativamente altos de K_2O nessas rochas (entre $3,0 - 4,2\%$ nos K-dioritos, e entre $3,0 - 4,4\%$ em Casserengue).

Os diagramas com parâmetros químicos aqui utilizados para classificar essas rochas dioríticas/gabroicas, onde a biotita é o mineral máfico dominante não fornecem resultados satisfatórios em relação aos parâmetros modais, e como tal devem ser usados com cautela (ou mesmo não utilizados).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em se tratando de rochas plutônicas o(s) diagrama(s) modal(ais) da proposta do IUGS (Streckeisen, 1976) deve(m) ser sempre os mais indicados para classificação/nomenclatura de rochas ígneas. Na ausência/impossibilidade da realização de uma análise modal por contador de pontos, a utilização de diagramas de classificação a partir de dados químicos pode ser considerada, respeitando-se as peculiaridades de cada diagrama.

Para os casos aqui apresentados as seguintes considerações podem ser feitas: i) em se tratando de rochas ácidas e hololeucocráticas a leucocráticas, com mineralogia máfica dominada por biotita e anfibólio (hornblenda), como é o caso dos Granitos Tipo Itaporanga e os Leucomicrogranitos (e mesmo os granitos alcalinos tipo Caxexa) a utilização dos diagramas com dados químicos mostrou-se bastante compatível com o diagrama modal QAP; ii) para rochas

intermediárias leuco a mesocráticas, onde a biotita é o mineral máfico dominante, como é o caso aqui dos K-dioritos e mesmo das rochas de Casse-rengue, os diagramas com dados lito-químicos não mostram boa compatibilidade com o modal QAP, e como tal devem ser evitados ou utilizados com cautela, analisando-se caso a caso; iii) para o caso específico das rochas charnoquíticas do Granitoide Umarizal nenhum dos diagramas químicos contempla bem as suas composições modais. Creditamos isto a especificidade de sua mineralogia máfica que leva a valores relativamente altos de ferro e baixos de magnésio, e os altos teores de potássio (decorrente de valores modais altos de K-feldspato), o que leva a variadas nomenclaturas nos diagramas químicos inviabilizando, de certa forma, sua aplicação as rochas desse granitoide.

REFERÊNCIAS

- Barker, F. 1979. Trondhjemites, dacites and related Rocks. Elsevier Scientific Publishing Company, New York, 659p.
- Bowden, P.; Batchelor, R.A.; Chappell, B.W.; Didier, J.; Lameyre, J. 1984. Petrological, geochemical and source criteria for the classification of granitic rocks: a discussion. *Phys. Earth Planet. Inter.*, 35:1-11.
- Cavalcante, R. 2003. Magmatismo granítico no Maciço São José do Campestre (porção leste da Faixa Seridó): geologia e petrografia do Plúton Barcelona. Natal, 72p. Relatório de Graduação, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Cavalcante, R. 2015. Petrologia e Geologia Estrutural do Plutão Granítico Barcelona, Província Borborema, NE do Brasil. Natal: PPGG/UFRN, Dissertação de Mestrado, 2015, 145p.
- Cox, K.G., Bell, J.D. and Pankhurst, R.J., 1979. The Interpretation of Igneous Rocks. George Allen & Unwin Limited, London, 450 pp.
- De La Roche, H.; Leterrier, J.; Granclaude, P.; Marchal, M. 1980. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2 diagram and major element analyses. Its relationship with current nomenclature. *Chemical Geology*, 29:183-210.
- Debon, F. & Le Fort, P. 1983. A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and association. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh Earth Sciences*, 73: 135-149.
- Debon, F. & Le Fort, P. 1988. A cationic classification of common plutonic rocks and their magmatic association: principles, method, application. *Bulletin de Minéralogie*, 11: 493-510.
- Galindo, A.C. 1993. Petrologia dos granitóides brasileiros da região de Caraúbas Umarizal, oeste do Rio Grande do Norte. Tese de Doutorado, Centro de Geociências-UFPA. 370p.
- Galindo A.C.; Dall'Agnol, R.; McReath, I.; Lafon, J.M.; Teixeira, N. 1995. Evolution of Brasiliano-age granitoid types in a shear zone environment, Umarizal - Caraúbas region, Rio Grande do Norte, north-east Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 8: 79-95.
- Hutchison, C.S. 1974. Laboratory handbook of petrographic techniques. A Wiley Interscience Publication, New York, 527p.
- Irvine, T.N. & Baragar, W.R.A. 1971. A guide to chemical classification of common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8:523-548.
- Lameyre, J. 1987. Granites and evolution of the crust. *Revista Brasileira*

- ra de Geociências, 17(4): 349-359.
- Lameyre, J.M. & Bowden, P. 1982. Plutonic rock types: discrimination of various granitoids series and related rocks. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 14:169-186.
- Le Maitre, R.W. 1976. Some problems of the projection of chemical data in to mineralogical classifications. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 50: 181-189.
- Nascimento, M.A.L. 2000. Petrologia do magmatismo tardi-brasiliano no Maciço São José do Campestre (RN/PB), com ênfase no Plúton Alcalino Caxexa. Dissertação de Mestrado, Pós graduação em Geodinâmica e Geofísica-UFRN. 141p.
- Nascimento, M. A. L., Galindo, A. C., de Medeiros, V. C. 2015. Ediacaran to Cambrian magmatic suites in the Rio Grande do Norte domain, extreme Northeastern Borborema Province (NE of Brazil): Current knowledge. *Journal of South America Earth Sciences*. 58, 281–299. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2014.09.008>
- O'Connor, J.T. 1965. A classification for quartz-rich igneous rocks based on feldspar ratios. *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper*, 525-B:79-84.
- Pagel, M. & Leterrier, J. 1980. The sub-alkaline potassic magmatism of the Ballons Massif (southern Vosges, France): shoshonitic affinity. *Lithos*, 13:1-10.
- Rickwood, P.C. 1989. Boundary lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements. *Elsevier Science Publishers B. V. Lithos*, 22: 247-263.
- Streckeisen, A.L. 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews*, 12: 1-33.
- Streckeisen, A.L. & Le Maitre, R.W. 1979. A chemical approximation to the model QAPF classification of the igneous rocks. *Neues Jahrbuch für Mineralogie-Abhandlungen*, 136: 169-206.
- Whalen, J.B. & Frost, C. 2013. The Q-Anor diagram: a tool for petrogenetic and tectonomagmatic characterization of granitic suites. *South-Central Section - 47th Annual Meeting. Session No. 17, The Geological Society of America*.