



Aspectos Geológicos e Petrográficos das Rochas de Natureza Kimberlítica (s.l.) do Nordeste da Bahia, Brasil: os Lamproitos Transicionais Diamantíferos Icó e Aroeira
Petrographical and Geological Aspects of the Kimberlitic (s.l.) Rocks from Northeastern Bahia, Brazil: The Transitional Diamondiferous Lamproites Icó and Aroeira

Ivanara Pereira Lopes dos Santos^{1,2}; Débora Correia Rios²;
Paulo César D'Ávila Fernandes^{2,3}; Francisco Valdir Silveira¹ & Herbet Conceição^{2,4}

¹ Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Av. Ulisses Guimarães, 2868, Sussuarana / CAB, 41.213-000, Salvador, Bahia, Brasil

² Universidade Federal da Bahia – UFBA, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia,

Laboratório de Petrologia Aplicada à Pesquisa Mineral, Rua Barão de Jeremoabo, s/n,

Campus Universitário de Ondina, 40.170-290, Salvador, Bahia, Brasil

³ Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Campus IV, Rua J.J. Seabra, 158, 44.700-000, Jacobina, Bahia, Brasil

⁴ Universidade Federal de Sergipe – UFS, Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias,
Complexo Laboratorial Multusuários da UFS, Galpão das Geociências, 49.100-000, São Cristóvão, Sergipe, Brasil

E-mails: ivanarapereira@gmail.com; dcrios@ufba.br; pecefemandes@gmail.com; francisco.silveira@cpim.gov.br; herbet@ufs.br

Recebido em: 09/11/2018 Aprovado em: 27/06/2019

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2019_3_223_236

Resumo

Este artigo apresenta dados geológicos e petrográficos para Icó e Aroeira, rochas de natureza kimberlítica (s.l.) que afloram no Nordeste da Bahia. Os novos dados demonstram a natureza transicional destas rochas, cujas características gradam de lamproitos/orangeitos a olivina kimberlitos. A presença de diamantes caracteriza a região como promissora à exploração destas gemas. A diversidade deste magmatismo potássico-ultrapotássico é demonstrada pela sua mineralogia, presença de xenólitos mantélicos e crustais de natureza diversificada, e texturas kimberlíticas peletais observadas nestas rochas. Em associação à sua colocação em um ambiente tectônico complexo e economicamente promissor, tais feições sugerem o envolvimento de misturas de magmas, contaminação crustal e mesmo injeções múltiplas de magmas de natureza kimberlítica diversa. Icó é uma rocha lamproítica enquanto Aroeira representa uma brecha kimberlítica/lamproítica tufística. Os dados petrográficos aqui apresentados permitem ampliar a compreensão dos primeiros estágios da tectônica terrestre na região e trazem luz à natureza do manto litosférico metassomatizado sob o Cráton do São Francisco.

Palavras-chave: Rochas Kimberlíticas, Kimberlito, Orangeito, Lamproito

Abstract

This paper presents petrographical and geological data for the Icó and Aroeira occurrences, rocks of kimberlitic (s.l.) nature that occur at the Northeastern Bahia, Brazil. The new data demonstrates the transitional nature of these rocks that range from lamproites to orangeites and even olivine kimberlites. The presence of diamonds characterizes this as a prospective area for gems. Otherwise, the mineralogy and textures ratifies the lithologic diversity of this potassic-ultrapotassic magmatism: the exotic mineralogy, in association with distinct mantelic and crustal xenoliths, peletal kimberlitic textures, and their emplacement in a complex tectonic environment that held a high economic potential, suggest that magma mixing, crustal contamination and even multiple injections of diverse types of kimberlitic magmas may have occurred. Icó is a lamproite while Aroeira represents a transitional tuffistic kimberlite/lamproite breccia. The data here presented are a key for the understanding of the Early Earth tectonics in this area and the nature of the metasomatized lithospheric mantle under São Francisco Craton.

Keywords: Kimberlitic Rocks, Kimberlite, Orangeite, Lamproite



1 Introdução

O estudo de kimberlitos é relevante: possuem alta imunidade à contaminação crustal; ampliam o conhecimento sobre interações litosfera-astenosfera; funcionam como sondas profundas, capazes de amostrar a variação composicional do manto litosférico sub-continental durante sua ascensão; são chaves para compreender processos geodinâmicos; e, claro, apresentam importante potencial econômico (e.g. Mitchell 1986, 1989, 1991, 1995, 2006; Mitchell & Bergmann, 1991; Brett *et al.*, 2015). Considerando todo este potencial, os kimberlitos que ocorrem no Nordeste da Bahia são ainda pouco estudados. A exceção é Braúna, um dos primeiros campos kimberlíticos com potencial diamantífero comprovado e onde localiza-se a primeira mina de diamantes em fonte primária da América do Sul, atualmente em atividade e produção, com capacidade instalada para produzir até 400.000cts de diamantes de alta qualidade por ano. Estudos sobre alguns corpos de Braúna foram publicados nos últimos anos (Pisani *et al.*, 2001; Pereira & Fuck, 2005; Donatti-Filho *et al.*, 2013 a, b; Nannini *et al.*, 2017).

Visando ampliar o conhecimento sobre kimberlitos (s.l.) no Brasil e colaborar para a melhor caracterização daqueles que ocorrem no Nordeste da Bahia, este artigo apresenta aspectos de campo e da petrografia de dois novos corpos descritos como kimberlitos (s.l.), trazendo esclarecimentos sobre estas descobertas mais recentes (Nannini *et al.*, 2017): os diques kimberlíticos de Icó, situados no norte do Núcleo Serrinha; e Aroeira (Nascimento *et al.*, 2018), que intrude as rochas do Cinturão Móvel Salvador-Curaçá.

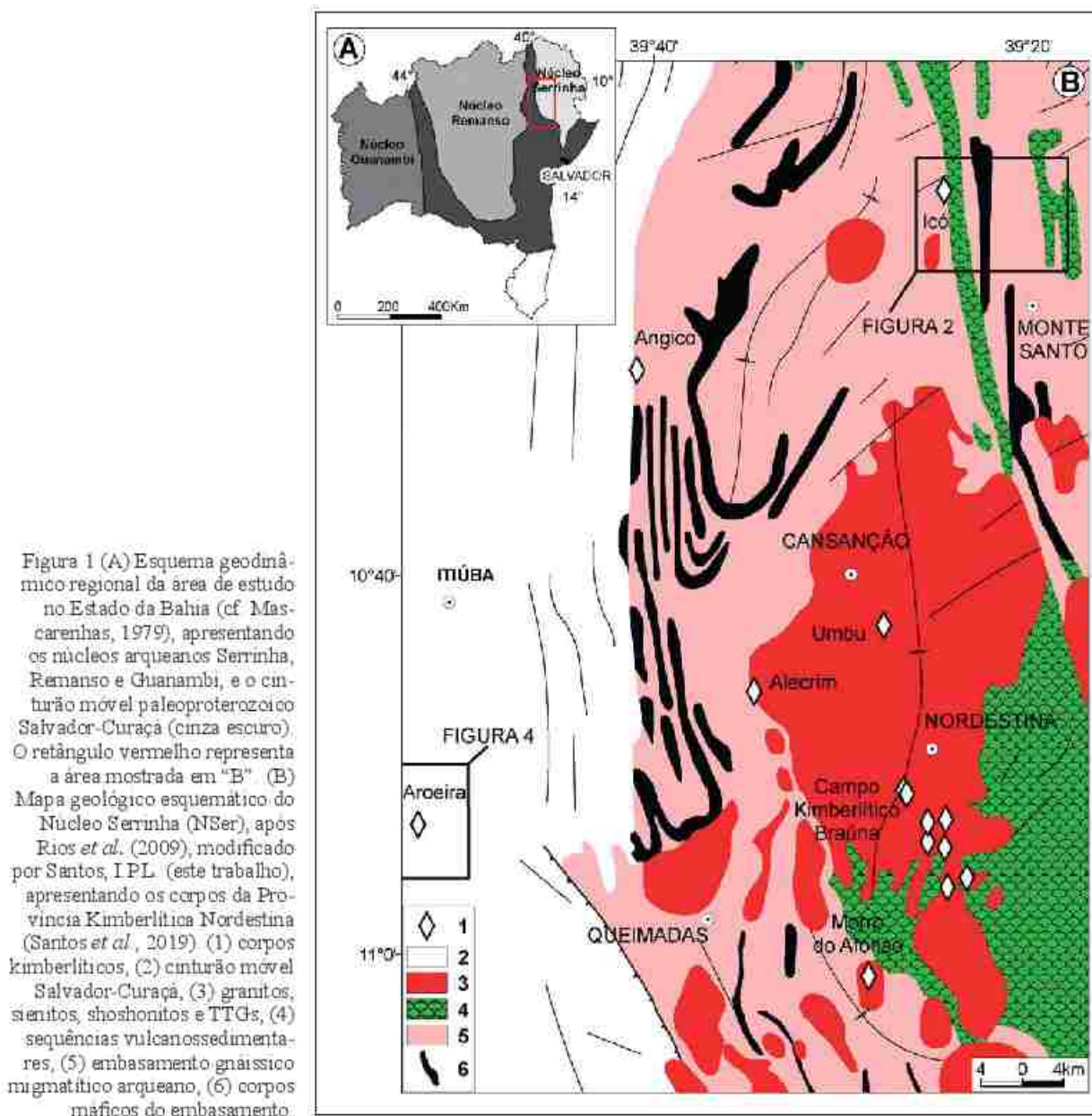
Com isto espera-se melhor caracterizar as suítes de macrocristais presentes nesta região cratonizada da litosfera e colaborar com o entendimento da diversidade das intrusões presentes nesta Província. O estudo detalhado da petrografia destes corpos, combinando a investigação textural-mineralógica ao microscópio óptico com a microscopia eletrônica de varredura, irá contribuir para uma melhor compreensão da natureza da litosfera subcontinental e do enriquecimento mantélico nesta região do Cráton do São Francisco.

2 Contexto Geológico

A área de estudo está inserida em um dos três núcleos arqueanos que integram os terrenos do embasamento do Cráton do São Francisco no Estado da Bahia (Figura 1A; Mascarenhas, 1979), o Núcleo Serrinha (NSer), e se estende pelos terrenos do Cinturão Móvel Salvador-Curaçá (CMSC), que o limitam a oeste (Figura 1B). Nesta região os kimberlitos são representados predominantemente por *pipes* (*vents* preenchidos) e diques.

Do ponto de vista geológico, o NSer compreende (Figura 1B): (i) rochas gnáissico-migmatíticas, denominadas de complexos Santa Luz e Uauá, intrudidas por corpos graníticos de natureza TTG, de idade arqueana; (ii) bacias vulcanossedimentares (Itapicuru e Capim) associadas à plutonismo TTG e calcioalcalino (~2,2-2,13 Ga.), com resquícios de uma crosta Eo-Arqueana de 3,6 Ga.; além de (iii) intrusões alcalinas (~2,11-2,07 Ga.), que incluem rochas shoshoníticas, sieníticas, ultrapotássicas e lamprofíricas (Rios *et al.*, 2008, 2009, 2011a). Processos magmáticos e metamórficos, associados à tectônica de subducção, promoveram o enriquecimento do manto, propiciando, (iv) no Brasiliano, a intrusão dos *pipes* kimberlíticos (s.l.; Rios *et al.*, 2011a,b, 2012; Donatti-Filho *et al.*, 2013a; Santos *et al.*, 2014).

O CMSC, um cinturão móvel de natureza granulítica (Mascarenhas, 1979), localiza-se entre o NSer e o Núcleo Remanso (Figura 1A), e resulta da colisão entre estes dois núcleos durante a Orogênese Transamazônica. Ele compreende um importante magmatismo alcalino paleoproterozoico (~2,1 Ga), representado pelos sienitos de Itiúba, Santanópolis, São Félix e Anuri (Conceição *et al.*, 1995, 2000, 2003), onde ocorrem associados lamprófiros e xenólitos mantélicos ainda não estudados em detalhe. Vários corpos graníticos localizados no centro do CMSC não apresentam indícios de deformação. Contudo, Huttner *et al.* (2014) descrevem a ocorrência de um magmatismo neoproterozoico representado por rochas máficas alcalinas com cerca de 0,9 Ga, distando menos de 2km do kimberlito Aroeira (Figura 1B).



3 Materiais e Métodos

Os estudos petrográficos incluem 7 (sete) lâminas polido-delgadas de amostras coletadas em afloramentos superficiais (< 3m de profundidade), e descritas ao microscópio petrográfico Nikon Optiphot-Pol com câmera fotográfica Sony SSC-DC54A no Laboratório de Metalogênese da UFBA. Observou-se a identificação dos constituintes minerais, descrição dos xenólitos, análise modal por estimativa visual, estudo textural e estrutural.

Além das lâminas delgado-polidas, *mounts* de concentrados minerais foram também realizados para complementar a petrografia com análises de microscopia eletrônica de varredura (MEV) visando identificar e caracterizar a mineralogia exótica, bem como imagear as relações texturais. As amostras foram metalizadas com carbono e analisadas nos laboratórios multiusuários da Universidade Federal de Sergipe (UFS) utilizando um MEV marca Tescan®, modelo Vega 3-LMU, acoplado a detectores

de elétrons secundários, elétrons retroespalhados e catodoluminescência. O espectrômetro de energia dispersiva (EDS) é da *Oxford Instruments®*, modelo X-Act, e tem resolução de 125eV. As condições analíticas utilizadas durante as análises foram aceleração potencial de 20kV e correntes de 15nA, gerando um feixe de elétrons com diâmetros de 0,3µm.

O limite entre a classificação de macrocristais e matriz se fez com base na literatura, sendo considerado macrocristal aqueles com diâmetros superiores a 0,5mm. A nomenclatura destas rochas está de acordo com os critérios pontuados por Wooley *et al.* (1996), Le Maitre (2002), Tappe *et al.* (2005) e Cas *et al.* (2008, 2009). Para a classificação dos xenólitos foram utilizados os critérios propostos por Harte (1977) sumariados e revistos por Pearson *et al.* (2003).

4 Aspectos de Campo

Os diques kimberlíticos de Icó 1 e 2 localizam-se no NSer (Figura 1B), na folha de Monte Santo, próximos ao contato entre granitos e gnaiss-

ses-migmatíticos arqueanos do embasamento (Complexo Santaluz / Complexo Caraíba) e rochas máficas/ultramáficas (Figura 2).

Já existiam indícios de minerais indicadores de kimberlitos na região de estudo, que foram coletados pela *De Beers desde as campanhas prospectivas da década de 80* e descritos como granada, ilmenita e espinélio (Namini *et al.*, 2017). Além disso, são encontrados muitos fragmentos de rocha máfica/anfibolítica no local de amostragem. Duas amostras foram coletadas em poço no corpo Icó 1 (Figura 3A); a amostra NS3251 (>2m profundidade) equivale à rocha mais preservada dentre as coletadas, e a partir dela foi produzida lâmina delgada polida para estudos petrográficos. A NS3250, mais próxima da superfície, representa um saprólito (Figura 3B) e dela foram produzidos concentrados minerais polidos em *mounts*.

Aroeira é o primeiro corpo de natureza kimberlítica da Província Nordestina a ser descrito fora da região do Núcleo Serrinha (Figura 1B), com-

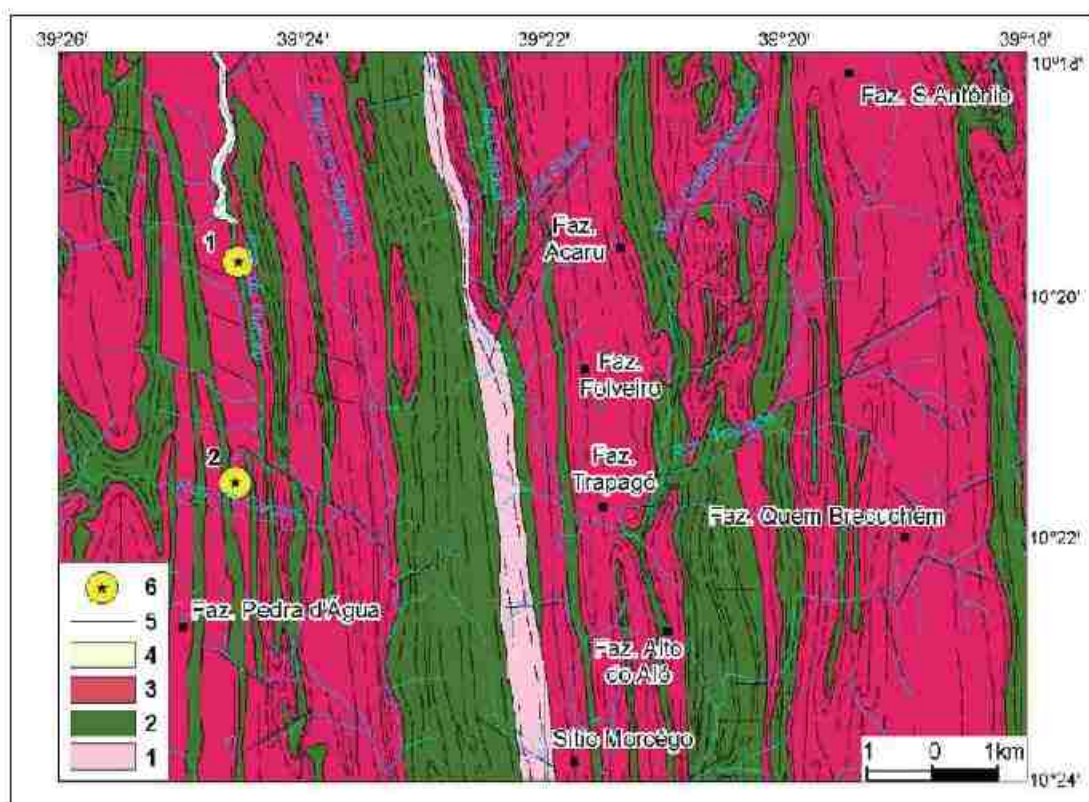


Figura 2 Mapa geológico simplificado da região de ocorrência dos corpos kimberlíticos Icó (Inda *et al.* (1976).
Legenda: (1) Granito-gnaisses do Complexo Caraíba, (2) Metabasitos e metaultrabasitos, (3) Gnaisses, granitos, tonalitos do Complexo Santaluz, (4) Sedimentos aluvionares, (5) Estruturas, (6) Corpos kimberlíticos Icó 1 e Icó 2

Figura 3 Aspectos de campo das ocorrências de kimberlitos estudadas no Nordeste da Bahia. (A) Estágios da abertura de poço para amostragem no kimberlito Icó 1. (B) Rocha saprolitizada, coletada próxima à superfície ($\pm 1\text{m}$ profundidade) do kimberlito Icó. (C) Área de ocorrência do kimberlito Aroeira, onde observam-se mudanças no tipo de solo e vegetação que delimitam o contato entre o kimberlito (maior densidade de vegetação) e as enciçantes (solo arenoso). (D) Amostra mais preservada do kimberlito Aroeira, coletada a $\pm 3\text{m}$ profundidade, após britagem.



preendendo um dique que apresenta direção N130°. Aroeira intrude as rochas do maciço granítico Pedra Solta (Otero, 2005), no denominado Cinturão Móvel Salvador-Curaçá, localizando-se no município de Queimadas (Figura 4). O relevo arrasado, o típico solo areno-argiloso amarelado e a vegetação de caatinga predominam na área onde não há exposição da rocha preservada (Figura 3C). Três amostras foram coletadas neste corpo, da mais saprolitizada e próxima à superfície (NS3254, 0,5m de profundidade), para obtenção de concentrados de pesados e avaliação dos minerais indicadores residuais, passando por uma rocha alterada (NS3255, ~2m de profundidade), até a amostra mais preservada (NS3256, ~3m de profundidade, Figura 3D).

Namini *et al.* (2017) relatam o potencial diamantífero deste corpo a partir do estudo de minerais indicadores realizado pela *De Beers* onde são reportados: granada, clinopiroxênio, ilmenita, espinélio, flogopita, perovskita e diamante. Nascimento *et al.* (2018) descrevem uma solução sólida ilmenita-picroilmenita-pirofanita presente no kimberlito Aroeira. Os cristais foram identificados como o tipo espe-

cial de Mn-ilmenita descrito por Kaminsky (2017) e Castillo-Olivier *et al.* (2017) como característicos das inclusões de ilmenita em diamantes e matriz de rochas de natureza kimberlítica. Esta Mn-ilmenita é uma fase mineral primária que se cristaliza apenas em condições estáveis no manto inferior e/ou zona de transição manto-núcleo. De acordo com Nascimento *et al.* (2018) os cristais de Mn-ilmenita do kimberlito Aroeira são quimicamente correlacionáveis às inclusões de ilmenita em diamantes do Kimberlito Pandrea, Campo de Juína, Mato Grosso, para os quais se advoga uma fonte mantélica super-profunda (>660km), na transição manto-núcleo.

5 Aspectos Petrográficos do Dique Icó 1

As rochas de Icó (Figura 5A) caracterizam-se por possuir macrocristais arredondados de olivina serpentizada (8%, <1,4 mm diâmetro) em matriz de composição flogopítica (Figura 5B). Apresentam textura anisotrópica, equigranular, granulação fina-média (~0,34 mm de diâmetro médio, 86% flogopita), rica em minerais opacos (4%) e clorita (~2%).

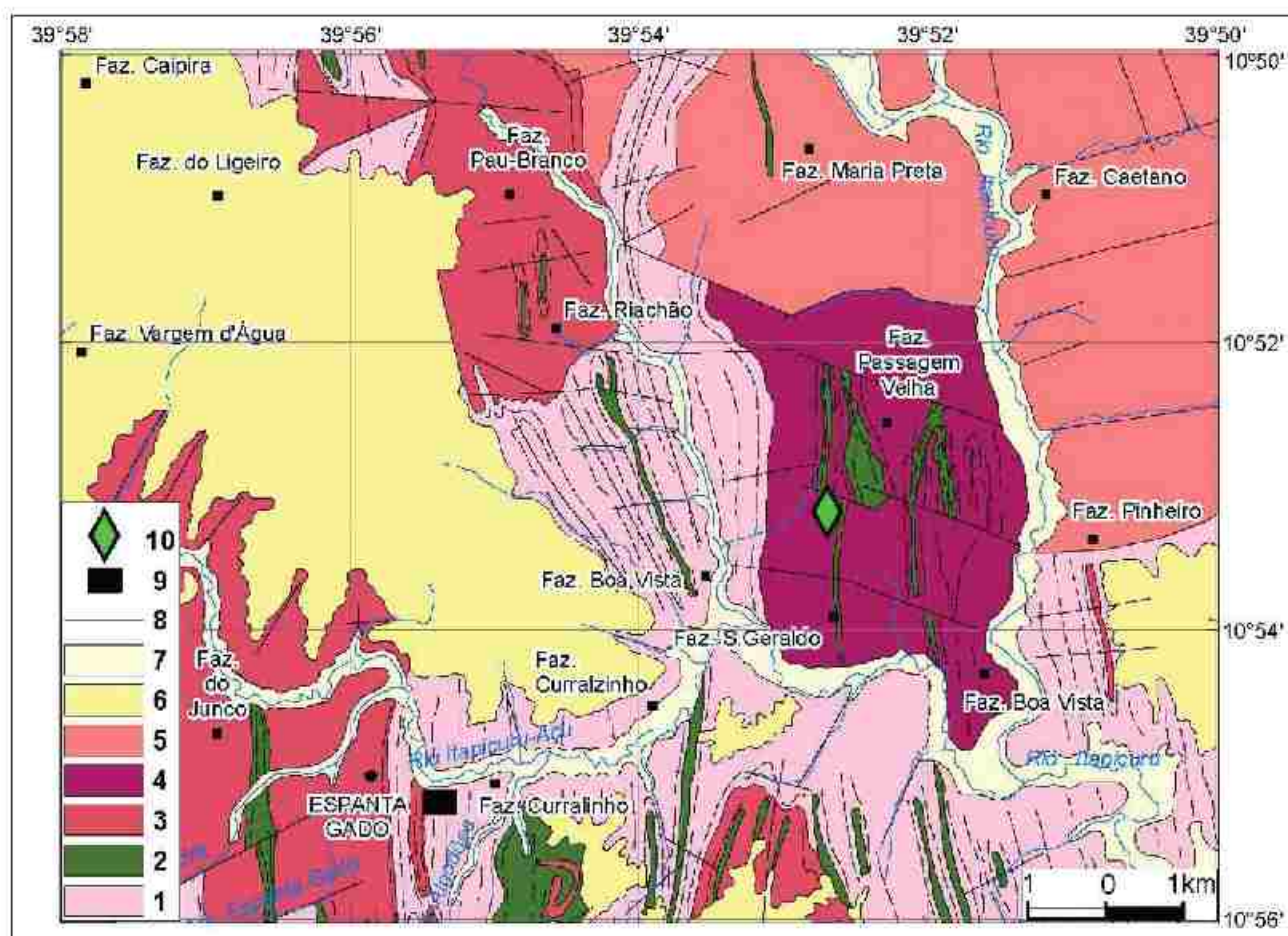


Figura 4 Mapa geológico simplificado da área de ocorrência do corpo kimberlítico Aroeira. Fontes: Inda *et al.* (1976), Conceição (1990), Otero (2005). Legenda: (1) Granito-gnaisses do Complexo Caraba, (2) Metabasitos e metaultrabasitos, (3) Granitos, tonalitos e sienitos, (4) Granito Pedra Solta, (5) Batólito Sienítico Itúba, (6) Coberturas arenosas, (7) Sedimentos aluvionares, (8) Estruturas, (9) Dique gabrítico Espanta Gado, (10) Corpo kimberlítico Aroeira.

A flogopita encontra-se serpentinizada e cloritizada, é incolor, desenvolve “kink bands”, e dispõe-se aleatoriamente na rocha (Figuras 5B, 5C). Os minerais opacos são anédricos a subédricos, com diâmetros de aproximadamente 0,4mm, correspondendo predominantemente a ilmenita e cromita (Figura 5D), e por vezes encontram-se dispostos ao longo das clivagens da mica, tal como a clorita.

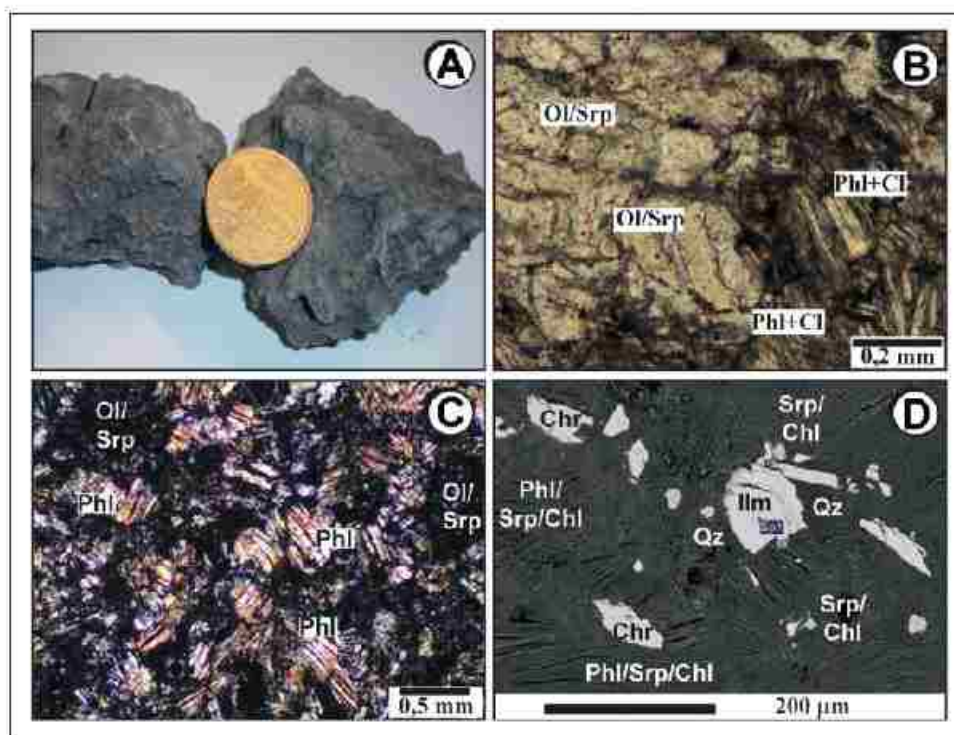
6 Aspectos Petrográficos do Dique Aroeira

Comparando-se a moda das amostras NS3255 e NS3256 observa-se um relativo aumento na proporção de macrocristais (30% para 40%) com a profundidade da coleta, provavelmente face ao melhor estado de preservação dos macrocristais, em espe-

cial da olivina, nas rochas menos alteradas. Na lâmina da amostra mais alterada (NS3255) vários dos macrocristais foram removidos durante a preparação/polimento, sugerindo tratar-se de cristais mais preservados.

A distribuição dos macrocristais sugere uma orientação de textura de fluxo vertical. Predominam macrocristais de olivina (24-36%, <1,4mm, podendo atingir até 3,6mm), os quais se encontram bastante serpentinizados/carbonatados (Figuras 6A, 6B). Devido ao estágio de alteração das amostras estudadas é difícil inferir se são xenocristais, porém alguns destes cristais são globulares e apresentam coroa de reação (grãos de minerais opacos e feição sugestiva de interrescimento) enquanto outros pos-

Figura 5 Aspectos petrográficos do Lamproito/Orangeito Transicional Icó 1 (amostra NS3251) (A) Aspecto macroscópico do dique Icó 1 (B) Microfotografia apresentando o aspecto geral de sua textura (LT – nicóis paralelos) (C) Feições da matriz serpentinizada e resquícios de fenocristais de flogopita cloritizada com textura de *kink bands* e dos macrocristais de olivina serpentizada (LP) (D) Imagem da matriz no MEV em *backscatter*, identificando os óxidos de ilmenita e cronita presentes na amostra LT = Luz Transmitida. LP = Luz Polarizada. Ol = Olivina Srp = Serpentina. Cl/Chl = Clorita. Phl = Flogopita. Ilm = Ilmenita. Chr = Cronita Qz = Quartzo (Whitney & Evans, 2010).



suem tendência prismática e são substituídos por uma textura de “*mesh*” da serpentina (crisotila e antigorita) e carbonatos (Figura 6C), o que sugere que pelo menos parte destes macrocristais de olivina sejam fenocristais.

Em menor quantidade ocorrem macrocristais de flogopita (>0,5mm), incolor ou com pleocroísmo amarelo a amarelo claro, subédricos, com alguns cristais zonados e que tendem a conter inclusões de minerais opacos/espínélio dispostos ao longo de suas clivagens (Figura 6D). Estes macrocristais de flogopita estão bastante cloritizados/serpentinizados. A textura é inequigranular seriada. Macrocristais gradam para microcristais (~0,3mm de diâmetro, 9-16% em volume) e então para uma matriz fina (0,05-0,10mm) e relativamente equigranular composta por flogopita, serpentina, carbonatos e clorita (39-49%), além de quantidades subordinadas (5-12%) de minerais opacos, predominantemente óxidos.

A matriz serpentínica varia de serpofita para veios de crisotila e antigorita lamelar de granulação grossa, apresentando textura hipidiomórfica (Figura 6D). Os minerais opacos são anédricos ou formam seções quadradas, possuem relevo extremamente

alto e feições sugestivas de se tratar de cronita e/ou perovskita. Aparentemente estes minerais opacos formam-se por substituição progressiva ao longo das clivagens nos cristais de flogopita, mas também ocorrem amplamente disseminados na matriz onde predominam as seções quadradas equidimensionais com grãos que podem atingir até 1,4mm. As fases opacas incluem ainda minerais translúcidos com núcleos opacos e bordos translúcidos amarronzados, identificados como uma transição de titanita para espínélio. O elevado estágio de alteração da amostra não exclui possibilidade de parte da serpentina ser produto da olivina.

Localmente foram identificadas estruturas globulares (xenólitos ou autólitos?), com textura concêntrica onde o núcleo é constituído por cristais euédricos a subédricos de flogopita e espínélio amarronzado de granulação grossa (~0,17mm), envoltos por flogopita e outra geração de espínélio de granulação mais fina (matriz?), que gradam para serpofita e são envolvidos por uma camada de serpentina e espínélio com disposição radial em relação à matriz. Acredita-se que estas estruturas globulares provavelmente representam autólitos de orangeito associados a diferentes injeções deste magma.

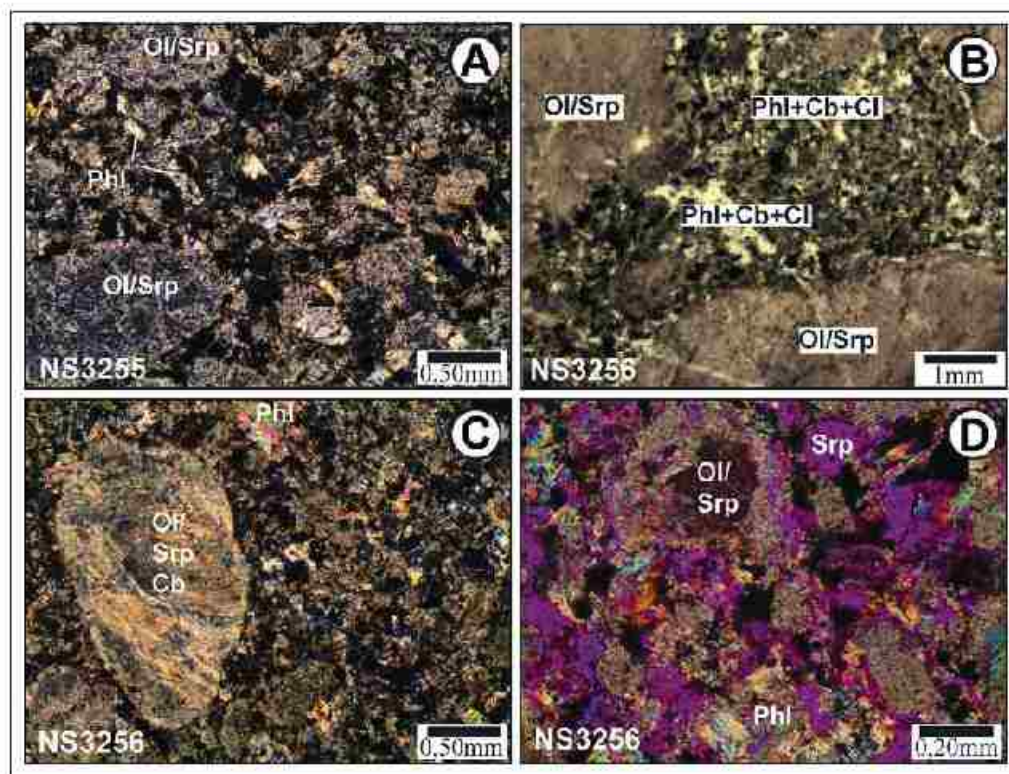


Figura 6 Aspectos petrográficos do dique lamproítico/olivina kimberlítico macrocristalino Aroeira (A) Amostra saprofitizada (NS3255), com macrocristais de olivina serpentinizada (LT) (B) Amostra mais preservada (NS3256), apresentando macrocristais em matriz fina contendo flogopita, clorita e carbonatos (LT). (C) Detalhe do cristal de olivina serpentinizada (LP, NS3256). (D) Textura da rocha com o condensador (NS3256). LP = Luz Polarizada. LT = Luz Transmida. Ol = Olivina. Srp = Serpentina. Phl = Flogopita. Cb = Minerais carbonáticos. Cl = Clorita (Whitney & Evans, 2010)

7 Discussões e Considerações Finais

Cada um dos principais tipos de “rochas kimberlíticas” possui uma definição e classificação própria (Tabela 1). Contudo, elas foram estabelecidas a partir de rochas-tipo, oriundas majoritariamente da África do Sul e Austrália. Por suas próprias características, estas rochas possuem grande interação com os crátons em que se colocam e, à medida que os estudos avançaram e novos corpos foram sendo

descobertos na Europa, Ásia e Américas, ajustes e adaptações nas descrições mineralógicas e petrográficas foram criando uma infinidade de tipos “transicionais”. Em comum, todas são oriundas do magmatismo potássico-ultrapotássico, ricas em voláteis e com quantidades variáveis de fases primárias e secundárias, além de ao longo de suas jornadas, passarem a englobar xenólitos/xenocristais em tamanhos e volumes variáveis (Tabela 1).

	Kimberlito (ou Kimberlito Grupo I ou Kimberlitos Basálticos)	Orangeito (ou Kimberlito Grupo II ou Kimberlitos Micáceos ou Lamprofíricas)	Lamproito
Definições IUGS (Le Maitre <i>et al.</i> , 2002)	Grupo de rochas ricas em voláteis (dominantemente CO ₂), potássicas, ultrabásicas, exibindo comumente uma textura mequigranular distintiva, resultado da presença de macrocristais (0,5-10 mm) e mesmo megacristais (1-20cm) em uma matriz de granulometria fina. Macrocristais de olivina são característicos e dominantes, exceto nos kimberlitos fracionados.	Clã de rochas ultrapotássicas, peralcalinas, ricas em voláteis (dominantemente H ₂ O), caracterizadas por macrocristais e microcristais de flogopita em uma matriz miédica que variam em composição de tetraferroflogopita a flogopita. Macrocristais arredondados de olivina e cristais cuadrados primários de olivina são comuns, mas geralmente não são constituintes maiores da rocha.	Rochas mineralogicamente caracterizadas por quantidades variáveis (5-90% em volume) de fases primárias predominantes constituídas por pelo menos 2 das seguintes minerais: fenocristais de Ti-flogopita pobres em Al, tetraferroflogopita titanífera poecilítica na matriz, K-Ti-richerita, olivina forsterítica, diopsídio pobre em Na e Al, leucita e/ou sanidina ricas em Fe.
Rocha "Tipo"	Kimberley, África do Sul	Orange Free State, África do Sul	Argyle Pipe, Western Australia

Tabela 1 Comparação entre as definições de kimberlitos, orangeitos e lamproitos

A literatura mais recente tende a ser bem específica em relação à mineralogia e aos aspectos petrográficos que caracterizam as rochas de natureza kimberlítica. É insuficiente, contudo, para resolver as divergências de longo prazo sobre terminologias a utilizar ou se estas amostras são ou não lamproítos (e.g., Streckeisen 1979; Rock, 1991; Mitchell, 1994, 2008; Woolley *et al.*, 1996; Chalapathi Rao, 2005; Scott-Smith, 2018). As definições evoluíram para caracterizar a presença de mega, macro e microcristais (Tabela 2), feno e xenocristais, variações químicas nas fases exóticas presentes, as variações na matriz, tipo de ambiência tectônica, e mesmo mineralogias que são impeditivas de adotar esta ou aquela nomenclatura (Tabelas 2 e 3).

Ainda assim, mesmo com estudos petrográficos de detalhe disponíveis é bastante difícil chegar ao nome da rocha, fato agravado pelo caráter transicional que muitas vezes predomina. Cas *et al.* (2009) chegaram a propor um guia prático de bolso para as

terminologias de fácies kimberlítico com aplicação prática. Isto levou Scott-Smith (2018) a propor uma completa revisão da nomenclatura até então utilizada, e reconsiderar a definição original de Streckeisen (1979) e Rock (1991) para rochas kimberlíticas, onde os “kimberlitos” e “lamproítos” são tidos como famílias de rochas lamprofíricas. Adicionalmente, Scott-Smith (2018) engloba as ditas rochas “orangeíticas” na família dos lamproítos. Foi esta a concepção que adotamos neste artigo.

As rochas kimberlíticas Icó e Aroeira são predominantemente inequigranulares, ricas em macrocristais (fenocristais e xenocristais), os quais ocorrem dispersos em uma matriz holocristalina, de granulometria fina e natureza exótica. Estes aspectos texturais e componentes são característicos de rochas vulcânicas coerentes que se colocaram em níveis crustais profundos. As amostras estudadas correspondem a saprólitos, em diferentes graus de preservação da rocha original e tendem a seguir o

Tabela 2 Características mineralógicas e petrográficas típicas dos macrocristais de kimberlitos, orangeitos e lamproítos

Componente Mineral	Kimberlito	Orangeito	Lamproíto	
Xenocristais	Olivina	Formam núcleos bordejados por olivina mantélica fenocristica (magmática)	Cristais arredondados. Comuns a raros.	
	Flogopita	Criptogénica. Quantidades menores a rara.	Dominante. Comum cognata.	
Macrocristais (> 0,5 mm)	Fenocristais	Olivina	Núcleos xenocristicos (mantélicos, angulares, baixo Ca e alto Ni, Fo 86-90%) com sobrecrescimentos bordas fenocristicas (magmáticas, aumenta %Ca e reduz %Ni, Fo >91%). Característica e dominante, cristais anédricos a euédricos. Monticelita é comum e pode pseudomorfosear em carbonato ou serpentina	Comum. Euédrica a subédrica ou esquelética, primária (Fo 91-93%). Monticelita é comum nos magmas não evoluídos, tipicamente pseudomorfoseada para carbonato ou serpentina
		Flogopita	Comum, lamelas de flogopita-kinoshitalita	Abundante. Rica em Ti. Microfenocristal. Primária. Placas poiquilíticas de flogopita-tetraferroflogopita
		Granada	Cr-Piropo. Podem estar presentes macro/megacristais de almandina e/ou Ti-piropo da desagregação de xenólitos mantélicos	
		Espinélio	Abundante. Ocorre formando grandes cristais (0,01-0,1mm). Solução sólida de Mg-cromita a Mg-ulvoespinélio, magnetita	Quantidades menores a raros. Mg-cromita é mais comum e o Mg-ulvoespinélio é ausente. Mg-cromita raramente está zonada para Ti-magnetita
		Outros	Clinopiroxénio enstatita e/ou Cr-diopsídio sub-cálcico. Ilmenita magnésiana. Calcita e/ou serpentina podem estar presentes nos termos mais evoluídos.	
Referências	Mitchell, 1979, 1986, 1995; Scott Smith <i>et al.</i> , 1983; Mitchell & Putnis, 1988; Chalapathi Rao, 2005; Clement <i>et al.</i> , 1984; Bussweiler <i>et al.</i> , 2015; Brett <i>et al.</i> , 2009, 2015; Sparks, 2013	Mitchell, 1995, 2005; Chalapathi Rao, 2005; Howarth <i>et al.</i> , 2011; Sparks, 2013	Mitchell 1994a; Mitchell & Bergmann, 1991; Mitchell, 1995; Chalapathi Rao, 2005; Sparks, 2013	

Aspectos Geológicos e Petrográficos das Rochas de Natureza Kimberlítica (s.l.) do Nordeste da Bahia, Brasil: os Lamproitos Transicionais Diamantíferos Icó e Aroeira

Ivanara Pereira Lopes dos Santos; Débora Correia Rios; Paulo César D'Ávila Fernandes; Francisco Valdir Silveira & Herbert Concelção

Componente Mineral	Kimberlito	Orangeito	Lamproito
Olivina	2ª geração de Mg-Olivina, euédrica a subédrica. Monticelita é comum.	Comum nos corpos não evoluídos, tipicamente pseudomorfoseada por carbonato ou serpentina. Monticelita é ausente.	Forsterita. Monticelita é ausente.
Mica (Flogopita TiO2<6%)	Comum. Flogopita euédrica e fases tardias de mica poiquilítica (serie Ba-flogopita kinoshitalita)	Abundante. Rica Ti e pobre Fe. Placas poiquilíticas. Flogopita a Tetraferri-flogopita, Ausente Ba-flogopita	Comum a mica rica em Fe e Ti. Ti-Tetraferri-flogopita poiquilítica (TiO2 5% – 10%)
Espinélio	Abundante. Grandes cristais (0,01-0,1mm). Solução sólida de Mg-cromita, Mg-ulvoespinélio, magnetita	Quantidades menores a rara. Pequenos cristais (<0,001-0,02mm). Mg-cromita, Ti-magnetita, perovskita rica Sr e ETR	Raros. Mg-cromita a Ti-magnetita.
Espinélio Trend 2	Magnetita. Apenas se presente macrocristais de mica	Mg-Ulvoespinélio não ocorre	
Perovskita	Comum. Arredondada a euédrica. Pobre SrO (<1%wt) e pobre REE2O3 (<7%wt)	Rara. Subédrica a poiquilítica. SrO (<1-6%wt). Rica REE2O3 (<1-16%wt)	Rara. Rica em Sr-REE
Piroxênio	Diopsídio primário é ausente. Excessão como produto da cristalização induzida pela assimilação de xenólitos silicosos	Microfocristais. Diopsídio comum a raro. Comumente reabsorvido. Diopsídio ocorre zonado e mantido por Ti-aegirina.	Diopsídio é comum, pobre em Al-Ti, pobre Al-Na, (Al2O3 < 1%; Na2O < 1%)
Feldspato (Sanidina)	Sanidina é ausente.	Sanidina é rara e restrita aos termos mais evoluídos	Comum e abundante. Fe-Sanidina (tipicamente Fe2O3 1% – 5%)
Feldspatóide (Leucita)	Leucita ausente	Rara. Leucita pode ocorrer nos termos mais evoluídos	Comum. Fe-Leucita (Fe2O3 1% – 4%)
Anfíbolos (K-richterita)	K-richterita ausente	Rara. K-richterita pode ocorrer nos termos mais evoluídos	Comum. Ti-K-richterita (TiO2 3% – 5%; K2O 4% – 6%)
Fosfatos	Apatita acessória (comum a muito rara, prismas euédricos ou aciculares radiando para agregados em segregações de calcita-serpentina). Fosfatos de REE são ausentes	Ricos em Sr e ETR. Apatita é comum (rica em Sr-REE). Monazita, daqingshanita, Sr-REE fosfatos ocorrem em quantidades menores	Apatita é comum, rica em Sr-REE
Titanados	Muito raro	Comum K-Ba-Holanditos e K-Ti-triscaidecitanatos	Comum
Carbonatos	Comum. Predomina calcita. Dolomita ocorre raramente. Sr-REE-Carbonatos são raros e restritos aos tipos mais evoluídos	Comum. Primários e abundantes. Calcita e Sr-Mn-Fe dolomitas comuns. Witherita, ancilita, esroncianita e norsetita em quantidades menores	Carbonato primário é ausente. Carbonatos secundários podem estar presentes.
Serpentina	Estágio tardio. Rica em Ferro. Primária serpoítica. Lizardita secundária é abundante.	Comumente é secundária	Rara. Secundária.
Mn-Ilmenita	Ausente a raro	Comum	Muito raro
Zr-silicatos	Muito raros	Comum	Comum
Rutilo	Comum. Rico em Nb e Cr. Pobre em Fe	Comum. Rico em Nb	Incomum
Ni-Sulfetos	Comum		

Referências como na Tabela 2

Tabela 3 Comparação entre definições e características mineralógicas e petrográficas típicas da matriz de kimberlitos, orangeitos e lamproitos

trend da serpentinização. Este fato é confirmado pela aparência alterada, cor verde amarelada e pela grande quantidade de serpentina identificada petrograficamente.

Icó, similarmente aos corpos do Campo Kimberlítico Braúna (Donatti-Filho *et al.*, 2013 a,b) intrude o Núcleo Serrinha, apresentando características transicionais entre lamproito e orangeito. Isto é evidente na quantidade majoritária de flogopita na

matriz, presença de macrocristais de olivina reabsorvidos e/ou pseudomorfoseados em serpentina, quantidade mínima de espinélio (geralmente cromita) e Mn-ilmenita. Além disto, com base nos estudos petrográficos realizados, pode-se afirmar que as rochas dos diques Icó não constituem um kimberlito tipo 1. O seu posicionamento tectônico é dubio: apesar de ocorrer no interior do NSer, as rochas estão próximas ao possível contato entre os terrenos do Complexo Santaluz e Complexo Caraíba, que alguns autores

sugerem representar uma sutura entre dois crátoms arqueanos. De acordo com a nova proposta de Scott-Smith (2018), estas rochas podem ser classificadas como lamproitos.

Por sua vez, o posicionamento tectônico do dique Aroeira, intrudido no Cinturão Móvel Salvador-Curaçá mas próximo às margens limitrofes do Núcleo Serrinha, por si só já é sugestivo de lamproitos (Tabela 4), o que é favorecido pela predominância dos macrocristais de olivina arredondados/reabsorvidos com intercrescimentos, sugestivos da

textura “dogtooth” (Mitchell & Bergman, 1991, Mitchell, 1995). Adicionalmente, macrocristais de flogopita presentes nestas rochas não são comuns nos kimberlitos tipo 1, sendo frequentes em orangeitos (Tabela 2). Carbonato, antigorita e crisotila são fases secundárias, substituindo cristais de olivina. Estas fases secundárias são relativamente comuns, fato que também favorece a classificação como lamproitos ou orangeitos (Tabela 4).

Apesar disto, os cristais de olivina na matriz de Aroeira são monticelita; a flogopita é fase subor-

Tabela 4 Comparação entre características mineralógicas secundárias e feições limitantes de kimberlitos, orangeitos e lamproitos

Feições Características		Kimberlito	Orangeito	Lamproito
Secundários	Diopsídio	Pseudoprimário e pobre em Al-Ti		
	Barita	Rara	Comum	Comum
	Monticelita	Pseudomorfo carbonato e/ou serpentina	Ausente	
Vidro		Ausente	Muito Raro. Presente ocasionalmente	Presente, mas pouco frequente
Outros Minerais		Feldspato, feldspatóide, andradita, schorlomita	Plagioclásio primário, melilita e/ou monticelita, nefelina, calcita primária, melanita	
Quartzo		Ausente	Apenas em quantidade menor a traço	Ausente
Mesostase		Serpentina deutérica e calcita substituindo olivina, flogopita e monticelita	Calcita, dolomita, ancilita, outros ETR-carbonatos	
Fases Acessórias / Fases Tardias		Acessórias comuns: rutilo, sulfetos níquelíferos. Nos termos mais evoluídos macrocristais podem ser raros ou ausentes e compostos essencialmente de olivina, calcita, serpentina e magnetita de segunda geração, junto com menor quantidade de flogopita, apatita e perovskita. Diamantes.	Termos evoluídos contêm na matriz sanidina e K-Richterita. Termos tardios na matriz incluem silicatos de zircônio (wadeita, zircão, granada kimzeyinica e silicatos de Ca-Zr. Acessórias: Witherita, Nörsethita, Serpentina, Raro Quartzo, Wadeita, Zircão, Granada Kinzigítica, Ca-Zr-silicatos	Acessórias: Priderita, Wadeita, Apatita, Perovskita, Mg-cromita, Ti-Mg-cromita e Mg-Ti-magnetita, sendo menos comuns mas característicos Jeppelita, Armalcolita, Scherbarkovita, Ilmenita, e Enstatita
Ambiente Tectônico		Associado com magmatismo intra-placa e confinado ao interior dos crátoms	Associado com magmatismo intra-placa e confinado às margens dos crátoms	Associado com magmatismo intraplaca e margens passivas, divergentes e convergentes
Minerais Atípicos		Picro-ilmenita, Cr-espinélio, piropro, piroxênio, calcita, monticelita, e perovskita	Sanidina, leucita, diopsídio, olivina forsterítica, perovskita, e apatita	Sanidina, ortoclásio, plagioclásio, nefelina, analcitenio, piroxênio (diopsídio, salita, augita, Na-piroxênio)
Fases Minerais Impeditivas da Nomenclatura				Plagioclásio primário, melilita, monticelita, kalsilita, nefelina, feldspato alcalino rico em Na, sodalita, noseana, hauyta, melanita, schorlomita ou kimzeyita
Referências como na Tabela 2				

dinada nos macrocristais; e a serpentina é tardia. Nestas rochas ocorrem xenólitos de orangeito - sugestivos de mistura de magmas; e foram identificados cristais de granada e perovskita, presença de diamantes, Zr-silicatos. Adicionalmente estas rochas são ricas em espinélio - em especial a Mn-ilmenita típica de rochas kimberlíticas de origem mantélica profunda (Nascimento *et al.*, 2018). Estas características não correspondem necessariamente a orangeitos (Tabelas 2, 3).

De acordo com Cas *et al.* (2008) corpos kimberlíticos representam as partes preservadas de *pipes/vents* e condutos magmáticos que constituem os vulcões de mesma composição. Se comparados ao modelo clássico de kimberlitos africanos (Clement, 1982; Mitchell, 1986), a maioria dos “kimberlitos” já descritos no Nordeste da Bahia corresponde à zona de raiz dos *pipes*, ou seja, as regiões superiores foram erodidas, restando apenas suas partes mais profundas, as quais são relativamente estreitas. A rocha típica desta zona de raiz é chamada de kimberlito hipabissal (HK, Clement & Skinner, 1985; Field & Scott-Smith, 1999; Mitchell, 2005), sendo composta por kimberlitos coesos e ricos em macrocristais, tais como as rochas aqui estudadas.

De acordo com a terminologia proposta por Clement & Skinner (1985), as variedades texturais dos kimberlitos aqui apresentados são de fácies hipabissal (H), correspondendo a kimberlitos macrocristalinos (HMK), ocorrendo em Aroeira a presença subordinada de brechas kimberlíticas macrocristalinas (HMKB) e de brechas kimberlíticas tufáceas (TKB). Os HMK caracterizaram-se por possuírem até 15% de xenólitos mantélicos e macrocristais de olivina. Por definição, as HMKB são HMK brechados com até 40% de xenólitos (com diâmetros superiores a 4mm), em uma rocha matriz similar aos HMK. As TKB possuem mais de 15% de xenólitos (de diâmetros superiores a 4mm) e frequentemente contêm texturas kimberlíticas peletais distintas.

A literatura sugere (Wooley *et al.*, 1996; Tappe *et al.*, 2005) que rochas sem leucita e ricas em olivina (35-55%), com matriz predominantemente composta por monticellita, flogopita, carbonato, serpentina ou diopsídio – como o dique Aroeira – de-

vem ser denominadas de kimberlito tipo 1 (Tabelas 2, 3). Contudo, os mesmos autores afirmam que na ausência de carbonato primário a denominação sugerida é lamproito, o que no caso de Aroeira é fortalecido pelo posicionamento do dique em relação ao ambiente tectônico da região de intrusão (Tabela 4). Neste sentido, as amostras NS3255/3256 (Aroeira) representariam variedades brechadas nas quais os HMK formam a matriz e texturas peletais distintas permitem classificá-los como TKB. As brechas são representantes do magma lamproítico e teríamos injeções múltiplas, com a possibilidade de existência de processos de mistura de magmas, hipótese que ainda carece de estudos mais aprofundados e uma amostragem mais ampla. Assim, esta rocha está sendo aqui classificada como uma brecha kimberlítica/lamproítica tufácea transicional onde as brechas são lamproito e o tufo de natureza olivina-kimberlito.

Por si só os dados petrográficos não são conclusivos quanto à nomenclatura das rochas estudadas. Uma ampliação da amostragem associada a estudos de amostras mais preservadas, provenientes de furos de sondagem, são ainda necessários e poderão auxiliar neste sentido. Além disso, estudos litoquímicos, mineraloquímicos e isotópicos estão em progresso e permitirão refinar esta classificação. Neste momento, a grande contribuição deste trabalho é apresentar os detalhes da petrografia destes corpos, permitindo assim melhor compreender o magmatismo kimberlítico presente no Nordeste da Bahia, sua diversidade e especificidades e demonstrar a importância de se avançar no estudo de kimberlitos no Brasil, e mais especificamente na Bahia.

Desta forma, as nomenclaturas adotadas neste trabalho representam sugestões de classificações petrográficas, preliminares, e que poderão ser ratificadas no futuro à medida que dados litogeoquímicos e isotópicos sejam disponibilizados. Trata-se, sem dúvidas de rochas de natureza kimberlítica, diamantíferas, e com grande potencial econômico. A presença de cristais de Mn-ilmenita sustenta este potencial e sugere uma fonte profunda, que precisa ser melhor investigada.

Além disto, a distribuição geográfica destes corpos sugere a existência de uma sutura profunda de

Aspectos Geológicos e Petrográficos das Rochas de Natureza Kimberlítica (s.l.) do Nordeste da Bahia, Brasil: os Lamproitos Transicionais Diamantíferos Icô e Aroeira

Ivanara Pereira Lopes dos Santos; Débora Correia Rios; Paulo César D'Ávila Fernandes; Francisco Valdir Silveira & Herbet Conceição

trend N-S, paralela (ou reativada) à sutura associada com a colocação de magmas sieníticos paleoproterozoicos na região em estudo (Itiúba-Santanópolis-São Félix-Anuri e Morro do Afonso-Agulhas-Bananas-Pintado; Conceição *et al.*, 2012).

8 Agradecimentos

Os autores agradecem à Lipari Mineração – na pessoa do geólogo Christian Schobbenhaus – e à CPRM, SUREG Salvador, pelo apoio logístico durante os trabalhos de campo e preparação de amostras, em especial aos geólogos José Amaral (in memoriam), Dra. Cristina Burgos e Dra. Rita Menezes. Aos pesquisadores do Grupo de Petrologia Aplicada à Pesquisa Mineral (GPA-IG-UFBA) pelo auxílio nas diversas etapas deste trabalho. Ao CNPq pelo financiamento (projeto universal 478161/2011-5), bolsas de mestrado (130307/2011-4) e produtividade em pesquisa (301798/2012-5, 307554/2015-5, 311008/2017-8). Aos revisores anônimos pelas sugestões que enriqueceram o manuscrito.

9 Referências

- Brett, R.C.; Russell, J.K.; Andrews, G.D.M. & Jones, T.J. 2015. The ascent of kimberlite: Insights from olivine. *Earth and Planetary Science Letters*, 424: 119-131.
- Cas, R.A.F., Porritt, L.A., Pittari, A. & Hayman, P.C. 2008. A new approach to kimberlite facies terminology using a revised general approach to the nomenclature of all volcanic rocks and deposits: descriptive to genetic. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 174: 226-240.
- Cas, R.A.F., Porritt, L.A., Pittari, A. & Hayman, P.C. 2009. A practical guide to terminology for kimberlite facies: A systematic progression from descriptive to genetic, including a pocket guide. *Lithos*, 112S: 183-190.
- Castillo-Oliver, M.; Melgarejo, J.C.; Gali, S.; Pervov, V.; Gonçalves, A.O.; Griffin, W.L.; Pearson, N.J.; O'Reilly, S.Y. 2017. Use and misuse of Mg- and Mn-rich ilmenite in diamond exploration: A petrographic and trace element approach. *Lithos*, 292-293: 348-363.
- Chalapathi Rao, N.V. 2005. A petrological and geochemical reappraisal of the Mesoproterozoic diamondiferous Majhgawan pipe of central India: evidence for transitional kimberlite-orangeite (group II kimberlite) – lamproite rock type. *Mineralogy and Petrology*, 84: 69-106.
- Clement, C.R. & Skinner, E.M.W. 1985. A textural-genetic classification of kimberlites. *Transactions Geological Society of South Africa*, 88: 403-409.
- Clement, C.R. 1982. *A comparative geological study of some major kimberlite pipes in the North Cape and Orange Free State*. Unpublished PhD thesis (2 vols.), University of Cape Town, South Africa. 431p.
- Conceição, H. 1990. *Petrologie du massif syénitique d'Itiúba: contribution à l'étude minéralogique des roches alcalines dans l'Etat de Bahia (Brésil)*. Thèse Doctorate, Université Paris-Sud, Centre d'Orsay, 395p.
- Conceição, H., Burgos, C.M.G.; Rios, D.C.; Rosa, M.L.S.; Cruz Filho, B.E.; Peixoto, A.A.; Oliveira, L.L.; Marinho, M.M.; Macambira, M.J.B. & Scheller, T., 2000. Stocks de K-sienitos Pós-Orogênicos com assinatura de subducção e afinidade com minettes na parte SW do Núcleo Serrinha (Bahia): petrografia, idade e litogeoquímica. *Geochimica Brasiliensis*, 14(1): 115-134.
- Conceição, H., Rios, D.C. & Rosa, M.L.S., 1995. Petrologia da Associação Sienito-Lamproíto: Caso da Invasão de Morro do Afonso (Greenstone Belt do Rio Itapicuru, Bahia). *Geochimica Brasiliensis*, 9(1): 91-109.
- Conceição, H., Rosa, M.L.S., Macambira, M.J.B., Scheller, T., Marinho, M.M. & Rios, D.C., 2003. 2,09 Ga Idade mínima da cristalização do Batólito Sienítico Itiúba: um problema para o posicionamento do climax do metamorfismo granulítico (2.05–2.08 Ga) no Cinturão Móvel Salvador-Curaça, Bahia? *Brazilian Journal of Geology*, 33(3): 391-394.
- Conceição, H., Rosa, M.L.S. & Rios, D.C., 2012. Syenitic Provinces in the São Francisco Craton, Brazil. *Mineralogical Magazine*, 76: 1590.
- Donatti-Filho, J.P., Tappe, S., Oliveira, E.P. & Heaman, L.M. 2013a. Age and origin of the Neoproterozoic Brauna Kimberlites: Melt generation within the metasomatized base of the São Francisco Craton, Brazil. *Chemical Geology*, 353: 19-35.
- Donatti-Filho, J.P., Oliveira, E.P. & McNaughton, N.J. 2013b. Provenance of zircon xenocrysts in the Neoproterozoic Brauna Kimberlite Field, São Francisco Craton, Brazil: Evidence for a thick Palaeoproterozoic lithosphere beneath the Serrinha Block. *Journal of South American Earth Sciences*, 45: 83-96.
- Field, M. & Scott-Smith, B.H. 1999. Contrasting geology and near-surface emplacement of kimberlite pipes in Southern Africa and Canada. In: The J.B. Dawson Volume, *Proceedings of the Seventh International Kimberlite Conference*, 1: 214-237.
- Harte, B. 1977. Rock nomenclature with particular relation to deformation and recrystallisation textures in olivine-bearing xenoliths. *Journal of Geology*, 85: 279-288.
- Hüttner, M.B.; Rios, D.C.; Burgos, C.M. & Menezes, R.C.L., 2014. O Cinturão Móvel Salvador-Curaça revisitado: Datasões de badeleita em magnetismo máfico Neoproterozoico. In: *Anais do 47º Congresso Brasileiro de Geologia*, 1: 970.
- Inda, H.A.V.; Souza, A.G.; Silva Filho, A.A.; Pires, A.B.; Portela, A.C.P.; Cavendon, A.D.; Sanchez, B.A.; Santos, E.Z.; Pereira, F.S.; Gonçalves, J.C.; Neto, L.F.B.; Costa, M.R.A.; Damião, R.N.; Nasamann, R. & Oliveira, V. 1976. Projeto Rochas Básicas e Ultrabásicas de Euclides da Cunha. Relatório Final. Rio de Janeiro, SME-BA. 12 volumes.
- Kaminsky, F.V. 2017. *The Earth's Lower Mantle: Composition and Structure*. 1 Ed. West Vancouver, Springer, Canada 330p.
- Le Maitre, R.W. (Ed), 2002. *Igneous rocks: classification and glossary of terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the*

Aspectos Geológicos e Petrográficos das Rochas de Natureza Kimberlítica (s.l.) do Nordeste da Bahia, Brasil: os Lamproitos Transicionais Diamantíferos Icó e Aroeira

Ivanara Pereira Lopes dos Santos, Débora Correia Rios, Paulo César D'Ávila Fernandes, Francisco Valdir Silveira & Herbert Conceição

- Systematics of Igneous Rocks*. Cambridge University Press 2nd ed. 236p.
- Mascarenhas, J.F. 1979. *Evolução do Pré-Cambriano do Estado da Bahia*. In: H.A.V. INDA (Ed) *Geologia e recursos Minerais do Estado da Bahia*. Textos Básicos. SME, CPM. Salvador, Bahia. 257-165
- Mitchell, R.H. & Bergman, S.C. 1991. *Petrology of Lamproites*. Plenum Press, New York, 443p.
- Mitchell, R.H. 1986. *Kimberlites: Mineralogy, Geochemistry and Petrology*. Plenum Press, New York and London, 442p.
- Mitchell, R.H. 1989. Aspects of the petrology of kimberlites and lamproites: some definitions and distinctions. In: ROSS, J. (Ed.), *Kimberlites and Related Rocks*. Geological Society of Australia Special Publication, 147-45.
- Mitchell, R.H. 1991. Kimberlites and lamproites: Primary sources of diamond. *Geosciences Canada*, 18: 1-16
- Mitchell, R.H. 1994. Suggestions for revisions to the terminology of kimberlites and lamprophyres from a genetic viewpoint. In: MEYER, H.O.A. & LEONARDOS, O. (eds.) *Proceedings, VI International Kimberlite Conference*, 1: 15-26
- Mitchell, R.H. 1995. *Kimberlites, Orangeites, and Related Rocks*. Plenum Press, New York, 410p.
- Mitchell, R.H. 2005. Carbonatites and carbonatites and carbonatites. *Canadian Mineralogist*, 43(6): 2049-2068.
- Mitchell, R.H. 2006. Potassic magmas derived from metasomatized lithospheric mantle: nomenclature and relevance to exploration for diamond-bearing rocks. *Journal of the Geological Society of India*, 67: 317-327
- Mitchell, R.H. 2008. Petrology of hypabyssal kimberlites: relevance to primary magma compositions. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 174: 1-8.
- Nannini, F., Cabral Neto, I., Silveira, F.V., Cunha, L.M. & Oliveira, R.G. 2017. *Áreas Kimberlíticas e Diamantíferas do Estado da Bahia*. Programa Geologia do Brasil Projeto Diamante Brasil. Série Pedras Preciosas. Versão Preliminar. CPRM, Brasília, 13, 33p.
- Nascimento, M.A., Rios, D.C., Santos, I.P.L. & Conceição, H. 2018. Ilmenitas manganíferas e suas implicações para kimberlitos diamantíferos: estudo de caso no Dique Kimberlítico de Aroeira, Província Kimberlítica Nordeste, Bahia. *Anuário de Geociências da UFRJ*, 41(3): 658-671.
- Otero, O.M.F. 2005. *Granitogênese paleoproterozóica e pós-transamazônica no Cinturão móvel Salvador-Curacá: Aspectos geológicos, petrográficos, geoquímicos e geocronológicos de corpos da Zona Axial*. Programa de Pós-Graduação em Geologia. Universidade Federal da Bahia, Tese de Doutorado, 161p.
- Pearson, D.G., Canil, D. & Shirey, S.B. 2003. Mantle samples included in volcanic rocks: xenoliths and diamonds. In: *Treatise on Geochemistry*, 2: 171-175.
- Pereira, R.S. & Fuck, R.A. 2005. Archaean nuclei and the distribution of kimberlite and related rocks in the São Francisco Craton, Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, 35(3): 93-104.
- Pisani, J.R.T., Tanton, K.M., Allan, A.F., Silva, S.B. & Miranda, J.V. 2001. Geology and the exploration of the Brauna Diamantíferous Kimberlites, Serrinha Block, Bahia, Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, 31(3): 663-664.
- Rios, D.C., Davis, D.W., Davis, W.J., Conceição, H., Rosa, M.L.S. & Dickin, A.P. 2011a. Geochronology and tectonic evolution in the Serrinha Nucleus granite-greenstone terrane. In: *GAC MAC*. Ottawa: Technical Program Abstracts. CD-rom.
- Rios, D.C., Davis, D.W., Conceição, H., Davis, W.J., Rosa, M.L.S. & Dickin, A.P. 2009. Geologic evolution of the Serrinha nucleus granite-greenstone terrane (NE Bahia, Brazil) constrained by U-Pb single zircon geochronology. *Precambrian Research*, 170: 175-201.
- Rios, D.C., Davis, D.W., Santos, I.P.L., Hütner, M.B., Davis, W.J., Conceição, H. & Rosa, M.L.S. 2011b. Proveniência de zircão do kimberlito do Nélio, Núcleo Serrinha, Bahia. In: *Anais do 24º Simpósio de Geologia do Nordeste Aracaju SBG/Núcleo BA-SE*. CD-rom.
- Rios, D.C., Davis, D.W., Santos, I.P.L., Silveira, F.V., Davis, W.J., Conceição, H. & Rosa, M.L.S. 2012. Kimberlites as conduits through mantle and lower crust: zircon from Brauna 3 kimberlitic pipe, Brazil. In: *GAC MAC*. St. John. Technical Program Abstracts. Ottawa: Geological Association of Canada.
- Rock, N.M.S. 1991. *Lamprophyres*. Blackie, Glasgow, 285p.
- Santos, I.P.L., Rios, D.C., Fernandes, P.C.D.A., Silveira, F.V. & Conceição, H. 2019. A Província Kimberlítica Nordeste. *Anuário de Geociências da UFRJ*, submetido.
- Santos, I.P.L., Rios, D.C., Silveira, F.V. & Fernandes, P.C.D.A. 2014. Implicações do magmatismo kimberlítico no Nordeste da Bahia. In: *Anais do 47º Congresso Brasileiro de Geologia SBG Núcleo Bahia-Sergipe*. 1: 773
- Scott-Smith, B.H., Nowicki, T.E., Russell, J.K., Webb, K.J., Mitchell, R.H., Hetman, C.M. & Robey, J.V.A. 2018. *A Glossary of Kimberlite and Related Terms*. Scott-Smith Petrology Inc.
- Streckeisen, A. 1979. Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites, and melilitic rocks: Recommendations and suggestions of the IUGS subcommission on the systematic of igneous rocks. *Geology*, 7(7): 331-335.
- Tappe, S., Foley, S.F., Jenner, G.A. & Kjarsgaard, B.A. 2005. Integrating ultramafic lamprophyres into the IUGS classification of Igneous Rocks: rationale and implications. *Journal of Petrology*, 46(9): 1893-1900.
- Whitney, D.L. & Evans, B.W. 2010. Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, 95: 185-187.
- Woolley, A.R., Bergman, S.C., Edgar, A.D., Le Bas, M.J., Mitchell, R.H., Rock, N.M.S. & Scott Smith, B.H. 1996. Classification of lamprophyres, lamproites, kimberlites, and the kalsilitic, melilitic, and leucitic rocks. *The Canadian Mineralogist*, 34(2): 175-186.