



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:
PETROLOGIA, METALOGÊNESE E EXPLORAÇÃO MINERAL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CARACTERIZAÇÃO PETROLÓGICA DOS DIQUES
MÁFICOS DA ORLA DE SALVADOR, BAHIA

SÂMIA DE OLIVEIRA SILVA

SALVADOR

2018

CARACTERIZAÇÃO PETROLÓGICA DOS DIQUES MÁFICOS DA ORLA DE SALVADOR, BAHIA

Sâmia de Oliveira Silva

Orientadora: Profa. Dra. Angela Beatriz de Menezes Leal

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Geologia, Área de Concentração: Petrologia, Metalogênese e Exploração Mineral.

SALVADOR

2018

Silva, Sâmia de Oliveira
Caracterização petrológica dos diques máficos da orla de
Salvador, Bahia / Sâmia de Oliveira Silva. -- Salvador, 2018.
54 f. : il

Orientador: Dra. Angela Beatriz de Menezes .
Dissertação (Mestrado - Geologia) -- Universidade Federal da
Bahia, Instituto de Geociências, 2018.

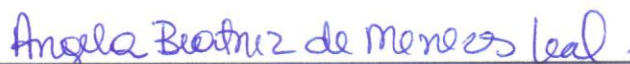
1. Diques máficos. 2. Petrografia. 3. Geoquímica. 4.
Salvador. I. , Dra. Angela Beatriz de Menezes. II. Título.

SÂMIA DE OLIVEIRA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO PETROLÓGICA DOS DIQUES MÁFICOS DA
ORLA DE SALVADOR, BAHIA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia, como requisito para a obtenção do Grau de Mestre em Geologia na área de concentração em Petrologia, Metalogênese e Exploração Mineral em 30/01/2018.

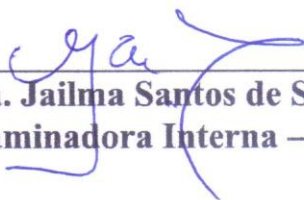
DISSERTAÇÃO APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA:



Dra. Angela Beatriz de Menezes Leal
Orientadora – IGEO/UFBA



Dra. Rejane Lima Luciano
Examinadora Externa – CBPM



Dra. Jailma Santos de Souza de Oliveira
Examinadora Interna – IGEO/UFBA

Salvador – BA
2018

*Aos que sempre estiveram comigo desde que nasci:
meu pai, minha mãe e meu irmão.*

AGRADECIMENTOS

Início agradecendo a Deus, minha força maior, pela vida e pela renovação diária da fé e da esperança para todos os setores de minha vida. Obrigada, Senhor!

Gratidão eterna aos meus pais, Gonçalo e Zélia, pelo amor incondicional em qualquer etapa da minha vida. Obrigada, pai e mãe!

Ao meu irmão, Igor, pelos conselhos lúcidos e pelo exemplo de integridade e serenidade nos momentos de desafios. Obrigada, “cabeça”!

Ao meu amor mineiro, Everton, pelo carinho, atenção e incentivo durante essa jornada abdicadora! Ao longo do tempo aprendemos que: “O amor é a resposta, não importa a pergunta”. Obrigada, “mobem”!

À minha orientadora, Angela, pelo compromisso com a orientação prestada, pela confiança em mim, pelos ensinamentos, pelos conselhos, pela sensibilidade e pela paciência. Aprendi e evolui como profissional e como ser humano. Muito obrigada, Pró!

Ao CNPq, pelos recursos fornecidos ao projeto de pesquisa (CNPq Processo 476901/2013-8) para a realização das análises químicas e pelo fornecimento da bolsa de estudos ao longo do curso.

Ao IGEO/UFBA, pelo fornecimento da estrutura do Laboratório de Preparação de Amostras (LPA), do Laboratório de Confecção de Lâminas e pela mão de obra dos funcionários, Valfredo e Tâmara, que se empenharam na confecção das lâminas petrográficas.

Ao Núcleo de Geologia Básica (NGB), do IGEO/UFBA, pelo fornecimento da estrutura do Laboratório de Petrografia, o qual foi utilizado na realização das descrições das lâminas petrográficas.

Aos professores do IGEO/UFBA, por compartilharem de seu tempo e conhecimento, para ensinar essa ciência fascinante que é a Geologia. Em especial, aos professores que contribuíram diretamente para a minha evolução durante o curso: Angela Leal, Luis Rogério, César Gomes, Moacir Macambira, Herbet Conceição, Simone Cruz, Eduardo Rocha, Johildo Barbosa, Jailma Souza e Lucas Salles.

Aos funcionários do IGEO/UFBA, Carlos (Bossal), Alberto, Rita, Diana, Gil, Mércia, Tatiana, Caetano, Bruno, Rafael, pela prontidão dos serviços e simpatia de sempre.

Aos “amigos embasamentos” e aos “amigos sedimentos recentes”, deixo meu agradecimento com carinho! Ana Carolina Amorim, Carlito Neves, Carlos Amorim, Caroline Bitencourt, Cleiton Santos, Clélia Nobre, Fabiane Natividade, Henrique Balogh, Janaina

Almeida, Lílian Varjão, Maria Clara Duarte, Nelize Lima, Nilo Nunes, Pérola Salles, Renilda Fátima, Rosenilda Paixão, Rosevânia Paixão, Tatiana Ribeiro, Zilda Pena, dentre outros. São muitos e muitos pra citar um por um, mas saibam que todos vocês me ajudaram com uma palavra de apoio, com um abraço apertado, com uma conversa na hora do almoço, com a ajuda nos programas para confecção de mapas e diagramas e, até mesmo com a companhia para uns *drinks* e boas risadas nas horas de distração. Obrigada, galera!

RESUMO

A região da cidade de Salvador está inserida no contexto geológico da confluência do Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim com a Faixa Salvador-Esplanada. Os diques máficos da área de estudo estão inseridos na parte sul do Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim, no domínio dos migmatitos e granulitos da Zona Salvador-Conde, na parte leste do Cráton do São Francisco. Apesar dos inúmeros estudos realizados nos diques máficos da orla de Salvador e de seu interior, faz-se necessário ainda o estudo da caracterização petrológica dessas rochas para um melhor entendimento dos processos genéticos, bem como na reconstituição geodinâmica da colocação desses corpos. Trabalhos recentes abordaram dados de campo, petrográficos e retrabalhamento de dados geoquímicos dos diques máficos metamórficos e não metamórficos da orla marítima de Salvador. Trabalhos relacionados às rochas encaixantes desses filões máficos, também, foram utilizados como base de dados. Deste modo, nesta pesquisa, foram estudados os diques máficos não metamorfizados localizados em cinco praias na orla marítima de Salvador, compreendidos entre o Farol da Barra e o Farol de Itapuã, nos aspectos de campo, petrográficos e geoquímicos. Esses diques estão inseridos na Província Litorânea de Salvador. De modo geral, preenchem fraturas distensivas na rocha encaixante granulítica, principalmente, em direções NNW-SSE e E-W, são de cor preta, finos a afaníticos, tabulares, verticais com contatos retos, curvos a sinuosos com a encaixante e suas espessuras que podem variar de poucos centímetros a dezenas de metros. Os objetivos específicos do trabalho consistiram em: levantamento bibliográfico; missões de campo; estudos petrográficos e estudos geoquímicos de elementos maiores e traço, visando definir o comportamento destes elementos com a evolução magmática e caracterizar a fonte mantélica. Os diques são importantes marcadores de ambiente tectônico e permitem que se faça um estudo da variação química que o manto sofreu durante sua formação, auxiliando na reconstrução da dinâmica evolutiva de dada região, por isso é de extrema importância o estudo dos mesmos. A principal contribuição no estudo dos diques máficos da orla de Salvador, está no entendimento da composição do manto litosférico subcontinental, sua evolução e conseqüente variação composicional ao longo do tempo, bem como das várias fases magmáticas envolvidas. O estudo petrográfico permitiu identificar de texturas porfiríticas com matriz afanítica até fanerítica fina; ofítica, subofítica e intergranular que, mineralogicamente, são compostas por plagioclásio, augita e subordinadamente têm-se hornblenda, biotita, minerais opacos e apatita, além de feições de sericitização e uralitização. O tratamento litogeoquímico foi baseado em 25 amostras de diques máficos, coletadas ao longo da orla marítima de Salvador. Os estudos geoquímicos permitiram classificá-los como basaltos toleíticos, constituídos por magmas evoluídos (#mg 0,15-0,55), sugerindo uma diferenciação do tipo gabro em uma única fonte mantélica, em ambiente intraplaca.

Palavras-chave: Diques máficos; Petrografia; Geoquímica; Salvador

ABSTRACT

The region of Salvador is embedded in the geological context of the confluence of the Salvador-Esplanada-Boquim Belt with the Salvador-Esplanada Range. The mafic dams of the study area are located in the southern part of the Salvador-Esplanada-Boquim Belt, in the area of the migmatites and granulites of the Salvador-Conde Zone, in the eastern part of the São Francisco Craton. In spite of the numerous studies carried out in the mafic dikes of Salvador and its interior, it is necessary to study the petrographic characterization of these rocks for a better understanding of the genetic processes, as well as in the geodynamic reconstitution of the placement of these bodies. Recent works have dealt with field data, petrographic data and reworking of geochemical data of metamorphic and non - metamorphic mafic levees along Salvador's seafont. Works related to the nesting rocks of these mafic lodes were also used as a database. In this research, the non - metamorphic mafic dykes located in five beaches along Salvador's seafont, comprised between the Barra Lighthouse and the Itapuã Lighthouse, were studied in the field, petrographic and geochemical aspects. These dikes are located in the Coastal Province of Salvador. In general, they fill distensive fractures in the granulitic nesting rock, mainly in NNW-SSE and EW directions, they are black in color, fine to aphanitic, tabular, vertical with straight contacts, curved to sinuous with the nesting and their thicknesses that may vary from a few centimeters to tens of meters. The specific objectives of the study were: bibliographic survey; field missions; petrographic studies and geochemical studies of major elements and trace, aiming to define the behavior of these elements with the magmatic evolution and characterize the mantle source. Dams are important markers of tectonic environment and allow a study of the chemical variation that the mantle suffered during its formation, helping in the reconstruction of the evolutionary dynamics of a given region, so it is extremely important to study them. The main contribution in the study of the mafic dykes of the Salvador border is the understanding of the composition of the subcontinental lithosphere mantle, its evolution and consequent compositional variation over time, as well as of the various magmatic phases involved. The petrographic study allowed the identification of porphyritic textures with an aphanitic matrix until fine phaneritic; subitic and intergranular, which, mineralogically, are composed of plagioclase, augite and subordinately have hornblende, biotite, opaque minerals and apatite, as well as features of sericitization and uralitization. The lithochemical treatment was based on 25 samples of mafic dykes, collected along Salvador's seafont. The geochemical studies allowed to classify them as tholeiitic basalts, constituted by evolved magmas ($\text{#mg } 0,15-0,55$), suggesting a gabbro type differentiation in a single mantle source, in an intraplate environment.

Keywords: Mafic dykes; Petrography; Geochemistry; Salvador.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL	10
CAPÍTULO 2 – ARTIGO	24
INTRODUÇÃO	25
CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	26
CONTEXTO GEOLÓGICO LOCAL	28
Praia do Morro do Cristo	28
Praia de Buracão	30
Praia de Amaralina	34
Praia do Jardim de Alah	34
Praia de Itapuã	37
LITOGEOQUÍMICA	39
ASPECTOS PETROGENÉTICOS	42
CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS	49
CAPÍTULO 3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	52

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

O Cráton do São Francisco (CSF) está representado, no Estado da Bahia, por terrenos arqueanos e paleoproterozoicos, por coberturas sedimentares e metassedimentares; além do magmatismo máfico associado durante o Meso-Neoproterozoico (Almeida, 1977; Barbosa e Dominguez, 1996; Barbosa e Sabaté, 2004).

No Estado da Bahia, Províncias Filonianas foram classificadas por Corrêa-Gomes et al. (1996) e Menezes Leal et al. (2012), a partir de suas distribuições geométricas, localizações geográficas e características químico-mineralógicas, sendo elas: Província Uauá-Caratacá (PUC), Província Metamáfica de Salvador (PMS), Província Chapada Diamantina-Paramirim (PCDP), Província Litorânea (PLT), Província Caraíba-Curaçá (PCC) e Província Itabuna-Itajú do Colônia (PIIC).

De todas as Províncias citadas, as mais bem estudadas são: PUC (Andritsky, 1968, 1969, 1971; Barbosa 1970; Winge e Danni, 1980; Winge, 1981, 1984; Gava et al., 1983; Corrêa Gomes et al., 1991; Bastos Leal e Teixeira 1992; Menezes, 1992; Menezes Leal et al., 1995; Oliveira, 2010), PIIC (Arcanjo e Oliveira, 1991; Araújo et al., 1992; Corrêa-Gomes et al., 1993; Corrêa-Gomes, 1995; Pinheiro, 2009, 2012; Pinheiro-Amorim, 2017), PCDP (Couto et al., 1983; Boukili, 1984; Lopes e Souza, 1985; Babinski et al., 1999; Pedreira e Margalho, 1990; Dominguez, 1993; Guimarães, 2005; Brito, 2005, 2008; Damasceno, 2009; Varjão, 2007, 2011; Oliveira et al., 2011 e Menezes Leal et al., 2012) e, parcialmente a PMS (Mascarenhas et al. 1986; Moraes Brito et al., 1989, 1990; Moraes Brito, 1992; Corrêa-Gomes e Oliveira, 1997; Cruz et al., 2011; Cruz e Menezes Leal, 2012; Cruz, 2013; Marcelino, 2014 e Evans et al., 2015).

Segundo Menezes Leal et al. (2012), diques máficos relativamente de menor expressão, apresentando dados de campo, estruturais, petrográficos, litogeoquímicos e geocronológicos escassos, representam as Ocorrências, e são elas: Ocorrência Feira de Santana-Lamarão (OFSL), Ocorrência São José de Jacuípe-Aroeira (OSJJA), Ocorrência Juazeiro-Sobradinho (OJS) e Ocorrência Coronel João Sá (OCJS) (Figura 1).

A região de estudo está inserida na cidade de Salvador (Figura 2 A), compreendida entre os paralelos 12°30' e 13°00' e os meridianos 38°00' e 38°30', referente às Folhas Topográficas

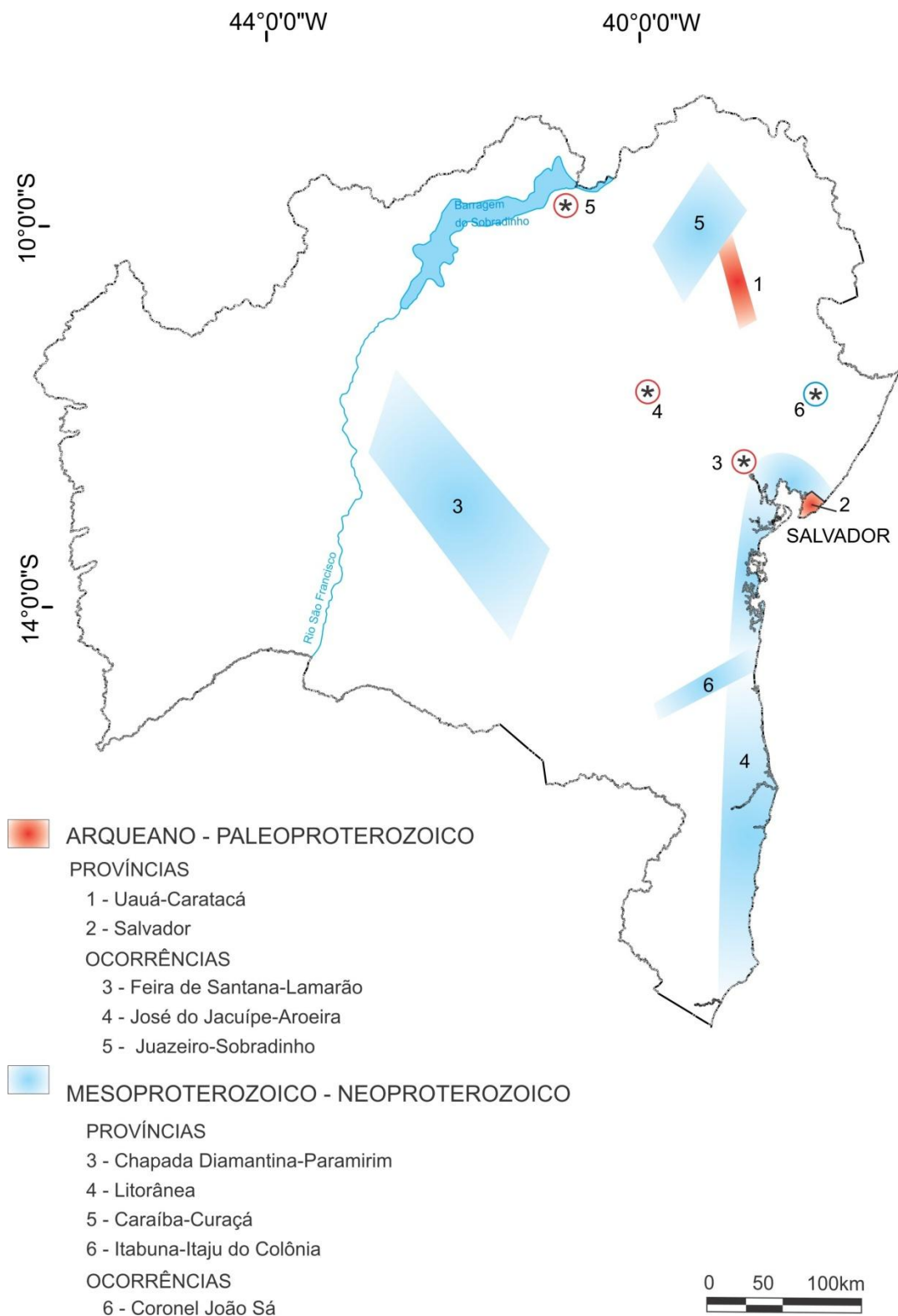


Figura 1. Localização e delimitação geográfica das áreas das principais Províncias e Ocorrências dos diques máficos do Estado da Bahia. Fonte: Adaptado de Menezes Leal et al. (2012).

(SD-24-X-A-V e SD-24-X-AVI). Mais especificamente, a área de estudo corresponde à orla marítima de Salvador, ao longo do trecho compreendido entre a Praia da Barra (Farol da Barra) e a Praia de Itapuã (Farol de Itapuã) (Figura 2 B).

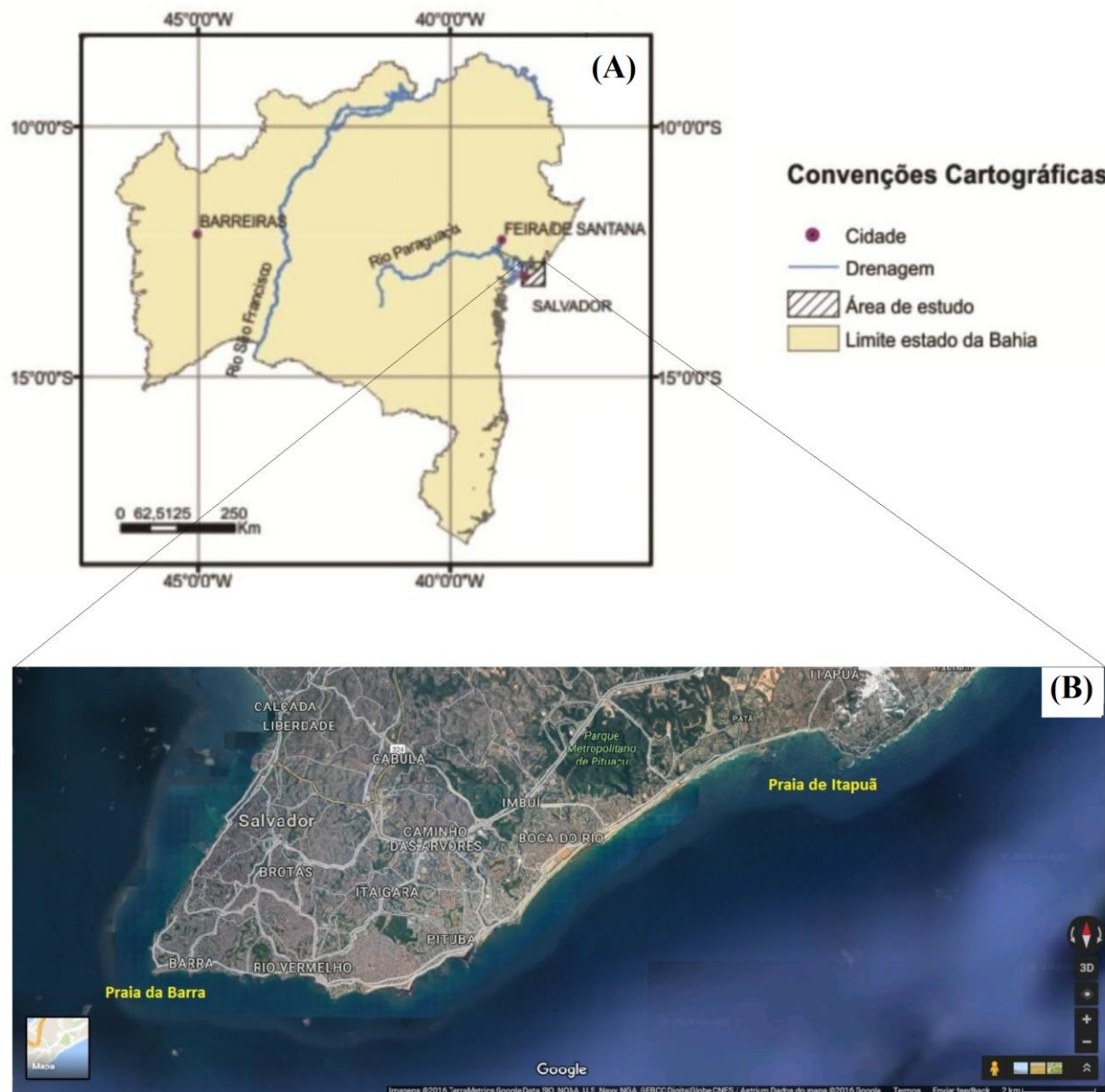


Figura 2. (A) Mapa de localização da área de estudo no Estado da Bahia e (B) Imagem de satélite da orla marítima de Salvador, exibindo a região entre a Praia da Barra (Farol da Barra) e a Praia de Itapuã (Farol de Itapuã). Fonte: IBGE e Google Maps.

Geotectonicamente, a região da cidade de Salvador está inserida no contexto geológico da confluência entre o Cinturão Itabuna-Salvador-Curaçá (CISC) (Barbosa e Dominguez, 1996) e o Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim (CSEB) (Oliveira, 2014). Os diques máficos localizados

na orla marítima de Salvador, alvos deste estudo e compreendidos no trecho citado anteriormente, estão inseridos na parte sul do CSEB, mais precisamente no domínio dos migmatitos e granulitos da Zona Salvador-Conde (Barbosa et al., 2012), que corresponde à parte leste do CSF (Figura 3).

Essa região mais oriental do CSF consiste de um segmento crustal estruturado na direção NE-SW e limitado por zonas de cisalhamento transcorrentes sinistrais (Silva et al., 2002). Este segmento foi subdividido por (Oliveira Júnior, 1990) em dois domínios tectônicos (Figura 4):

- i) O primeiro domínio ocupa a porção extremo oeste do cinturão e foi subdividido em: (a) milonitos da Zona Aporá-Itamira e (b) Suíte Granitóide Teotônio-Pela Porco;
- ii) O segundo é composto pela Zona Salvador-Conde, fica próximo à Costa Atlântica com rochas tanto da fácies anfíbolito quanto granulito.

Na cidade de Salvador ocorrem, pelo menos, duas famílias de rochas filonianas máficas: uma mais antiga pertencente à PMS, que é representada por diques máficos metamorfizados tabulares no centro e boudinados nas bordas e datam de 1,5 Ga pelo método K-Ar (Mascarenhas et al., 1986); e outra família pertencente à PL e composta por diques mais jovens que ocorrem tanto na orla de Salvador (Fujimori, 1968; Moraes Brito, 1992; Corrêa-Gomes et al., 1996; Barbosa et al., 2012; Souza, 2009), como no seu interior (Moraes Brito, 1992; Corrêa-Gomes, 2000; Barbosa et al., 1996; Barbosa et al., 2012; Souza, 2009), e possuem idade de 1021 ± 8 Ma a partir de datação da biotita pelo método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ (Moraes Brito, 1992) e 922 ± 4 Ma (U-Pb em badeleíta) datados por Evans et al. (2015).

Outros trabalhos (e.g. Cruz et al., 2011; Cruz e Menezes Leal, 2012; Cruz, 2013; Marcelino, 2014) abordaram dados de campo, petrográficos e retrabalhamento de dados geoquímicos produzidos por Moraes Brito (1992) dos diques máficos metamórficos e não metamórficos da orla marítima de Salvador. Vale ressaltar, também, que pesquisas relacionadas às rochas encaixantes desses filões máficos foram abordadas por diversos pesquisadores (e.g. Barbosa et al., 2005; Souza, 2009; Oliveira, 2010; Souza et al., 2010; Souza e Barbosa, 2011; Mendonça, 2014; Alves, 2015; Alves, 2017).

No entanto, apesar dos inúmeros estudos realizados nos diques máficos da orla de Salvador e de seu interior, fez-se necessário ainda o estudo da caracterização petrológica dessas rochas para um melhor entendimento dos processos genéticos, bem como, para uma reconstituição geodinâmica da colocação desses corpos. Portanto, esta pesquisa fornece um

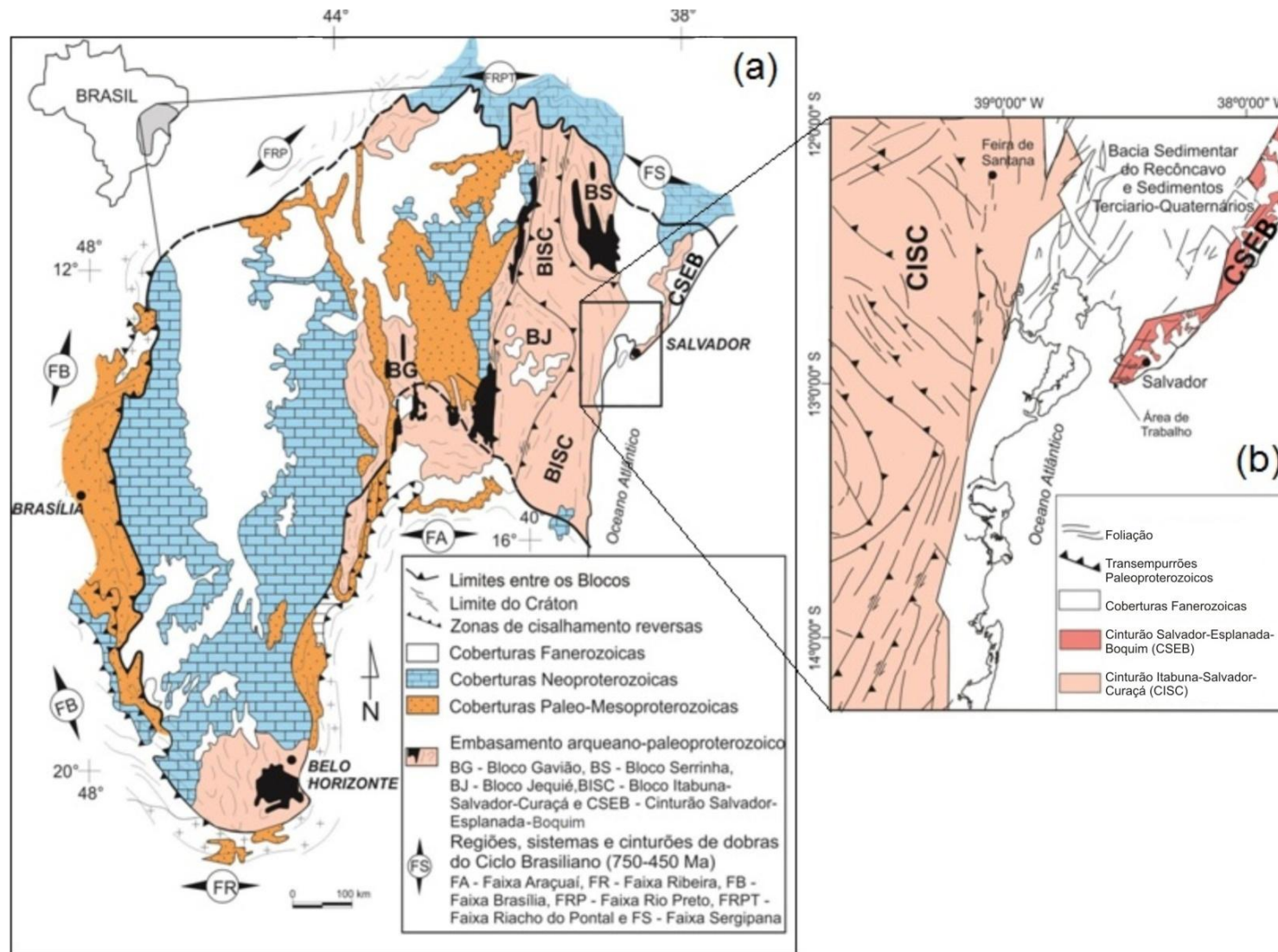


Figura 3 – (a) Cráton São Francisco com os principais compartimentos tectônicos do seu embasamento e as faixas brasileiras. (b) Mapa geológico simplificado da região onde se localiza a cidade de Salvador, evidenciando as principais unidades tectônicas. Fonte: Modificado de Dalton de Souza et al. (2003) e adaptado de Oliveira (2014).

significativo avanço no conhecimento geológico, petrográfico e geoquímico dos diques máficos não metamórficos da orla de Salvador, atestando que se trata de uma pesquisa oportuna com o objetivo de esclarecer os seguintes questionamentos:

- i) Os diques máficos possuem o mesmo comportamento em campo, em relação à atitude, encaixantes, contatos?
- ii) Qual o comportamento dos elementos maiores, traço e terras raras na evolução magmática dos diques máficos não metamórficos da orla de Salvador?
- iii) Quais as características da fonte mantélica que gerou os conjuntos de diques não metamórficos? São da mesma fonte magmática?

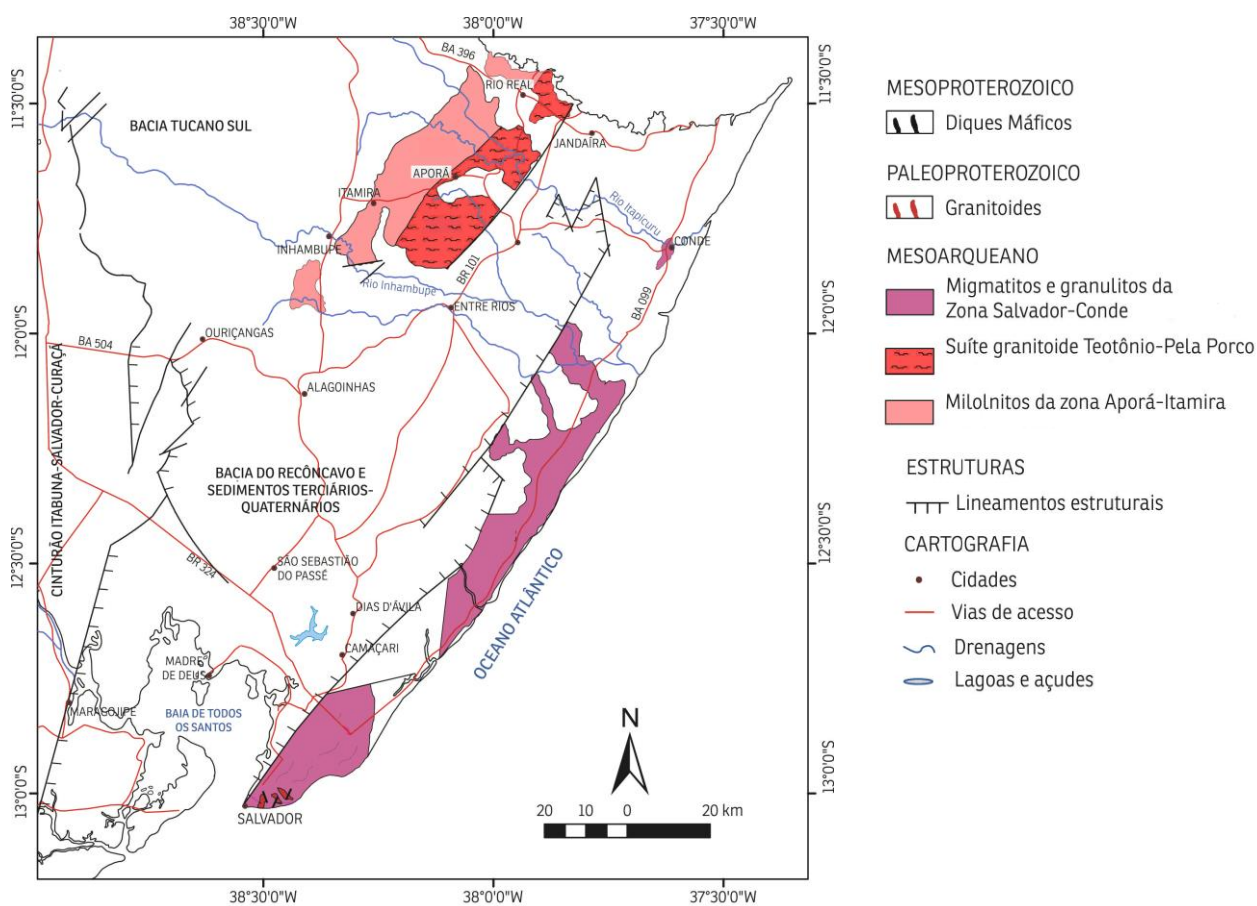


Figura 4 – Mapa geológico simplificado do Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim. Fonte: Modificado de Barbosa (2012) e adaptado de Oliveira (2014).

Esta pesquisa tem como objetivo principal caracterizar através dos aspectos de campo, petrográficos e geoquímicos, os diques máficos localizados na orla marítima de Salvador, compreendidos entre o Farol de Itapuã e o Farol da Barra. Os objetivos específicos são:

- (i) Descrever os litotipos da área de estudo;
- (ii) Caracterizar de que forma os diques máficos ocorrem destacando, relações de contato, espessura, dimensão e atitude;
- (iii) Realizar estudo petrográfico para explicar suas relações mineralógicas e texturais dos diques máficos e suas encaixantes, com ênfase na caracterização do magma e dos processos associados com as rochas máficas;
- (iv) Estudos geoquímicos de elementos maiores e traço, visando definir o comportamento destes elementos com a evolução magmática e caracterizar a fonte mantélica.

As principais justificativas para o estudo dos diques máficos da orla de Salvador consistem no entendimento da composição do manto litosférico subcontinental, na sua evolução e conseqüente variação composicional ao longo do tempo, bem como das várias fases magmáticas envolvidas. Para isto serão utilizadas diversas ferramentas, como a caracterização de campo, os estudos petrográficos e geoquímicos.

Para alcançar os objetivos propostos foram desenvolvidas atividades no decorrer de 24 meses, envolvendo a seguinte estratégia metodológica:

- **Trabalhos preliminares:** nesta etapa inicial foram desenvolvidas tarefas como:
(a) levantamento bibliográfico do contexto geológico regional, obtendo informações dos diques máficos do Estado da Bahia e dando enfoque aos diques da região de Salvador; (b) análise de fotos aéreas e imagens de satélite, visando a confecção de mapa geológico preliminar e (c) pesquisa de dados mais específicos do objeto de estudo, abordando petrografia e geoquímica.
- **Trabalhos de campo:** nesta fase foram realizadas 06 visitas de campo às praias de Salvador, compreendidas entre o Farol da Barra e Farol de Itapuã, para identificação do contexto geológico no qual os diques estão inseridos, objetivando caracterizar as principais litologias da região, construir mapas geológicos locais das praias e coletar amostras para estudos petrográficos e geoquímicos.
- **Estudos Petrográficos:** nesta etapa foi realizada a identificação dos minerais constituintes, juntamente com o reconhecimento das suas relações texturais nos diferentes tipos de rochas, com ênfase na caracterização do magma e dos processos associados aos diques máficos região de Salvador. Os resultados das avaliações petrográficas foram importantes para: (i) identificação e estimativa da

composição modal das principais fases minerais; (ii) reconhecimento das suas relações texturais; (iii) estabelecimento da classificação da rocha e (iv) sequência de cristalização. Para a confecção das lâminas contamos o apoio do Laboratório de Confecção de Lâminas do Instituto de Geociências, IGEO/UFBA. Já para os estudos petrográficos, foi utilizado o Laboratório de Petrografia do Núcleo de Geologia Básica (NGB) do IGEO/UFBA.

- **Estudos Geoquímicos:** nesta etapa foram analisadas 25 amostras, as quais foram trabalhadas no Laboratório de Preparação de Amostras do IGEO/UFBA, envolvendo as seguintes etapas: (i) fragmentação em um britador de mandíbulas; (ii) quarteamento até a obtenção de uma fração de aproximadamente 100g e (iii) pulverização no shatter box com a finalidade de obter uma granulometria inferior a 200 mesh. Após preparação, as amostras foram encaminhadas para análises químicas de elementos maiores, traço e terras raras no Laboratório SGS Geosol Ltda., através do método de fusão com metaborato de lítio – ICP OES e ICP MS. Os elementos maiores (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , MnO , TiO_2 , P_2O_5 , e Cr_2O_3), além dos elementos Ba, Sr, Y, Zr e V foram dosados por ICP-OES em porcentagem peso e ppm, respectivamente. Já os elementos Ce, Co, Cs, Cu, Dy, Er, Eu, Ga, Gd, Hf, Ho, La, Lu, Mo, Nb, Nd, Ni, Pr, Rb, Sm, Sn, Ta, Tb, Th, Tl, Tm, U, W, Y e Yb foram dosados através do ICP MS e todos em ppm. Perda ao fogo (LOI) foi estimada pela ignição em 1g de amostra a 950°C por 90 minutos. A reprodutibilidade analítica (1σ) obtida através de 20 medidas repetidas do padrão SO-18 foi menor que 0.1 % para todos os elementos maiores, exceto para SiO_2 ($1\sigma = 0.3\%$) e Al_2O_3 ($1\sigma = 0.16\%$) e de 0.45% a 6.89% para elementos traços, exceto para Ta, o qual teve um erro mais alto de 17.8%.
- **Integração de Resultados e Elaboração da Dissertação:** nesta fase foram integrados os dados geológicos, petrográficos e geoquímicos dos diques máficos e, em seguida, elaborados o artigo e a dissertação.
- **Defesa da Dissertação:** ao final da pesquisa, ocorreu a defesa da dissertação de mestrado.

Vale ressaltar que informações adquiridas durante o curso forneceram subsídios para a adaptação de mapas geológicos (e.g. Muhlmann et al., 1961; Souza, 2009; Oliveira, 2010; Alves, 2013 e Alves, 2017), ao longo da orla marítima de Salvador entre o Farol da Barra e o Farol de Itapuã. No total foram estudadas cinco praias com

afloramentos de diques máficos (Morro do Cristo - Barra, Buracão – Rio Vermelho, Amaralina, Jardim de Alah e Itapuã).

Essa dissertação está organizada em três (03) capítulos. O primeiro capítulo é composto por uma Introdução Geral, que contém a apresentação do tema, problemática, objetivos, justificativas e materiais e métodos. No segundo capítulo apresenta-se o artigo, o qual será submetido à revista *Revista Geologia USP – Série Científica* e terá como foco o estudo petrográfico e o tratamento litogeoquímico detalhado dos diques máficos da região de Salvador/BA, localizados ao longo da orla marítima entre o Farol da Barra e o Farol de Itapuã. E, por fim, o último capítulo que é composto por considerações finais.

Referências

- Almeida, F. F. M. (1977). *O Cráton do São Francisco. Revista Brasileira Geociências*. vol. 4. p.349-364.
- Alves, D. N. O. (2013). *Mapeamento geológico de detalhe e petrografia dos litotipos do Jardim de Alah, Salvador-Bahia*. Monografia (Geologia). Salvador: IGEO/UFBA.
- Alves, S. S. (2017). *Granitoide de Itapuã: Evidência de magmatismo de natureza shoshonítica na porção sul do Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim*. Monografia (Geologia). Salvador: IGEO/UFBA.
- Andriksy, G. (1968). Tectônica e origem do embasamento cristalino da área de Bendegó-Curundundum. In: *Congresso Brasileiro de Geociências 22*. Resumos das comunicações. Belo Horizonte: SBG. p.88-89.
- Andriksy, G. (1969). Mapeamento geológico da região de Caratacá. *Missão Geológica Alemã*. Recife: SUDENE. Relatório 2.
- Andriksy, G. (1971). Bengeschicht dès pré-Bambuí Kristalins in gebiet Caratacá-Bendegó district Uauá, Nord Bahia, Brasilien. *Geologische Rundschau*. Leipzig, Alemanha, v. 60. p.1050-1061.
- Araújo, C. B., Oliveira, M. A. F. T. de, Gomes, L. C. C. (1992). Diques alcalinos do sul do Estado da Bahia: uma contribuição aos aspectos geológicos, petrológico e geoquímico. In: *Congresso Brasileiro de Geologia 37*. São Paulo. Boletim de Resumos expandidos. São Paulo: SBG. p.500.
- Arcanjo, J. B. A., Oliveira, J. E. de. (1991). Dyke swarms of Southeast São Francisco Craton in Itabuna-Itapé Area, Bahia, Brazil. In: *International Symposium on Mafic Dykes 2*. Excursion guide. São Paulo: SBGq. IG-USP. p. 41-52.

Babinski, M., Pedreira, A. J., Brito Neves, B. B., & Van Schmus, W. R. (1999). Contribuição à geocronologia da Chapada Diamantina. *Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos* 7, 118-120.

Barbosa, J., Arcanjo, A., Alves da Silva, F. C., Pinho, I., Oliveira, M., e Savine, D. (1996). Geologia das rochas de alto grau metamórfico da região de Ipiaú: sudeste da Bahia-Brasil. In *39 Congresso Brasileiro de Geologia*. Salvador: SBG. V.6. p.272-279.

Barbosa, O. (1970). *Geologia econômica de parte da região do médio do São Francisco, Nordeste do Brasil*. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Boletins 140-141.

Barbosa, J. S. F. e Dominguez, J. M. L. (1996). *Texto Explicativo para o Mapa Geológico ao Milionésimo*. SICM/ SGM, Salvador, (Edição Especial), 400 p.

Barbosa, J. S. F. e Sabaté, P. (2004). Archean and Paleoproterozoic crust of the São Francisco Craton, Bahia, Brazil: geodynamic features. *Precambrian Research*, 133. p. 1–27.

Barbosa, J. S. F., Corrêa-Gomes, L. C., Dominguez, J. M. L., Cruz, S. A. S., Souza, J. S. de. (2005). Petrografia e litogeoquímica das rochas da parte oeste do alto de Salvador, Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, 35(4). p. 9-22.

Barbosa, J. S. F., CRUZ, S. S. P., SOUZA, J. S. de. (2012). Terrenos Metamórficos do Embasamento. In: BARBOSA, J.S.F. (Coordenação Geral). *Geologia da Bahia. Pesquisa e Atualização*. Salvador. Volume 1. pag. 101-201.

Bastos Leal, L. R. e Teixeira, W. (1992). Geocronologia Rb-Sr e K-Ar do Enxame de Diques Máficos de Uauá, Bahia. *XXXVII Congresso Brasileiro de Geologia*, Anais, São Paulo-SP.,V.1. p. 484.

Boukili, H. (1984). *Petrologie, Mineralogie et Geochimie dès Alterations des Roches Ultrabasiqes à Chromite de Campo Formoso-Brasil*. Thèse 3ème cycle, Université Louis Pasteur, France. 183 pp.

Brito, D. C. (2008). *Geologia, petrografia e litogeoquímica dos diques máficos da porção sudoeste da Chapada Diamantina, Bahia*. 120f. Dissertação (Mestrado em Geologia)-Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia

Brito, D. C. (2005). *Caracterização petrográfica das rochas basálticas da Chapada Diamantina – Bahia*. 51 f. Trabalho Final de Curso (Bacharelado em Geologia)-Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia.

Corrêa-Gomes, L. C., de Oliveira, M. T., Concieqao, H., & Abram, M. B. (1991). Tectonic styles and chemistry of the mafic dykes in eastern part of São Francisco Craton, Bahia, Brazil. In: *International Symposuim on Mafic Dykes*, 2., 1991, São Paulo. Extended abstracts. São Paulo: [CPRM]. p. 66-70.

Corrêa-Gomes, L. C., Tanner de Oliveira, M. A. F., Mota, A.C., Cruz, M.J.M. (1996). Província de Diques Máficos do Estado da Bahia. *Mapa, estágio atual do conhecimento*

e evolução temporal. Salvador: Superintendência de Geologia e Recursos Minerais – SGM/SICM.

Correa-Gomes, L. C., Oliveira, E. P. (1997). O enxame radial gigante de diques máficos da província Bahia-Congo: implicações reológicas e tectônicas da presença de uma pluma mantélica na interface América do Sul-África, 1.0 Ga atrás. In: *Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos*, 6. Pirenópolis, Goiás. Resumos expandidos. Pirenópolis: SBG. V.1, p.52-55.

Correa-Gomes, L. C., Cruz, M. J. M., Oliveira, M. A. F. T. de. (1993). O exame de diques máficos transamazônicos de São José de Jacuípe – Bahia, Brasil. In: *Congresso de Geoquímica de Paíse de Língua Portuguesa*, 2. Resumos expandidos. Porto, Portugal: Universidade do Porto, p. 71-75.

Correa-Gomes, L. C. The mafic dykes swarm along the costline of Bahia State, Brazil: na attempt of continental breakup between South America and Africa 1.0 Ga ago? (1995). In: *International Dyke Conference de Jerusalem*. Jerusalém. Program and abstracts. Jerusalém: Geological Survey of Israel, p.19.

Correa-Gomes, L. C. (2000). *Evolução Dinâmica da Zona de Cisalhamento Neoproterozóica de Itabuna-Itaju do Colônia e do Magmatismo Fissural Alcalino Associado (SSE do Estado da Bahia, Brasil)*. Tese de Doutorado. 239 p.

Couto, J. G. P., Teixeira, W., Cordani, U. G. (1983). Considerações sobre as principais épocas de fraturamento do Cráton do São Francisco, com base em datações K-Ar de rochas básicas. In: *Simpósio de Geologia de Minas Gerais*, 2. Anais. Belo Horizonte: SBG, p. 38-49.

Cruz, L.A e Menezes Leal, A. B. (2012). Diques máficos da Província de Salvador no Estado da Bahia. *Congresso Brasileiro de Geologia*, Santos-SP. Anais. p. 24.

Cruz, L.A., Menezes Leal, A.B., Santos, M.C.P., Damasceno, G.C., Pinheiro, A.C.O.; Varjão, L.M.P. (2011). Diques Máficos da Província de Salvador – BA. *XXIV Simpósio de Geologia do Nordeste*, Aracaju – SE. Anais. p. 339.

CRUZ da L. A. (2013). *Aspectos de campo, Petrografia e Geoquímica preliminar dos Diques Máficos das Praias Jardim de Alah, Paciência e Ondina, Salvador-Ba*. Trabalho Final de Graduação. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. p. 1-73.

Dalton de Souza, J., Kosin, M., Melo, R. C., Santos, R. A., Teixeira, L. R., Guimarães, J. T., Vieira Bento, R., Borges, V. P., Martins, A. A. M., Arcanjo, J. B., Loureiro, H. S. C., Angelim, L. A. A. (2003). Mapa geológico do Estado da Bahia – Escala 1:1.000.000. Salvador: CPRM. Versão 1.1. *Programas Carta Geológicas do Brasil ao Milionésimo e Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB)*. Convênio de Cooperação e Apoio Técnico-Científico CBPM-CPRM.

Damasceno, G. C. (2009). *Geologia, petrografia e geoquímica preliminar dos diques máficos da porção leste da folha Caetitê (SD.23-Z-B-III)*. 108f. Trabalho Final de Curso (Bacharelado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

Dominguez, J. M. L. (1993). As coberturas do Cráton do São Francisco: uma abordagem do ponto de vista da análise de bacias. In: *Dominguez, J. M. L.; Misi, A. (Ed.). O Cráton do São Francisco*. Salvador: SBG. p.137-159.

Evans, D. A. D., Trindade, R. I. F., Catelani, E. L., D'Agrella-Filho, M. S., Heaman, L. M., Oliveira, E. P., e Salminen, J. M. (2015). Return to Rodinia? Moderate to high palaeolatitude of the São Francisco/Congo craton at 920 Ma. *Geological Society, London, Special Publications*, 424(1), 167-190.

Fujimori, S. (1968). Granulitos e charnockitos de Salvador (Ba). *Anais Acad. Bras. Ciências*. 40. p. 181-202.

Gava, A. et al. Geologia. (1983). In: *Brasil. Ministério de Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL*. Folha SC.24-2, Aracaju-Recife: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: MME. Cap. 1, p. 27-376. (Levantamento de Recursos Naturais, 30).

Google Maps. Orla de Salvador-BA. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/search/Orla+de+Salvador>. Acesso em 2016.

Guimarães, J. T. (2005). *Projeto Ibitiara - Rio de Contas: Estado da Bahia*. Salvador: CPRM. Inclui 3 mapas. Escala 1:200.000. Programa Recursos Minerais do Brasil.

Lopes, J. N., Souza, J. D. de. (1985). *Projeto mapas metalogenéticos e de previsão de recursos minerais: folha SD.23-X-B, Ibotirama, escala 1:250.000: região nordeste: texto e mapas*. Brasília, DF: CPRM. Inclui 4 mapas.

Marcelino, R. da S. (2014). *Aspectos de campo, petrografia e geoquímica preliminar dos diques máficos das praias de Jardim de Alah, Paciência e Farol de Itapuã, Salvador – BA*. Monografia (Geologia) - UFBA/IGEO. 75 p.

Mascarenhas, J. de F., Johildo, J. F., Cordani, U. G., Sato. K. (1986). *Mapa Geocronológico do Estado da Bahia. Escala 1:1.000.000*. Salvador, Governo do Estado da Bahia, SME/SGM.

Mendonça, P. C. (2014). *Contribuição ao conhecimento geológico do Cinturão salvador Esplanada: Enfoque na geologia estrutural do afloramento do Morro do Cristo, Salvador Bahia*. Monografia (Geologia) UFBA-IGEO. 62p.

Menezes Leal, A. B., Correa-Gomes, L. C., Guimarães, J. T. (2012). Diques Máficos. In: *BARBOSA, J.S.F. (Coordenação Geral). Geologia da Bahia. Pesquisa e Atualização*. Salvador. V. 2. p. 199-231.

Menezes Leal, A. B., Bellieni, G., Girardi, V. A. V., Bastos Leal, L. R., Teixeira, W., e Piccirillo, E. M. (1995). Contribuição ao estudo petrológico e geoquímico dos enxames de diques máficos de Uauá. Bahia. *Geochim. Bras.*, 9, 61-90.

- Menezes, A. B. de. (1992). *O enxame de diques máficos de Uauá – Bahia: caracterização petrológica e geoquímica*. 126f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Moraes Brito, C., Bellieni, G., Comim-Chiaramenti, P., Melfi, A. J., Piccirillo, E. (1989). Diques Máficos da Faixa Oriental do Estado da Bahia (ocorrência em Salvador) – Geologia, Petrografia e Geoquímica. *I Workshop “Diques Máficos Pré-Cambrianos do Brasil”*, São Paulo, SP, PP: 10-15
- Moraes Brito, C., Bellieni, G., Comim-Chiaramenti, P., Melfi, A. J., Piccirillo, E. (1990). Diques Proterozoicos da Região de Salvador e Ilhéus-Olivença: Uma comparação. *II Workshop “Diques Máficos Pré-Cambrianos do Brasil”*, IG-USP, PP: 14-19.
- Moraes Brito, C. (1992). *Caracterização geológica, geoquímica e petrográfica dos diques máficos proterozóicos da região de Salvador-BA*. Dissertação (Mestrado), IAG-USP. 153p.
- Muhlmann, H., Lourenço, A. L. N., Souza, U. P. de. (1961). *Salvador Coast Project*. Curso de Geologia. Petrobras-CENAP. Salvador-BA.
- Oliveira, T. L. de. (2010). *Estudo petrográfico e mapeamento geológico dos litotipos do Morro do Cristo, Salvador-Bahia, Brasil, escala 1:500*. Monografia (Geologia). Salvador. IGEO/UFBA.
- Oliveira Júnior, T. R. (1990). *Geologia do extremo nordeste do Cráton do São Francisco, Bahia*. Dissertação de Mestrado, IG/UFBA. 126p.
- Oliveira, E. P. de et al. (2011). Precise new U-Pb ages of Precambrian mafic dykes and sills from the São Francisco Craton, Brazil, and their tectonic and metallogenic implications. *In: GONDWANA, 14, 2011, Búzios*. Oral presentations. Rio de Janeiro: Petrobras.
- Oliveira, E. M. de. (2014). *Petrografia, litogeoquímica e geocronologia das rochas granulíticas da parte norte do Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim, Bahia-Sergipe*. Tese de Doutorado. UFBA/IGEO, Salvador, 218 p.
- Pedreira, A.J., Margalho, R. S. F. X. M. (1990). Mucugê, folha SD-24-C-II: Estado da Bahia: texto explicativo. Brasília, DF: CPRM. *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil*.
- Pinheiro, A. C. O. (2009). *Geologia e petrografia do enxame de diques máficos de Itapé, Bahia*. 77 f. Trabalho Final de Curso (Bacharelado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- Pinheiro, A. C. O. (2012). *Geologia, petrografia, química mineral e litogeoquímica do enxame de diques máficos Itapé, Estado da Bahia*. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Curso em Geologia. UFBA, Salvador.

Pinheiro-Amorim, A. C. (2017). *Petrologia dos enxames de diques máficos Ectasiano de Itajú do Colônia e Criogeniano de Itapé. Sudeste do Estado da Bahia*. 228 f. Tese (Doutorado) – Curso em Geologia. UFBA, Salvador.

Silva, L. C., Armstrong, R., Noce, C. M., Carneiro, M. A., Pimentel, M., Pedrosa Soares, A. C., Leite, C. A., Vieira, V. S., Silva, M.A., Paes, V. J. C.; Cardoso Filho, J. M. (2002). Reavaliação da Evolução Geológica em Terrenos Pré-Cambrianos Brasileiros com Base em Novos Dados U-Pb Shrimp, Parte I: Limite Centro-Oriental do Cráton São Francisco na Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, 32, n. 4. p. 501-512.

Souza, J. S. de. (2009). *Petrografia e litogeoquímica dos litotipos granulíticos ortoderivados da cidade de Salvador, Bahia*. Dissertação de Mestrado. IGEO/UFBA.

Souza, J. S. de., Barbosa, J. S. F., Correa-Gomes, L. C. (2010). Litogeoquímica dos granulitos ortoderivados da cidade de Salvador, Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 40. p. 339-354.

Souza, J. S. de., Barbosa, J. S. F. (2011). Os Litotipos da Cidade de Salvador, Bahia: Estágio Atual do Conhecimento. In: *13 Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos e VII International Symposium on Tectonics*. Campinas-SP.

Varjão, L. M. P. (2007). *Geologia, petrografia e geoquímica dos diques máficos da porção sudeste do Bloco Gavião, Bahia, Brasil*. 69 f. Trabalho Final de Curso (Bacharelado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

Varjão, L. M. P. (2011). *Geologia, petrografia e litogeoquímica dos diques máficos da porção sudeste do Bloco Gavião, Bahia, Brasil*. 97 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

Winge, M., Danni, J. C. M. (1980). Compartimentos geotectônicos prebrasilianos entre Caratacá e Bendegó, município de Uauá – Bahia. In: *Congresso Brasileiro de Geologia, 31*. Camboriú. Florianópolis: SBG. v.5, p. 2785-2795

Winge, M. (1981). *A sequência vulcano-sedimentar do Capim – Bahia: caracterização geológica e modelo metalogenético*. 120 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Departamento de Geociências, Universidade de Brasília, DF.

Winge, M. (1984). A sequência vulcanossedimentar de Grupo Capim, Bahia. In: *Sá, P. V. S. V.; DUARTE, F. B. (Org.). Geologia e recursos minerais do Estado da Bahia*. Salvador: Secretaria da Minas e Energia. p. 43-103. v.5

CAPÍTULO 2

ARTIGO

Contribuição à petrografia e geoquímica dos diques máficos da orla de Salvador, localizados na porção sul do Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim, leste do Cráton do São Francisco, Bahia

Contribution to the petrography and geochemistry of the mafic dikes of the Salvador border, located in the south portion of the Salvador-Esplanada-Boquim Belt, east of the São Francisco Craton, Bahia

Título Curto: Diques máficos da Orla de Salvador

Sâmia de Oliveira Silva

Universidade Federal da Bahia – Bahia – Brasil

Endereço: Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Campus Universitário de Ondina. CEP: 40170-020. Salvador – Bahia.

E-mail: contato.samia@yahoo.com

Telefone: (71) 3283-8589

Angela Beatriz de Menezes Leal

Universidade Federal da Bahia – Bahia – Brasil

Endereço: Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Campus Universitário de Ondina. CEP: 40170-020. Salvador – Bahia.

E-mail: angelab@ufba.br

Telefone: (71) 3283-8589

Jailma Santos de Souza de Oliveira

Universidade Federal da Bahia – Bahia – Brasil

Endereço: Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Campus Universitário de Ondina. CEP: 40170-020. Salvador – Bahia.

E-mail: jailma.souza@ufba.br, jailmasouza@gmail.com

Telefone: (71) 3283-8589

Número de Palavras: 8339

Número de Figuras: 16

Total de Tabela: 2

Resumo

Os diques máficos da área de estudo estão inseridos na parte sul do Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim, na parte leste do Cráton do São Francisco. Apesar dos inúmeros estudos realizados nos diques máficos da orla de Salvador e de seu interior, faz-se necessário ainda o estudo da caracterização petrológica dessas rochas para um melhor entendimento dos processos genéticos, bem como na reconstituição geodinâmica da colocação desses corpos. Deste modo, nesta pesquisa, foram estudados os diques máficos não metamorfizados localizados em cinco praias na orla marítima de Salvador, compreendidos entre o Farol da Barra e o Farol de Itapuã, nos aspectos de campo, petrográficos e geoquímicos. Esses diques estão inseridos na Província Litorânea de Salvador. De modo geral, preenchem fraturas distensivas na rocha encaixante granulítica, principalmente, em direções NNW-SSE e, subordinadamente, E-W, são de cor preta, finos a afaníticos, tabulares, verticais com contatos retos, curvos a sinuosos com a encaixante e suas espessuras que podem variar de poucos centímetros a dezenas de metros. O estudo petrográfico permitiu identificar de texturas porfiríticas com matriz afanítica até fanerítica fina; ofítica, subofítica e intergranular que, mineralogicamente, são compostas por plagioclásio, augita e subordinadamente têm-se hornblenda, biotita, minerais opacos e apatita, além de feições de sericitização e uralitização. Os estudos geoquímicos permitiram classificá-los como basaltos toleíticos, constituídos por magmas evoluídos (#mg 0,15-0,55), sugerindo uma diferenciação do tipo gabro em uma única fonte mantélica, em ambiente intraplaca.

Palavras-chaves: Diques máficos; Petrografia; Geoquímica; Salvador.

Abstract

The mafic dikes of the study area are located in the southern portion of the Salvador-Esplanada-Boquim Belt, in the eastern part of the São Francisco Craton. In spite of the numerous studies carried out in the mafic dikes of Salvador and its interior, it is necessary to study the petrographic characterization of these rocks for a better understanding of the genetic processes, as well as in the geodynamic reconstitution of the placement of these bodies. Thus, in this research, we studied the mafic dykes located on the Salvador sea front, comprised between the Barra Lighthouse and the Itapuã Lighthouse, in five beaches, in the field, petrographic and geochemical aspects. These dykes are located in the Coastal Province of Salvador. In general, fill distensive fractures in the granulitic rock, mainly in NNW-SSE and, subordinately, EW directions, are black in color, fine to aphanitic, tabular, vertical with straight contacts, curved to sinuous with the insert and its thicknesses that can vary from a few centimeters to tens of meters. The petrographic study allowed the identification of porphyritic textures with aphanitic matrix up to the matrix of fine granular size; subophytic and intergranular textures that, mineralogically, are composed of plagioclase, augite and subordinately have hornblende, biotite, opaque minerals and apatite, besides features of sericitization and uralitization. The geochemical studies allowed to classify the tholeiitic basalts, constituted by evolved magmas (#mg 0.15-0.55), suggesting a differentiation of the gabbro type in a single mantelic source, in intraplate environment.

Keywords: Mafic dykes; Petrography; Geochemistry; Salvador.

INTRODUÇÃO

Diques máficos e seus enxames são importantes registros de intrusões mantélicas dos quais, através de estudos, é possível obter informações sobre o comportamento químico

durante a evolução magmática e, também, informações petrogenéticas da evolução mantélica no tempo e no espaço. Além disso, são importantes marcadores de ambiente tectônico e auxiliam na interpretação dos processos geotectônicos que configuraram uma região (Halls, 1982; Halls e Farhning, 1987; Corrêa-Gomes et al., 1996; Menezes Leal et al., 2000).

Em todo o mundo, em períodos que variam desde o Arqueano até o Eoceno, há registro de diques máficos (Halls e Farhning, 1987 e Parker et al., 1990). Na Plataforma Sul-Americana esses corpos máficos têm sua abrangência do Neo ao Paleoproterozoico, no Cráton do São Francisco (e.g. Tanner de Oliveira, 1989; Menezes Leal et al., 1995; Corrêa Gomes et al., 1996; Moraes Brito, 1992; D'Agrella Filho et al., 2004), no Bloco Arqueano de Goiás (Corrêa da Costa e Girardi, 2004, 2005; Corrêa da Costa et al., 2006a,b), no Cráton Rio de La Plata (Girardi et al., 1996; Teixeira et al., 1999) e no Cráton Amazônico (Rivalenti et al., 1998; Menezes Leal et al., 2006; Girardi et al., 2012).

A área de estudo está inserida na cidade de Salvador, no leste do Cráton do São Francisco. Em Salvador ocorrem, pelo menos, duas famílias de rochas filonianas máficas: uma mais antiga pertencente à Província Metamáfica de Salvador; e outra família pertencente à Província Litorânea, composta por diques mais jovens que ocorrem tanto na orla de Salvador (Fujimori, 1968; Moraes Brito, 1992; Corrêa-Gomes et al., 1996; Menezes et al., 2012; Souza, 2009; Souza, 2013), como no seu interior (Moraes Brito, 1992; Corrêa-Gomes, 2000; Barbosa et al., 1996; Menezes et al., 2012; Souza, 2009).

O presente trabalho tem por finalidade caracterizar os aspectos de campo, petrográficos e geoquímicos dos diques máficos não metamórficos de cinco praias da orla marítima de Salvador.

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

A área de estudo está situada na borda leste do Cráton do São Francisco (CSF) (Almeida, 1977), o qual é constituído, em grande parte, por terrenos metamórficos de médio a alto grau, que afloram nos Estados da Bahia, Minas Gerais e Sergipe. Faixas orogênicas brasileiras (Araçuaí, Brasília, Sergipana, Formosa do Rio Preto e Riacho do Pontal) limitam a unidade cratônica.

No Estado da Bahia, os terrenos arqueanos e paleoproterozoicos integram o embasamento do CSF, o qual foi consolidado ao final do paleoproterozoico (2.2 – 1.8 Ga). Este substrato é composto por quatro segmentos crustais - Bloco Gavião (BG), Bloco Serrinha (BS), Bloco Jequié (BJ) e Bloco Itabuna-Salvador-Curaçá (BISC) – que colidiram durante o paleoproterozoico e foram submetidos às deformações e metamorfismo, variando de xisto verde a anfíbolito e chegando a granulito, resultando na construção do Orógeno Itabuna-Salvador-Curaçá (OISC) representando o substrato de uma cadeia de montanhas arrasada pela erosão (Barbosa e Sabaté, 2002) (Figura 1).

O Orógeno Itabuna-Salvador-Curaçá (OISC), exhibe orientação aproximadamente N-S e apresenta rochas com idades variando entre 3,3 – 2,7Ga (idades dos protólitos) e entre 2,08 – 2,04Ga (idade do metamorfismo) (e.g. Barbosa e Sabaté, 2004), não considerando os inúmeros granitoides sin a pós-tectônicos com idades compreendidas entre 2,09 – 1,9 Ga (U-Pb; SHRIMP) (Barbosa e Sabate, 2002, 2004; Barbosa et al., 2012; Souza-Oliveira et al., 2014). Tomando como referência a porção sul do BISC, Barbosa e Dominguez (1996) assinalaram que a partir do paralelo de Salvador para norte, essa faixa granulítica se bifurca em dois ramos: a porção ocidental segue para o norte em direção à cidade de Curaçá formando o Cinturão Itabuna-Salvador-Curaçá (CISC); e a porção oriental se alinha rumo às cidades de Esplanada (BA) e Boquim (SE) formando o Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim (CSEB) (Oliveira, 2014), cuja parte sul os diques máficos da região de estudo se inserem (Figura 1).

O CSEB refere-se a um conjunto de rochas arqueano-paleoproterozoicas metamorfasadas em alto grau ocorrente a partir da margem leste da Bacia Sedimentar Recôncavo-Tucano-Jatobá, com cerca de 230 km de extensão e limitado por zonas de cisalhamento transcorrentes sinistrais (Silva et al., 2002). Este segmento foi subdividido por Oliveira Júnior (1990) em dois domínios tectônicos: (i) um domínio ocupa a porção extremo oeste do OISC e foi subdividido em: (a) milonitos da Zona Aporá-Itamira e (b) Suíte Granitóide Teotônio-Pela Porco; (ii) o outro é composto pela Zona Salvador-Conde, fica próximo à Costa Atlântica com rochas tanto da fácies anfibolito quanto granulito.

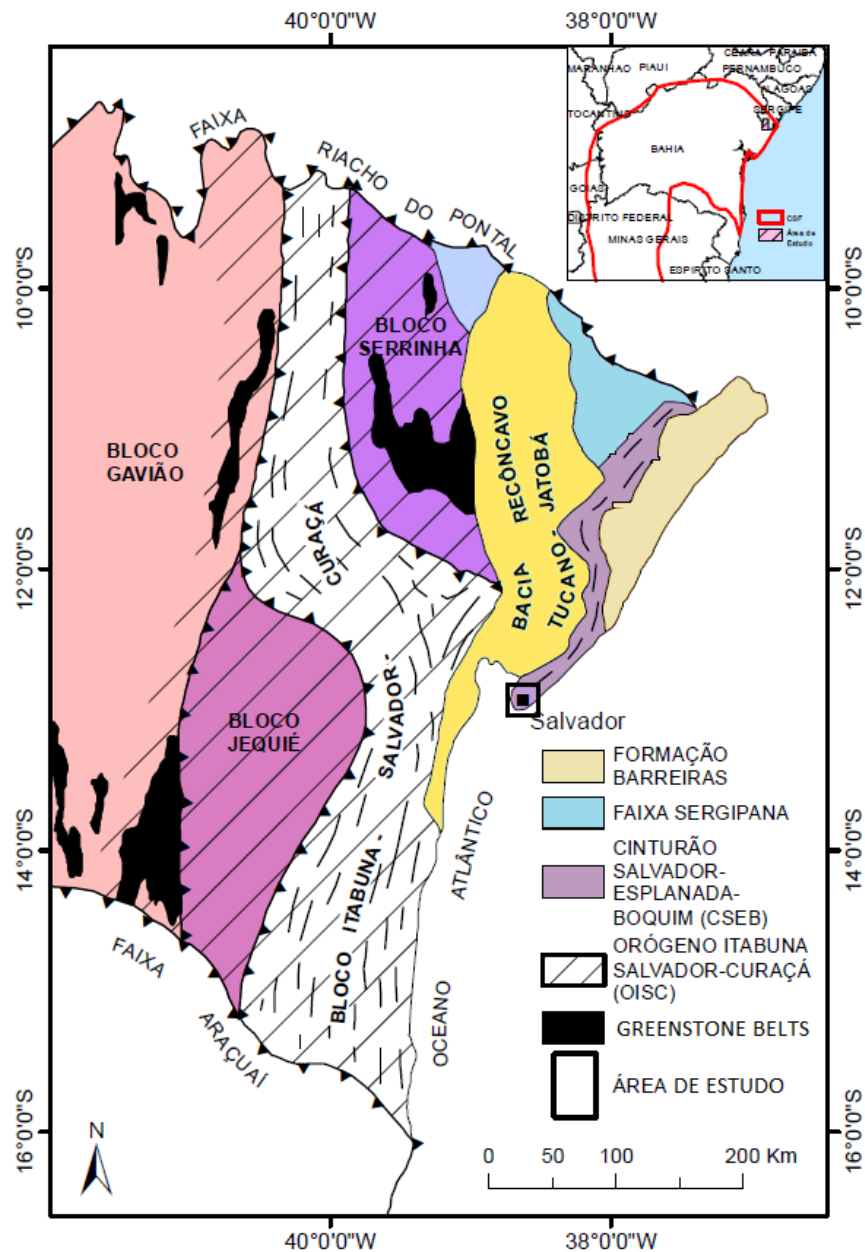


Figura 1 - Esboço esquemático regional posicionando a área pesquisada em relação às principais unidades tectônicas do CSF na Bahia (Simplificado de Barbosa e Sabaté, 2002 e modificado de Barbosa et al., em preparação).

Os diques máficos, localizados na orla marítima de Salvador, estão inseridos na parte sul CSEB, mais precisamente no domínio dos migmatitos e granulitos da Zona Salvador-Conde (Barbosa et al., 2012), correspondente à parte leste do CSF.

A região de Salvador está situada ao sul da Zona Salvador-Conde e, segundo Souza (2009) e Souza (2013) as rochas dessa região foram hierarquizadas cronologicamente em: (A) Unidades Arqueanas e Paleoproterozoicas: (i) encraves ultramáficos e máficos granulitizados; (ii) granulitos paraderivados e (iii) granulitos ortoderivados; (B) Unidades Intrusivas Proterozoicas: (i) corpos e veios monzo–sienograníticos; (ii) diques máficos; e (C) Unidades Fanerozoicas: (i) Bacia Sedimentar Mesozoica do Recôncavo; (ii) depósitos Sedimentares terciário-quaternários (Figura 2).

CONTEXTO GEOLÓGICO LOCAL

A cidade de Salvador apresenta, pelo menos, duas famílias de rochas filonianas máficas. A mais antiga é representada por diques máficos metamorfizados que são tabulares no centro e boudinados nas bordas, pertencem a Província Metamáfica de Salvador (Corrêa-Gomes et al., 1996; Menezes Leal et al., 2012) e datam de 1,5 Ga (método K-Ar) (Mascarenhas et al., 1986).

A família de diques mais jovens, pertencentes a Província Litorânea (Corrêa-Gomes et al., 1996; Menezes Leal et al., 2012), ocorrem tanto na orla de Salvador (Fujimori e Allard, 1966; Fujimori, 1968; Moraes Brito, 1992; Corrêa-Gomes, 1992; Corrêa-Gomes et al., 1996; Menezes Leal et al., 2012; Souza, 2009; Souza, 2013), como no seu interior (Moraes Brito, 1992; Corrêa-Gomes, 2000; Barbosa et al., 1996; Menezes et al., 2012; Souza, 2009; Souza, 2013). Datações radiométricas foram realizadas nessa família de diques e produziram idade de 1021 ± 8 Ma pelo método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ em biotita (Moraes Brito, 1992) e 922 ± 4 Ma (Praia de Ondina) e 924 ± 4 Ma (Praia do Rio Vermelho), ambas U-Pb em badeleíta (Evans et al., 2015).

Alguns trabalhos já foram realizados nos diques máficos da orla de Salvador abordando aspectos de campo, petrográficos e retrabalhamento de dados geoquímicos (e.g. Cruz et al., 2011; Cruz e Menezes Leal, 2012; Cruz, 2013; Marcelino, 2014), bem como o mapeamento geológico de algumas praias da orla com fotos aéreas de detalhe (escala 1:300) (e.g. Barbosa et al., 2005; Souza, 2009; Oliveira, 2010; Souza et al., 2010; Souza e Barbosa, 2011; Souza, 2013; Alves, 2017), os quais permitiram um detalhamento das encaixantes dos diques máficos e elaboração dos mapas locais das praias estudadas nesse trabalho.

Foram estudados 13 diques máficos sem deformação distribuídos ao longo da orla marítima de Salvador, no trecho compreendido entre o Farol da Barra e o Farol de Itapuã. Os diques foram agrupados de acordo com as ocorrências em suas respectivas praias e, portanto, descritos separadamente. Foram estudados os diques máficos das seguintes praias: (i) Praia do Morro do Cristo (bairro da Barra), (ii) Praia do Buracão (bairro do Rio Vermelho), (iii) Praia de Amaralina (bairro de Amaralina), (iv) Praia de Jardim de Alah (bairro do Costa Azul) e (v) Praia de Itapuã (bairro de Itapuã).

Praia do Morro do Cristo

Na praia do Morro do Cristo foram identificados cinco litotipos: (i) rochas ultramáficas granulitizadas, (ii) granulitos ortoderivados, representados pelos tonalitos e quartzo-gabros granulitizados, (iii) corpos e veios sieno-graníticos; (iv) diques máficos, (v) conglomerados e (vi) sedimentos recentes (Oliveira, 2010). Os litotipos metamórficos são polideformados, no estado dúctil, além de serem cortados por diversas zonas de cisalhamento dúctil/rúptil e, posteriormente, fraturados nas direções preferenciais N030/38SE a N040/38SE, subparalelas à Falha de Salvador, correspondendo à formação da bacia do Recôncavo. A Figura 3A mostra um mapa geológico detalhado dessa praia, conforme Oliveira (2010).

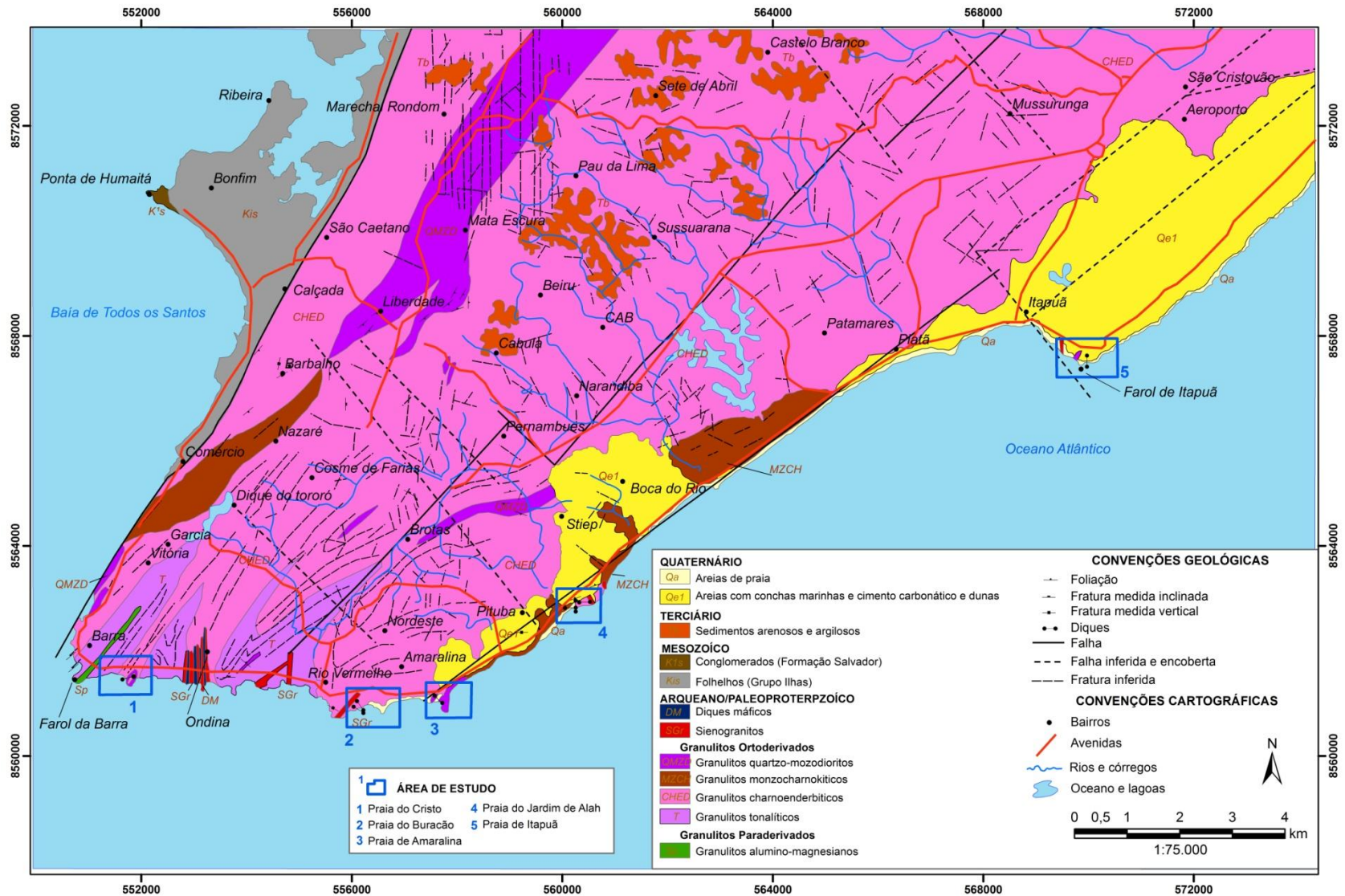


Figura 2. Mapa geológico da Cidade de Salvador. Fonte: Modificado de Souza (2013).

O dique máfico dessa área possui cor verde escura a preta, com geometria tabular, subvertical, dimensões métricas (aproximadamente 5m) e granulometria fina. O contato com a encaixante granulítica (tonalito granulitizado) é abrupto e acompanha a zona de cisalhamento (Figura 3B). Em alguns trechos é possível observar as feições de *mingling* (Figura 3C).

Ao microscópio exhibe textura subofítica e sua mineralogia essencial é composta por plagioclásio (40-55%), clinopiroxênio (10-35%) e olivina (2-10%). Secundariamente ocorrem opacos, hornblenda, biotita e clorita, formados no final da cristalização, a partir da alteração dos piroxênios. O plagioclásio (labradorita) ocorre como ripas subédricas a anédricas, com tamanho variando de 0,2 a 1,8mm e geminados segundo as leis albíta e albíta-Carlsbad (Figura 4A), possui contato reentrante com alguns cristais de olivina e clinopiroxênio. Os cristais de augita ocorrem subédricos a anédricos, associados ao plagioclásio caracterizando a textura subofítica e, também, dispersos na matriz com tamanho entre 0,4 até fenocristais com 1,5mm (Figura 4B). Cristais de olivina ocorrem anédricos e raramente subédricos e com tamanho variando de 0,3 a 0,5mm. Observou-se o processo de uralitização. Como fases acessórias, ocorrem minerais opacos, hornblenda, biotita e clorita.

Nessa praia foram coletadas duas amostras (CRI-01 e CRI-02).

Praia de Buracão

Na praia de Buracão foram identificados três litotipos: (i) granulitos ortoderivados, representados por granulitos charnoenderbíticos, (ii) diques máficos e (iii) sedimentos recentes (Figura 5A). Os filões máficos dessa praia possuem espessuras centimétricas a métricas (aproximadamente 0,20 a 26m), cujo contato com o granulito charnoenderbítico é reto (Figura 5B) a pouco sinuoso. Sua coloração é cinza esverdeada a cinza escura, apresentando granulometria fina a afanítica e orientações preferenciais NW-SE. Foram amostrados dois diques relativamente expressivos: um com 26m e o outro 1,5m de espessura, aproximadamente. Neste último, foi observada falha dextral, subparalela à Falha de Salvador, cortando o dique e a encaixante (Figura 5C).

Ao microscópio apresenta predominância de textura subofítica (Figura 4C) a ofítica e intergranular, além de porfirítica com macrofenocristais de plagioclásio (tamanho médio de 7mm) (Figura 4D), subordinadamente. Sua associação mineralógica é constituída por plagioclásio (50%), clinopiroxênio (40%), olivina (10%), minerais opacos, biotita e clorita como acessórios. O plagioclásio (labradorita) ocorre como micro a fenocristais, com tamanho variando de 0,3 a 0,9 mm (além do macrofenocristal citado acima) em forma de ripas euédricas a subédricas, presença de geminações segundo as leis albíta e albíta-Carlsbad. Por vezes, ocorrem glômeros com geometria triangular, na forma de “V” (Figura 4C) ou em glômeros disformes. Os cristais de augita e ocorrem variando entre 0,5 a 1,5mm, apresentam-se anédricos a subédricos circundados pelo plagioclásio, caracterizando a textura subofítica e, também subordinadamente, englobam parcialmente o plagioclásio caracterizando a textura ofítica. Observou-se o processo de uralitização. Olivina ocorre de forma anédrica e raramente subédrica e com tamanho variando de 0,2 a 0,7mm. Os acessórios ocorrem disseminados (minerais opacos) e como alteração do piroxênio (biotita e clorita).

Foram coletadas amostras representativas do contato (BUR-01, BUR-08, BUR-09, BUR-11) com a encaixante, até as porções mais interiores do dique (BUR-02 a BUR-07 e BUR-10), totalizando onze amostras (BUR-01 a BUR-11). Entretanto, a amostra BUR-09 não foi utilizada nas análises químicas, devido alto nível de alteração.

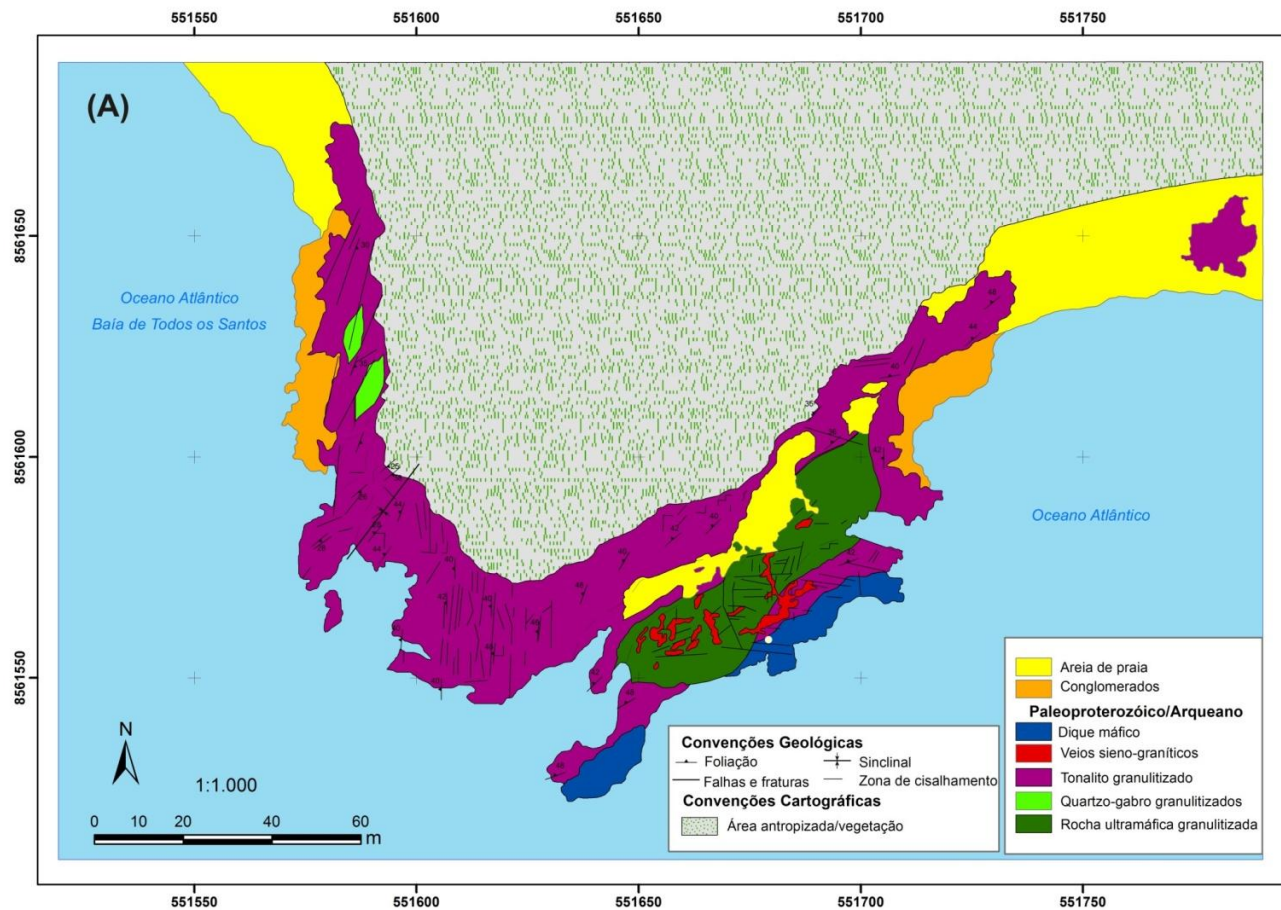


Figura 1. (A) - Mapa geológico do Morro do Cristo com principais estruturas. Fonte: Adaptado e modificado de Oliveira (2010); (B) – Contato, em vermelho, entre dique máfico e tonalito granulitizado e (C) – a feições de *mingling*.

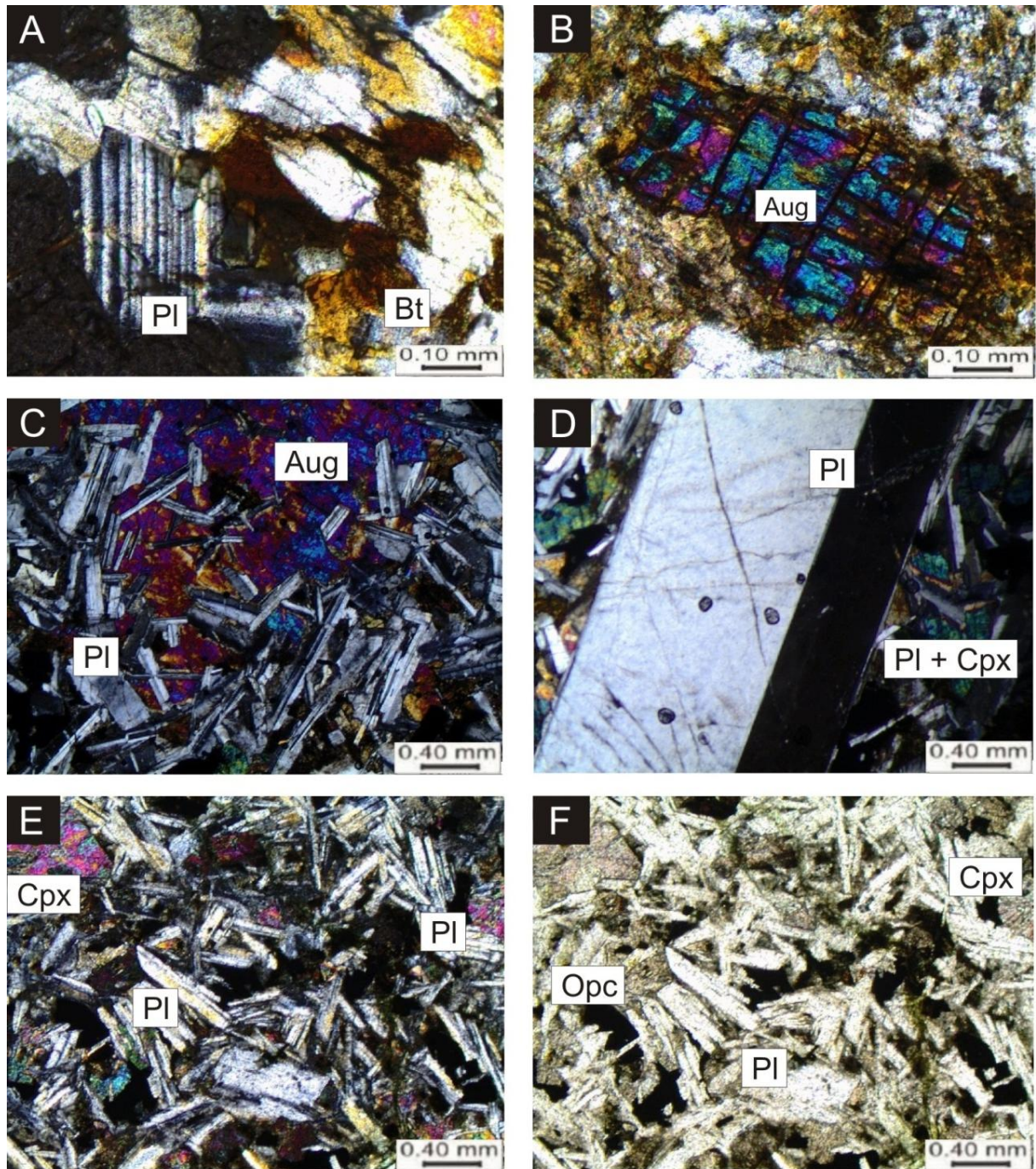


Figura 4- Fotomicrografias dos diques máficos das praias do Morro do Cristo (CRI), Buracão (BUR) e Amaralina (AMR). **A.** Detalhe do cristal de plagioclásio (PI) com geminação albita. Com analisador. Aumento de 100X. Amostra CRI-01. **B.** Detalhe do fenocristal de augita (Aug). Com analisador. Aumento de 100X. Amostra CRI-01. **C.** Aspecto geral da textura subofítica. Com analisador. Aumento de 40X. Amostra BUR-06. **D.** Detalhe do fenocristal de plagioclásio (PI) imerso em matriz fanerítica fina. Com analisador. Aumento de 40X. Amostra BUR-07. **E e F.** Aspectos geral da textura subofítica, destacando cristais de plagioclásio (PI) dispostos em glómeros triangulares. Com analisador (E) e sem analisador (F). Aumento de 40X. Amostra AMR-03. Bt- Biotita; Opc- Mineral Opacos. Abreviações segundo Kretz (1983) e Whitney e Evan (2010).

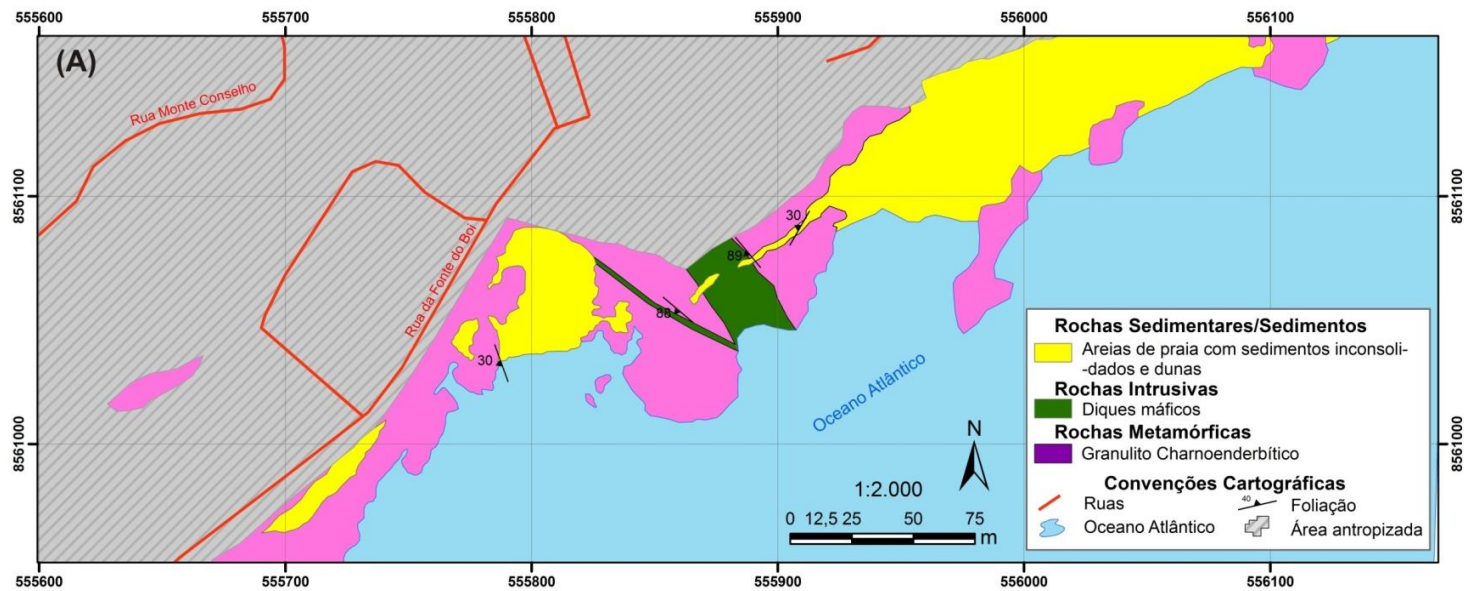


Figura 5. (A) - Mapa geológico simplificado da região da praia de Buracão (Rio Vermelho); (B) – Contato, em vermelho, entre dique máfico e granulito charnoenderbitico e (C) – Dique máfico e granulito cortados por falha dextral.

Praia de Amaralina

Na praia de Amaralina foram identificados quatro litotipos: (i) granulito quartzo-monozodiorito, (ii) sienogranito, (iii) diques máficos e, (iv) sedimentos recentes (Figura 6A).

Nessa praia, o dique máfico estudado possui espessura aproximada de 5m, orientação NNW-SSE, cor cinza escura a preta, geometria tabular, subvertical e granulometria fina. O contato com as rochas granulíticas se dá de forma reta (Figura 6B). Neste afloramento é possível observar feição de mistura de magmas máfico e félsico (Figura 6C).

Ao microscópio exibe textura subofítica predominante. Sua mineralogia essencial é composta por plagioclásio (50%), clinopiroxênio (35%), olivina (15%), minerais opacos, hornblenda e clorita como acessórios. Os cristais de plagioclásio (labradorita) ocorrem subédricos a anédricos, apresenta geminações segundo as leis albita e albita-Carlsbad, variando de micro (0,1 a 0,3mm), quando constituintes da matriz, a macrofenocristais (1,50 a 2,00mm), caracterizando presença da textura porfirítica. Os cristais de augita ocorrem subédricos a anédricos, com tamanho variando de 0,2 a 0,7mm, associados ao plagioclásio caracterizando presença da textura subofítica (Figuras 4E e 4F). Cristais de olivina ocorrem associados aos opacos, sob a forma pseudomórfica ou como anédricos, predominantemente alterados, tendo como produto de alteração a clorita, assim como a hornblenda.

Foram coletadas quatro amostras, sendo três de diques máficos (AMR-01 a AMR-03) e uma (AMR-04) correspondente à encaixante.

Praia do Jardim de Alah

Nesta praia foram identificados cinco litotipos: (i) granulitos alumino-magnesianos, (ii) granulitos monzocharnockitos, (iii) monzo-sienogranitos, (iv) diques máficos e (v) sedimentos recentes. Os diques máficos estão encaixados em monzocharnockitos, exibindo dobras com plano axial sub-horizontal. Foram observadas duas direções preferenciais dos diques: um N-S e outro E-W (Figura 7A). Intrusões de diques de menores espessuras cortam transversalmente os diques anteriores, as rochas granulíticas e monzo-sienograníticos (Alves, 2013).

Os diques máficos dessa praia exibem coloração cinza escura, são finos a afaníticos, apresentam espessuras que variam de centímetros a metros (Figura 7B), sendo a espessura máxima aproximada de 19m, possuem contatos retos com a encaixante (Figura 7C) e, por vezes, apresentam contatos curvos exibindo, ainda, umas feições de *mingling*. Ocorrem, também, fraturas e falhas com deslocamento dextral e sinistral, além de veios de composição granítica.

Ao microscópio exibem textura subofítica predominante e ofítica como secundária. A associação mineralógica é composta por plagioclásio (30%), augita (10%) e olivina (inferior a 5%). Sua matriz fanerítica composta por plagioclásio, piroxênio, olivina, opacos e clorita detém 55% da composição. Os cristais de plagioclásio (labradorita) ocorrem variando de 0,5 a 1,5 mm, em formas de ripas euédricas a subédricas, dispostos em glômeros formando a geometria em “Y” (Figura 8 A). Os cristais de augita variam entre 0,5 a 1,5 mm, em forma anedrais a subedrais com cristais de plagioclásio parcialmente inclusos, caracterizando textura subofítica (Figura 8 B). Os cristais de olivina são anédricos a subédricos, ocupam cerca de 10% da rocha (cerca de 3% na matriz e 7% na forma de fenocristais), variam de tamanho entre 0,3 e 1,0 mm e, ocorrem, ainda, associados aos opacos, tendo como produto de alteração a clorita.

Foram coletadas doze amostras (JA-01 a JA-12) dos diques máficos, mas devido às condições de conservação da rocha, apenas oito foram utilizadas no tratamento geoquímico.

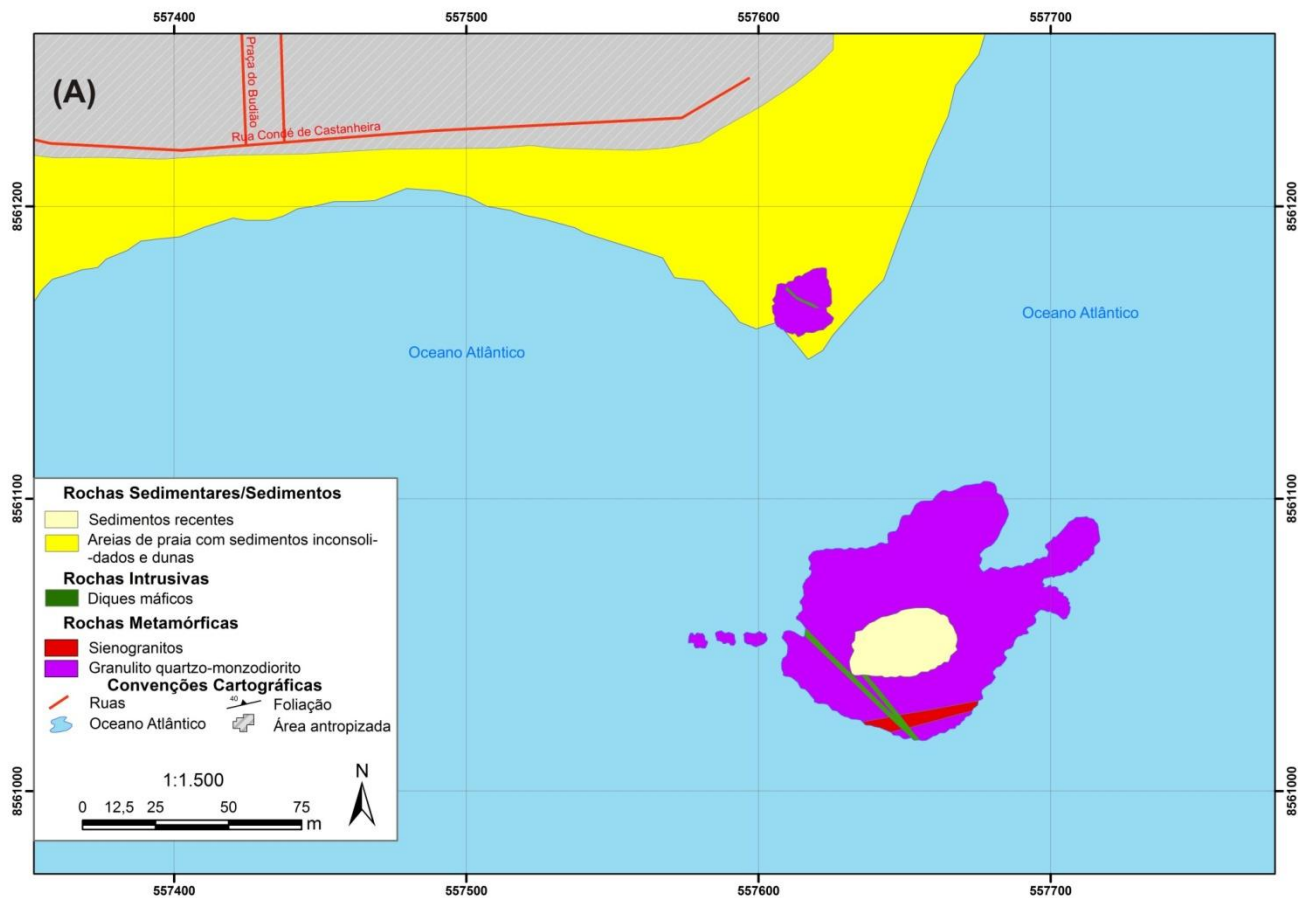


Figura 6. (A) - Mapa geológico simplificado da praia de Amaralina; (B) – Visão geral do afloramento, onde é possível observar o dique máfico apresentando contato reto com o granulito quartzo-monzodiorito; e (C) – Visão geral da feição da mistura de magma.

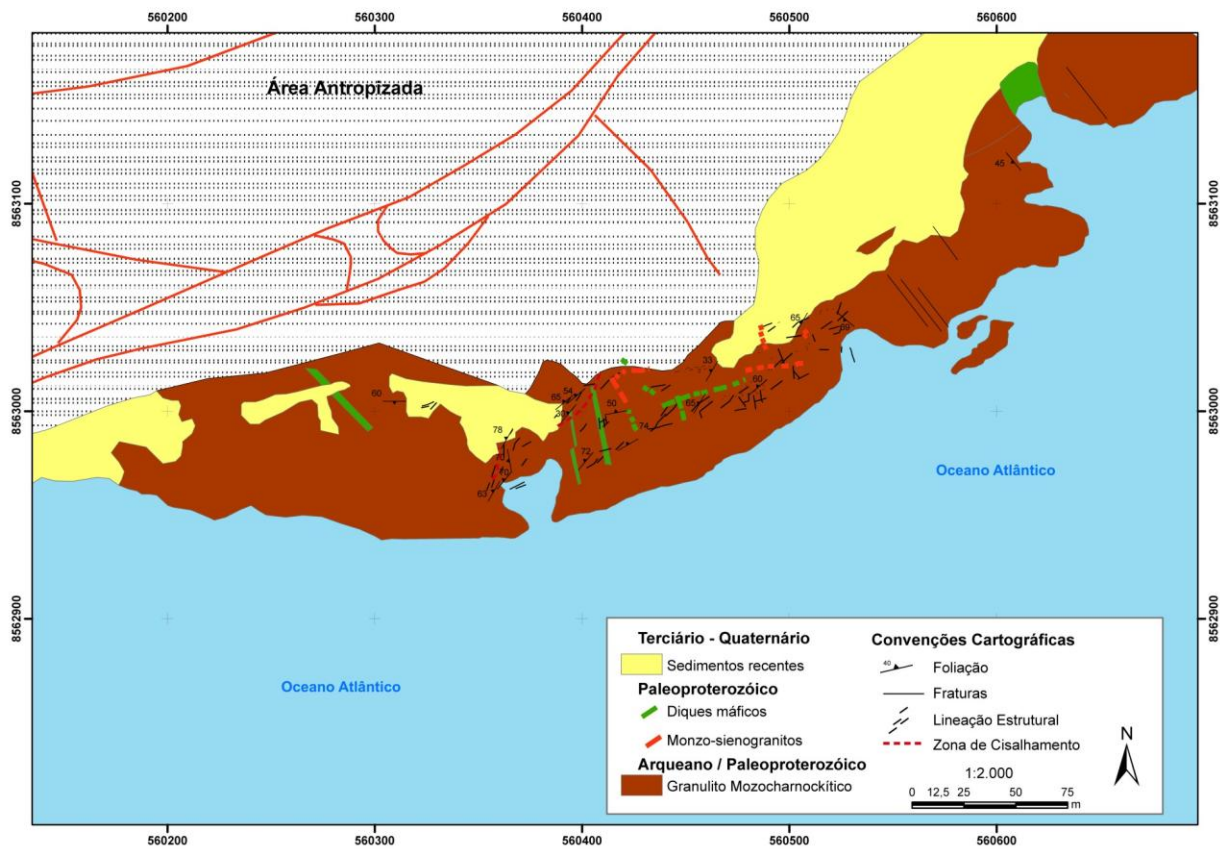


Figura 7. (A) – Mapa geológico da região de Jardim de Alah. Adaptado e modificado de Alves (2013). (B) e (C) – Detalhe para contato reto do dique máfico com monzocharnockito.

Praia de Itapuã

No afloramento da praia de Itapuã foram identificados sete litotipos: (i) augen gnaisse, (ii) paragneisses migmatíticos, (iii) granitoide de Itapuã, (iv) diques e veios pegmatíticos, (v) diques máficos, (vi) conglomerados e (vii) areia de praia (Alves, 2017) (Figura 9A).

Os diques máficos dessa região são encontrados sob a forma tabular (Figura 9B), contínuos e fraturados, exibem contato reto com a encaixante augen gnaisse (Figura 9C) e sua coloração varia de cinza escura a preta.

Ao microscópio exibem texturas inequegranular, afanítica, subofítica. A associação mineralógica é constituída por cristais subédricos a euédricos de plagioclásios (50%) que, apresentam geminação albita Carlsbard, levemente ondulante e cristais de augita (50%) (Figuras 8 C e D). Observou-se processo de sericitização.

Foram coletadas oito amostras (ITP-01 a ITP-08), das quais: ITP-02 a ITP-04 representantes do contato com a encaixante e/ou borda do dique, ITP-07 e ITP-08 centro do dique e ITP-01, ITP-05 e ITP-06 correspondentes à encaixante, mas devido o nível de alteração, apenas duas foram utilizadas no tratamento geoquímico.

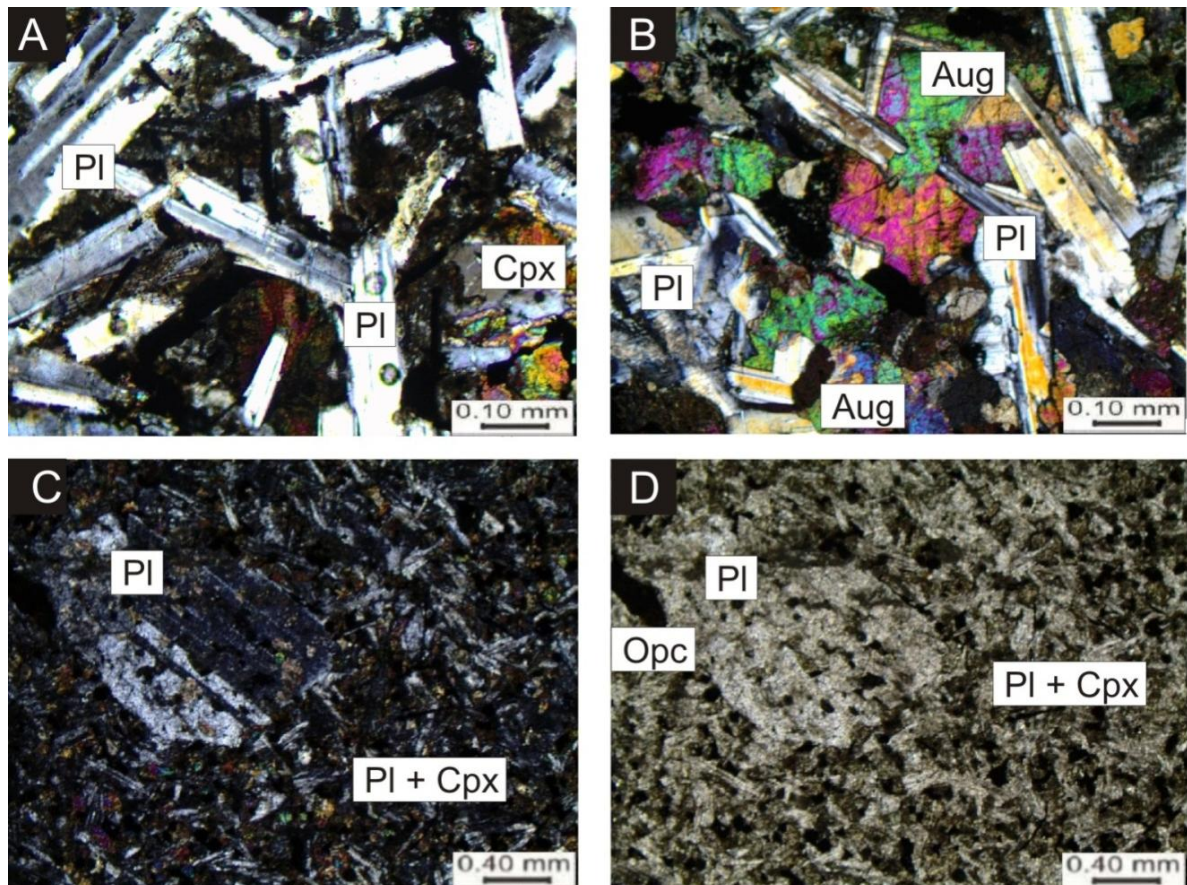


Figura 8- Fotomicrografias dos diques máficos das praias de Jardim de Alah (JÁ) e Itapuã (ITP). **A.** Detalhe do cristal de plagioclásio (Pl) dispostos em glômeros formando a geometria em “Y”. Com analisador. Aumento de 100X. Amostra JÁ-05. **B.** Detalhe da textura subofítica com cristais de plagioclásio (Pl) parcialmente inclusos em augita (Aug). Com analisador. Aumento de 100X. Amostra JA-07. **C e D.** Detalhe do fenocristal de plagioclásio (Pl) sericitizado imerso em matriz fanerítica fina. Com analisador. Aumento de 40X. Amostra BUR-07. **E e F.** Aspectos geral da textura subofítica, destacando. Com analisador Aumento de 40X. Amostra ITP-07. Opc-Mineral Opaco. Abreviações segundo Kretz (1983) e Whitney e Evan (2010).

As relações texturais dos diques máficos da região estudada sugerem a seguinte ordem de cristalização: olivina, plagioclásio – augita – minerais opacos – alteração das fases primárias (plagioclásio – saussuritização, augita – clorita - hornblenda –uralitização - biotita e minerais opacos).

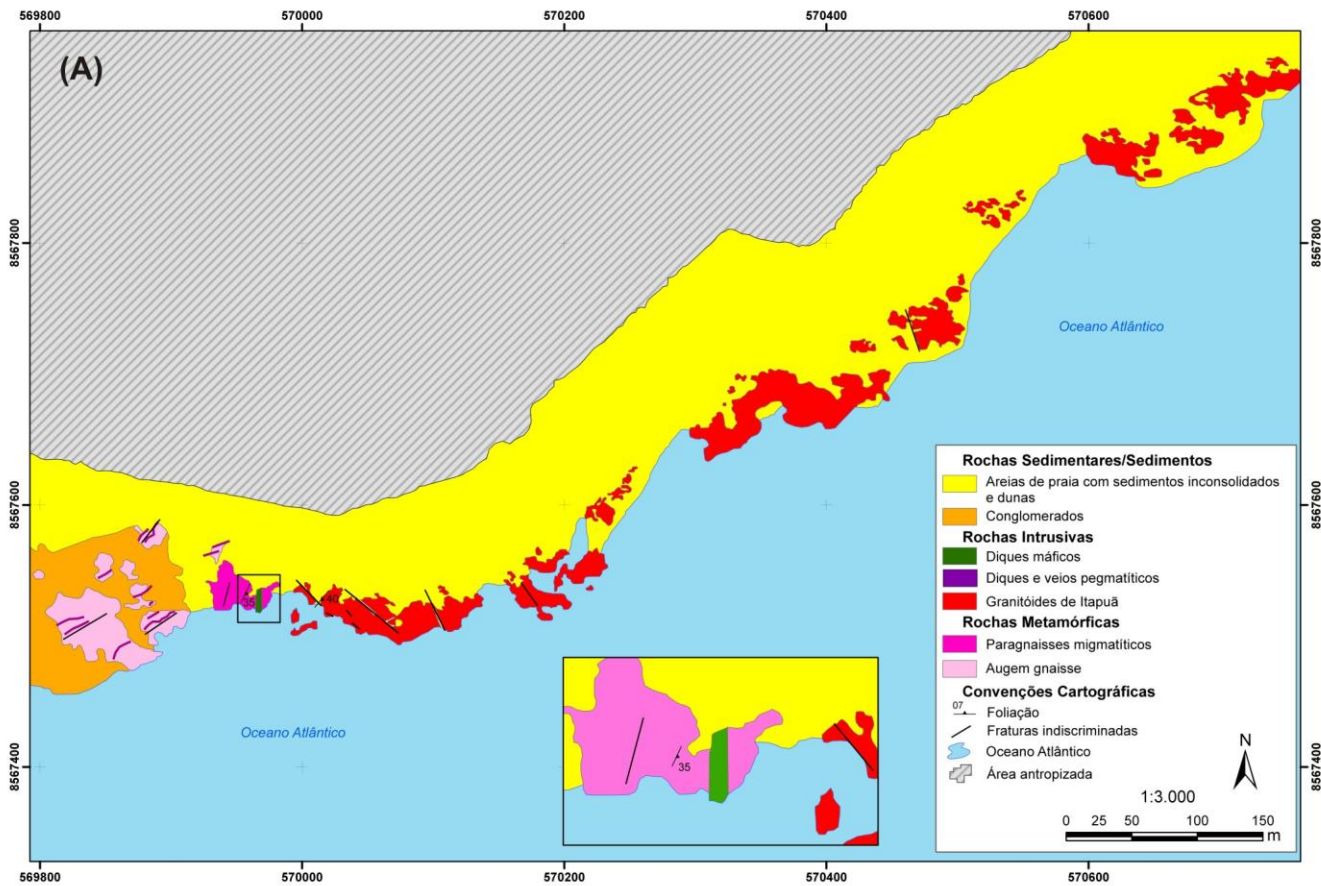


Figura 9. (A) – Mapa geológico da região do Farol de Itapuã. Fonte: Adaptado e modificado de Alves (2017); (B) e (C) – Dique máfico sob a forma tabular com contato reto com a encaixante granulítica.

LITOGEOQUÍMICA

O tratamento litogeoquímico foi baseado em 25 amostras de 13 diques máficos, coletadas ao longo da orla marítima de Salvador, sendo 10 da Praia de Buracão, 8 da Praia do Jardim de Alah, 2 da praia de Itapuã, 2 da Praia do Cristo e 3 da Praia de Amaralina (Tabela 1).

As análises químicas foram efetuadas no laboratório da GEOSOL-LAKE FIELD LTDA. Os elementos maiores e alguns elementos traço (Ba, Nb, Ni, Sr, Sc, Y e Zr) foram dosados por Espectrômetro de Emissão ICP (Jarrel Ash AtomComp Model 975/Spectro Ciros Vision) e os outros elementos menores e terras raras por Espectrômetro de Plasma Induzido (ICP-MS: Perkin-Elmer ELAN 6000). No caso do Na_2O e K_2O as análises com teores abaixo de 1% foram obtidas por absorção atômica após digestão de HCl e HClO_4 . Perda ao fogo (LOI) foi estimada pela ignição em 1g de amostra a 950°C por 90 minutos. A reprodutibilidade analítica (1σ) obtida através de 20 medidas repetidas do padrão SO-18 foi menor que 0,1 % para todos os elementos maiores, exceto para SiO_2 ($1\sigma = 0,3\%$) e Al_2O_3 ($1\sigma = 0,16\%$) e de 0,45% a 6,89% para elementos traços, exceto para Ta, o qual teve um erro mais alto de 17,8%.

Com a finalidade de classificar e nomear as rochas estudadas foram utilizados: o diagrama ternário A ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$), F (FeOt), M (MgO) (Irvine e Baragar, 1971; Figura 10A), demonstrando que todos os diques máficos das praias estudadas possuem afinidade toleítica, mostrando enriquecimento de FeOt em relação ao MgO; e o diagrama binário álcalis *versus* sílica (Cox et al., 1979; Figura 10B), no qual as amostras se concentram no campo de composição predominantemente basáltica, exceto a amostra (CRI -02) da Praia do Morro do Cristo, que plota no campo do mugearito (teores de álcalis de 5,33%) e algumas, das Praias de Buracão e de Itapuã, com tendência para andesi-basalto.

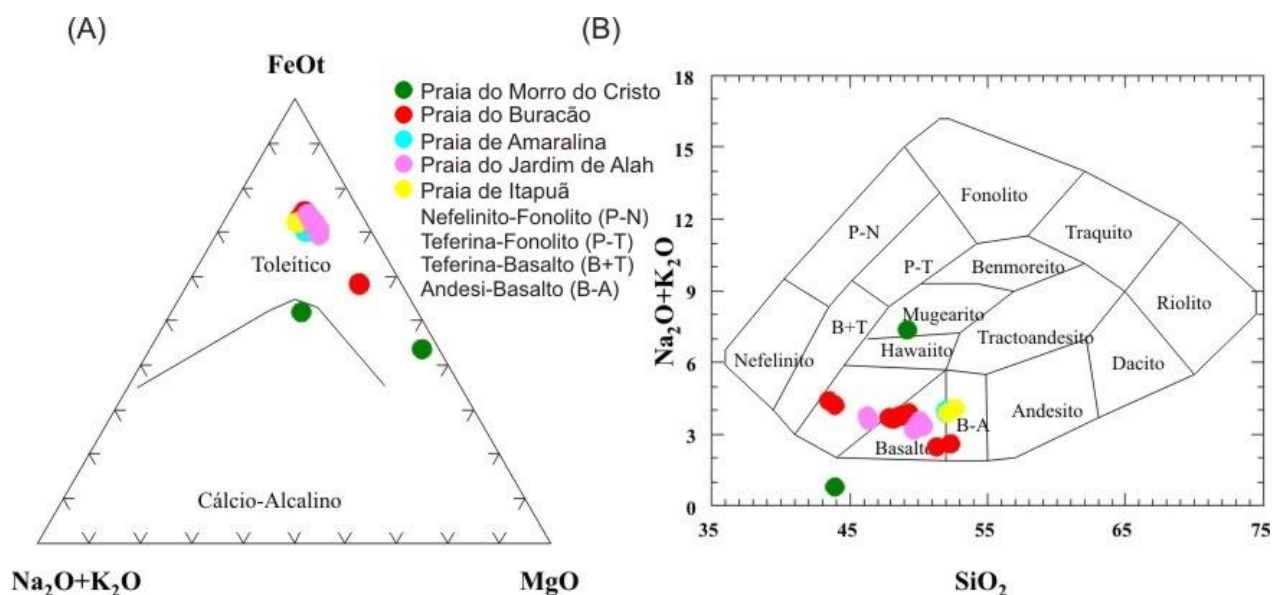


Figura 10. (A) Diagrama AFM ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) – FeOt – MgO, segundo a proposta de Irvine e Baragar (1971). (B) Diagrama de classificação álcalis *versus* sílica proposto por Cox et al. (1979) para os diques máficos da orla marítima de Salvador.

Tabela 1. Análises químicas dos diques máficos da região estudada (elementos maiores, elementos traço e elementos terras raras). LOI = perda ao fogo; mg# = [MgO/(MgO+FeOt)]; BUR = Praia de Buracão; JA = Praia do Jardim de Alah; ITP = Praia de Itapuã; CRI = Praia do Morro do Cristo; AMR = Praia de Amaralina.

Amostra	BUR - 01	BUR - 02	BUR - 03	BUR - 04	BUR - 05	BUR - 06	BUR - 07	BUR - 08	BUR - 10	BUR - 11	JA - 03	JA-04
ELEMENTOS MAIORES (% em peso)												
SiO ₂	43,51	43,92	48,19	47,88	48,74	48,64	48,65	49,34	52,29	51,35	46,27	46,38
TiO ₂	3,35	3,24	2,86	2,87	3,09	2,74	2,95	3,17	1,3	1,22	3,37	3,6
Al ₂ O ₃	13,91	14,57	13,71	12,91	13,42	14,06	13,76	13,06	12,07	11,89	13,76	13,44
Fe ₂ O ₃	17,36	17,84	16,48	16,82	17,15	15,71	16,52	17,05	12,03	11,4	17,51	17,94
FeO	10,71	11,29	10,88	11,27	11,1	10,22	11,29	8,55	8,19	8,04	11,43	10,74
FeOT	26,33	27,35	25,71	26,41	26,54	24,36	26,16	23,90	19,02	18,30	27,19	26,89
Fe ₂ O ₃ T	29,26	30,38	28,57	29,34	29,48	27,06	29,06	26,55	21,13	20,33	30,21	29,87
MnO	0,2	0,23	0,22	0,23	0,22	0,2	0,22	0,22	0,17	0,18	0,23	0,24
MgO	5,12	5,37	5,58	5,65	5,33	5,48	5,1	4,71	10,86	10,41	5,78	5,48
CaO	8,59	9,53	8,51	8,22	8,33	8,51	8,66	8,32	10,09	9,94	8,29	8,23
Na ₂ O	3,35	3,3	2,83	2,8	2,91	2,92	2,96	2,96	2,17	2,06	3,03	2,78
K ₂ O	1,04	0,88	0,79	0,87	0,87	0,8	0,79	0,93	0,43	0,42	0,7	0,78
P ₂ O ₅	0,63	0,6	0,52	0,59	0,56	0,51	0,55	0,61	0,12	0,11	0,74	0,79
LOI	0,12	0,07	0,34	0,38	0,43	1,38	0,42	0,19	1,09	1,85	1,05	2,13
TOTAL	97,2	99,57	100,05	99,25	101,06	100,99	100,59	100,56	102,75	100,95	100,74	101,8
#mg	0,16	0,16	0,18	0,18	0,17	0,18	0,16	0,16	0,36	0,36	0,18	0,17
ELEMENTOS TRAÇO (ppm)												
Ni	59	62	86	86	76	95	70	65	313	302	111	88
Co	56,7	55,8	57,3	60,2	58,5	58,1	55,5	55,1	65,7	63,4	63	57,7
Cu	140	146	131	136	132	130	138	147	104	103	82	81
W	3,6	2,9	1,8	2,3	1,3	12,1	7,5	4,6	1,5	1,1	1,1	1,6
Rb	26,5	21,8	20	22,7	22,7	20,5	20,2	26,7	7,5	7	16,7	19,8
Cs	0,48	0,4	0,32	0,38	0,38	0,33	0,39	0,5	0,09	0,08	0,26	0,28
Ba	544	519	480	510	503	463	483	556	219	182	499	589
Sr	332	346	302	289	301	314	305	300	243	236	348	334
Ga	22,6	23	21,1	21,8	22	21,3	21,5	23,1	17,4	16,8	22,4	22,1
Ta	1,34	1,2	1,08	1,19	1,14	1,05	1,11	1,24	0,05	0,05	1,41	1,39
Nb	26,4	25,96	22,63	25,29	24,94	29,59	23,47	28,98	4,49	3,9	25,57	25,16
Hf	5,93	5,35	4,79	5,56	5,48	4,91	5,14	5,86	2,14	1,98	5,35	5,59
Zr	291	276	225	252	246	223	236	272	98	94	265	270
Y	41,61	41,75	37,93	42,65	41,28	38,01	39,7	44,5	17,55	17,16	41,48	41,97
Th	3,6	2,7	2,2	2,5	2,5	2,6	2,2	3	0,1	0,1	2	2,1
U	0,81	0,72	0,64	0,73	0,73	0,68	0,7	0,85	0,17	0,21	0,57	0,62
ELEMENTOS TERRAS RARAS (ppm)												
La	33,4	31,5	29,7	30,3	31,3	30,4	29,5	36,2	11,8	14,6	30,5	34,2
Ce	66,6	60,6	56,6	62,2	61,4	56,7	59,9	68,6	21,1	21,1	61,4	64,9
Pr	8,37	7,59	7,14	7,86	7,84	7,21	7,69	8,62	2,94	2,79	7,87	8,21
Nd	33,5	30,8	28,4	31,4	31,3	28,6	30,6	34	12,1	11,5	32,2	34,1
Sm	7,7	7,1	6,7	7,2	7,4	6,7	7,4	7,9	3,4	3,1	7,7	7,7
Eu	2,51	2,35	2,19	2,41	2,39	2,13	2,32	2,51	1,12	1,15	2,6	2,69
Gd	8,35	7,83	7,54	8,17	8,14	7,19	8,05	8,53	3,82	3,52	8,21	8,38
Tb	1,38	1,31	1,23	1,32	1,3	1,19	1,29	1,44	0,61	0,61	1,29	1,33
Dy	8,15	7,85	7,2	8,08	7,74	6,96	7,77	8,38	3,5	3,46	7,64	7,68
Ho	1,77	1,65	1,52	1,7	1,64	1,52	1,66	1,78	0,71	0,71	1,62	1,66
Er	4,56	4,59	4,24	4,7	4,48	4,06	4,55	4,9	1,87	1,78	4,38	4,41
Tm	0,7	0,67	0,63	0,69	0,66	0,62	0,7	0,72	0,26	0,26	0,66	0,64
Yb	4,4	4,3	4	4,4	4,2	3,8	4,3	4,4	1,6	1,5	4	4
Lu	0,67	0,66	0,63	0,67	0,66	0,61	0,65	0,69	0,23	0,23	0,61	0,64

Tabela 1. Continuação

Amostra	JA - 06	JA - 07	JA - 08	JA - 09	JA - 10	JA - 12	ITP - 07	ITP - 08	CRI-01	CRI-02	AMR-01	AMR-02	AMR-03
ELEMENTOS MAIORES (% em peso)													
SiO ₂	49,89	50,32	49,67	50,25	49,81	50,06	52,65	52,12	49,18	43,88	52,08	52,01	51,93
TiO ₂	2,79	2,65	2,64	2,42	2,76	2,95	2,55	2,54	0,74	0,79	2,16	2,12	2,01
Al ₂ O ₃	13,39	13,91	13,18	13,67	13,48	13,48	14,07	14,12	18,69	14,14	14,57	14,63	14,78
Fe ₂ O ₃	15,27	14,67	14,48	13,92	15,01	15,94	13,99	14,08	10,8	8,18	14,34	13,91	13,82
FeO	11	10,23	10,21	9,82	11,23	11,41	10,27	10,16	7,64	3,02	10,55	10,31	9,92
FeOT	24,74	23,43	23,24	22,35	24,74	25,76	22,86	22,83	17,36	10,38	23,46	22,83	22,36
Fe ₂ O ₃ T	27,49	26,04	25,82	24,83	27,49	28,62	25,40	25,37	19,29	11,54	26,06	25,36	24,84
MnO	0,24	0,22	0,22	0,21	0,23	0,23	0,19	0,19	0,15	0,15	0,2	0,2	0,19
MgO	5,78	5,89	6,26	6,43	5,85	5,79	4,38	4,51	8,27	12,07	5,28	5,29	5,44
CaO	9,94	10,11	10,42	10,55	10,01	9,87	8,17	8,27	3,3	20,51	9,07	9	9,1
Na ₂ O	2,79	2,89	2,79	2,91	2,87	3	2,88	2,81	3,4	0,25	3,04	3,15	3,11
K ₂ O	0,48	0,5	0,41	0,39	0,52	0,53	1,21	1,07	3,93	0,51	0,89	0,87	0,78
P ₂ O ₅	0,35	0,31	0,31	0,28	0,35	0,35	0,34	0,32	0,17	0,01	0,32	0,32	0,29
LOI	0,25	0,38	0,38	0,25	0,1	0,34	0,81	0,92	0,21	1,25	0,01	0,14	0,12
TOTAL	101,19	101,87	100,79	101,32	101,01	102,57	101,26	100,98	98,86	101,77	101,82	101,64	101,6
#mg	0,19	0,20	0,21	0,22	0,19	0,18	0,16	0,32	0,54	0,18	0,19	0,20	0,20
ELEMENTOS TRAÇO (ppm)													
Ni	60	69	69	72	61	60	42	48	41	97	65	63	66
Co	51,1	51,8	52	50	50,9	52,7	46,7	50,6	40,4	36,5	53,1	53,5	53,7
Cu	135	121	121	123	128	135	52	57	5	116	143	146	129
W	1,8	1,3	1,1	1,5	1,4	1,1	2,3	3,5	1,8	1,5	13,5	1,3	1,4
Rb	9,6	11	8,2	6,9	10,2	10,5	30,3	25,9	167,4	25,2	21,1	21,4	17,6
Cs	0,09	0,1	0,08	0,07	0,1	0,11	0,42	0,43	1,58	0,61	0,24	0,25	0,22
Ba	262	296	272	229	270	282	562	500	1222	159	491	473	467
Sr	314	332	313	309	310	316	410	405	457	118	357	359	360
Ga	21,2	21,1	20,6	19,8	20,9	20,9	25,2	24,5	22,6	19,4	23,2	23,5	22,9
Ta	0,95	0,83	0,83	0,67	0,91	0,9	1,59	1,38	1,15	0,38	1,12	1,17	0,95
Nb	17,01	22,94	19,27	13,43	18,42	21,17	22,2	21,12	14,04	5,59	19,91	19,49	18,09
Hf	4,22	4,07	3,97	3,4	4,13	4,23	5,77	5,33	5,74	1,9	3,94	3,98	3,67
Zr	186	182	173	155	193	198	199	190	214	86	165	161	149
Y	34,91	34,49	34,77	29,61	34,95	36,1	28,76	28,89	14,79	20,28	29,59	29,77	28,71
Th	0,7	1,1	0,8	0,2	0,5	0,6	6,8	5	32,5	7,7	3	2,6	2,4
U	0,33	0,4	0,33	0,3	0,37	0,38	0,66	0,65	3,8	0,9	0,58	0,53	0,52
ELEMENTOS TERRAS RARAS (em ppm)													
La	19,3	18,8	19,8	17,8	21,6	19	31,3	27,7	63,8	18,4	25,4	26,1	26,5
Ce	41,5	41,2	40,2	33,9	42	43,4	61,4	58,5	109,5	48	51,6	51,5	48
Pr	5,83	5,69	5,64	4,76	5,7	5,95	7,67	7,23	11,14	6,66	6,48	6,31	5,93
Nd	24,3	23,9	23,4	19,5	24,9	24,8	31,4	29,8	36,8	25,3	25,9	25	23,5
Sm	6,4	6	6	5,2	6,3	6,5	6,9	6,6	5,7	5,1	5,7	5,6	5,3
Eu	2,21	2,12	2,11	1,93	2,2	2,25	2,28	2,14	1,34	1,11	1,82	1,74	1,7
Gd	7,08	6,77	6,91	6,05	7,22	7,36	7,22	6,79	4,17	4,26	6,13	5,98	5,52
Tb	1,17	1,13	1,12	0,97	1,13	1,21	1,06	1,04	0,54	0,64	0,94	0,95	0,89
Dy	6,71	6,55	6,39	5,84	6,78	6,95	5,92	5,77	2,82	3,56	5,48	5,63	5,22
Ho	1,41	1,39	1,39	1,23	1,38	1,45	1,19	1,13	0,57	0,72	1,18	1,13	1,09
Er	3,78	3,66	3,64	3,24	3,82	3,84	3,05	2,91	1,44	1,93	3,11	3,06	2,87
Tm	0,56	0,54	0,53	0,46	0,55	0,56	0,42	0,42	0,23	0,29	0,46	0,44	0,41
Yb	3,4	3,2	3,2	2,8	3,3	3,4	2,5	2,4	1,5	1,8	2,8	2,7	2,5
Lu	0,49	0,5	0,49	0,44	0,49	0,53	0,38	0,38	0,25	0,25	0,42	0,43	0,4

Nos diagramas de variação de elementos maiores e elementos traço *versus* mg# [(MgO/MgO+FeOt)] (Figuras 11 e 12), observa-se que, à medida que diminui o valor do índice de diferenciação #mg, as concentrações de TiO₂, P₂O₅, Na₂O, K₂O, Al₂O₃ e FeOt aumentam, assim como os elementos La, Ba, Zr, Y, Nb, Sr, e Rb. Em contrapartida, as concentrações de CaO e Ni diminuem. Isso pode indicar que, os magmas dos diques da região de estudo passaram por uma diferenciação tipo gabro, que pode ser caracterizada pelo fracionamento do clinopiroxênio e do plagioclásio. Além disso, o teor de mg# [MgO/(MgO + FeOt)] varia de 0,15 – 0,55, tais valores são indicativos de líquidos basálticos evoluídos, pois magmas basálticos primitivos possuem valores mg# entre 0,74 a 0,80 (Jaques e Green, 1979; Takahari e Kushiro, 1983).

A caracterização de fontes mantélicas pode ser feita através de diagramas e razões entre elementos incompatíveis. Segundo Weaver (1991), as razões Zr *versus* elementos incompatíveis (EI) são importantes ferramentas de evolução petrogenética. Na tabela 2 pode-se observar as variações Zr *versus* EI, para os diques máficos da orla marítima de Salvador. Os diagramas binários exibem pouca variação de Zr *versus* EI, que são percebidas através dos intervalos de variação distintos entre os valores máximos e mínimos das razões. Portanto, sugerem apenas que uma fonte participou da gênese dos diques da região estudada (Figura 13).

ASPECTOS PETROGENÉTICOS

Na figura 14 é apresentado o diagrama multielementar de elementos incompatíveis, normalizado para o manto primitivo (McDonough e Sun, 1995). Esse diagrama constitui uma importante ferramenta na indicação de fontes mantélicas, bem como de ambientes geotectônicos. Os padrões dos elementos incompatíveis dos diques máficos das cinco praias estudadas apresentam, de maneira geral, picos negativos de Nb (HSFE) e positivos de Sr, Ba, Ce e La (LILE). Essa distribuição geoquímica é consistente com intrusões máficas em ambientes intracratônicos ou de arcos continentais (Hergt et al. 1991, Arndt e Christensen, 1992, Mazzucchelli et al., 1995, Rivalenti et al. 1998). O modelo para a origem de magmas com tais características atribui ao manto sublitosférico contaminação a partir de subducção de crosta oceânica. Através desse mecanismo, a subducção de crosta oceânica, coberta de sedimentos, de espessura variável, enriquece o manto litosférico em arcos de ilhas ou sob os continentes, através de fluidos e/ou fusões emanadas da crosta oceânica subductada. Tais fluidos são ricos em elementos tipo LILE (Ba, K, Rb) provenientes de sedimentos, enquanto retenção de Nb e Ta pelos eclogitos da placa oceânica empobrecem esses elementos no manto, tendo-se como resultado da sua fusão, magma com altas razões LILE/HSFE e LREE/HSFE nos magmas resultantes (Trindade Neto et al., 2016). Pequenas quantidades de rutilo (~2%) são suficientes para evitar enriquecimento de Nb e Ta no manto progenitor (Brenan et al., 1994), sendo que tais elementos podem também estar contidos em esfeno e ilmenita retidos na fonte, durante a fusão do manto (Weaver e Tarney, 1981).

Comparando os padrões geoquímicos dos diques máficos da região estudada com os padrões OIB, E-MORB e N-MORB, observa-se que os litotipos apresentam comportamento entre E-MORB e OIB, com maior tendência para OIB, ou seja, uma fonte mais enriquecida.

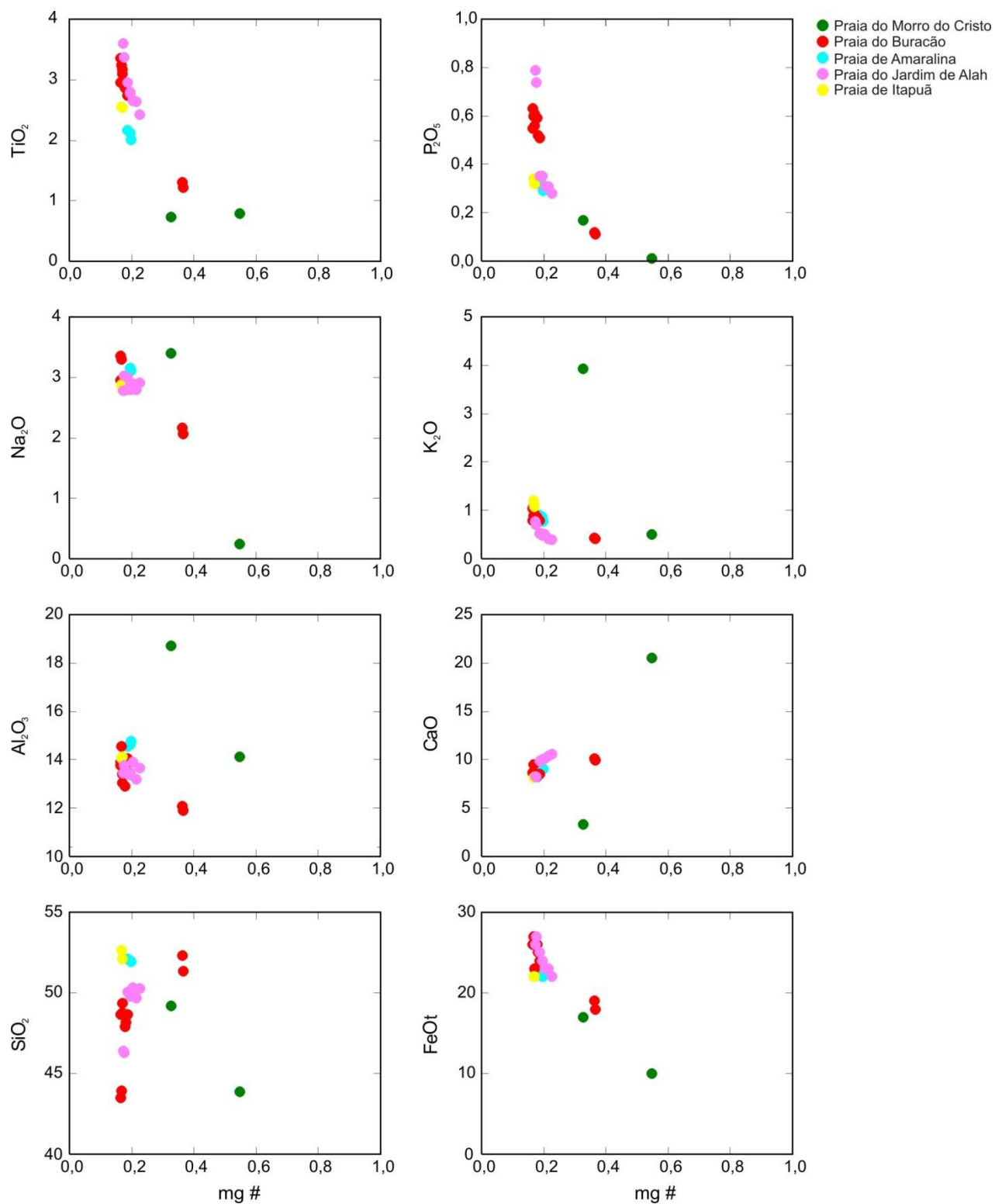


Figura 11. Diagramas de variação de mg# [MgO/(MgO+FeOt)] versus óxidos de elementos maiores (% peso) dos diques máficos da orla marítima de Salvador.

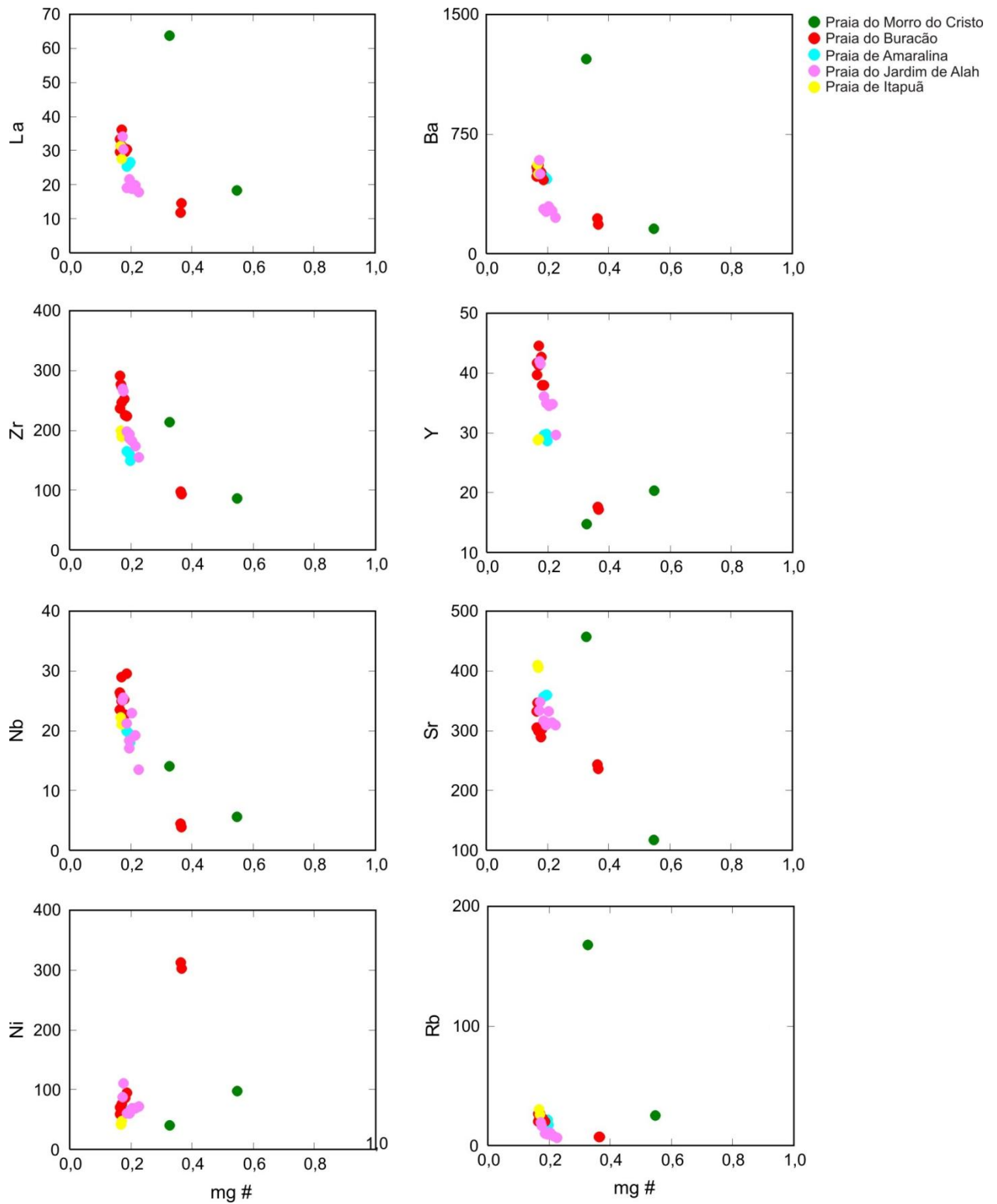
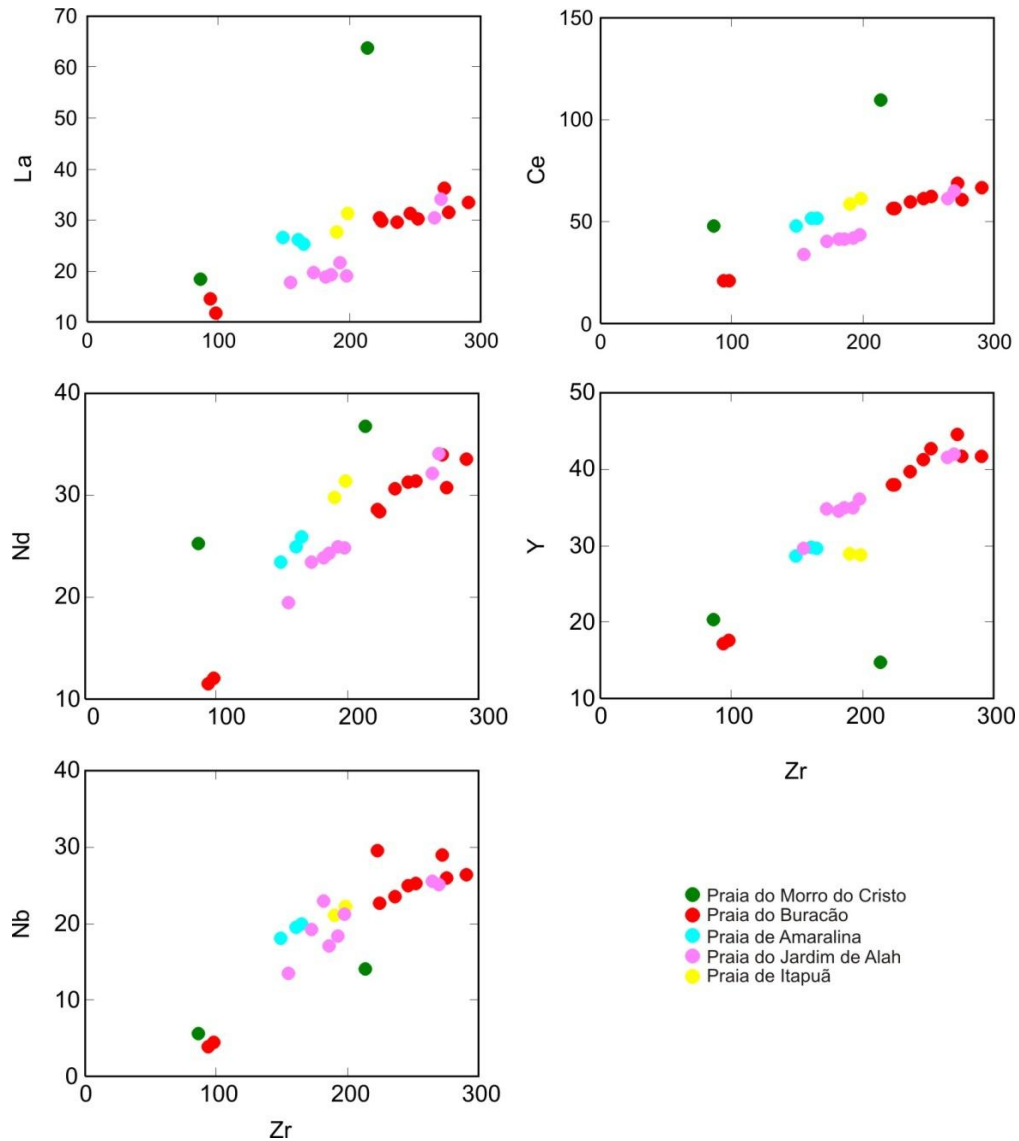


Figura 12. Diagramas de variação de mg# [MgO/(MgO+FeO)] versus óxidos de elementos traço (ppm) dos diques máficos da orla marítima de Salvador

Tabela 2. Intervalos das razões Zr/La, Zr/Ce, Zr/Nd, Zr/Y e Zr/Nb para os diques máficos da orla marítima de Salvador.

	Morro do Cristo (n=2)	Buracão (n=10)	Amaralina (n=3)	Jardim de Alah (n=8)	Itapuã (n=2)
Zr/La	3,35 - 4,67	6,44 - 8,76	5,62 - 6,50	7,89 - 10,42	6,3 - 6,86
Zr/Ce	1,79 - 1,95	3,93 - 4,64	3,10 - 3,20	4,16 - 4,60	3,24 - 3,25
Zr/Nd	3,40 - 5,82	7,71 - 8,96	6,34 - 6,44	7,39 - 8,23	6,34 - 6,38
Zr/Y	4,24 - 14,47	5,48 - 6,99	5,19 - 5,58	4,98 - 6,43	6,58 - 5,92
Zr/Nb	15,24 - 15,38	7,54 - 24,10	8,24 - 8,29	7,93 - 11,54	8,96 - 9,00

**Figura 13.** Diagramas de correlação Zr versus elementos incompatíveis (EI) dos diques máficos da orla marítima de Salvador.

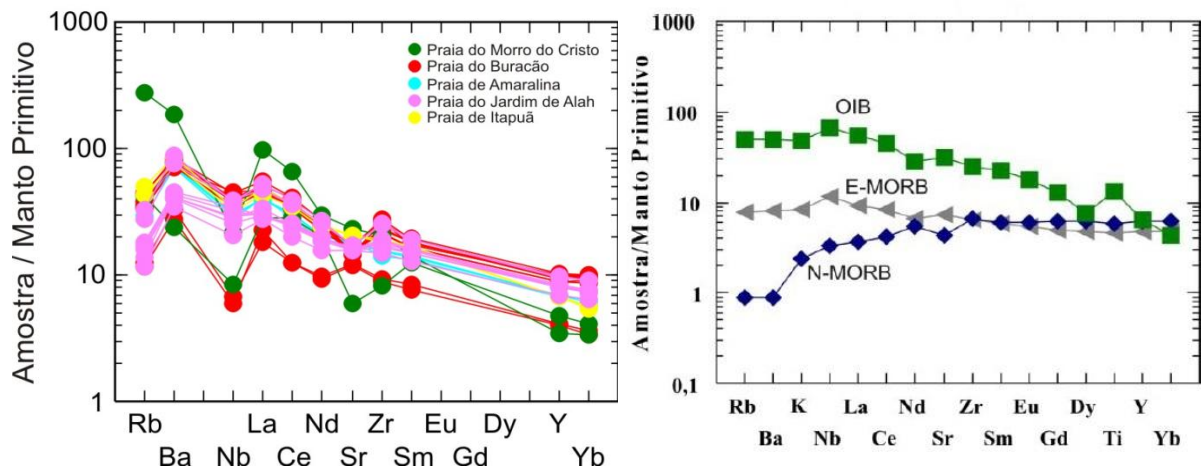


Figura 14. Diagrama de multielementos, normalizados para o manto primitivo, modificado de McDonough e Sun (1995) para os diques máficos da orla marítima de Salvador e os padrões N-MORB, E-MORB e OIB para efeito de comparação.

A figura 15 exibe os padrões de distribuição dos elementos terras-raras (ETR) para os diques máficos da orla marítima de Salvador, normalizados para o condrito (Sun e McDonough, 1989). Verifica-se, de um modo geral, que os padrões de distribuição dos ETR são semelhantes para diques máficos estudados, apresentando enriquecimento nos ETR leves e empobrecimento dos ETR pesados. Os padrões ocorrem aproximadamente paralelos entre si, o que sugere uma mesma fonte geradora para os diques máficos estudados. Através destes padrões observa-se, também, que os diques das praias de Morro do Cristo e Buracão são menos diferenciados em relação às demais localidades, apresentando maior mg#.

Comparando os padrões dos ETR dos diques máficos da região estudada com os padrões OIB, E-MORB e N-MORB, observa-se que os filões máficos apresentam comportamento entre OIB e E-MORB. Os padrões dos diques não exibem anomalias negativas de Eu, o que sugere uma evolução fracamente condicionada ao fracionamento do plagioclásio.

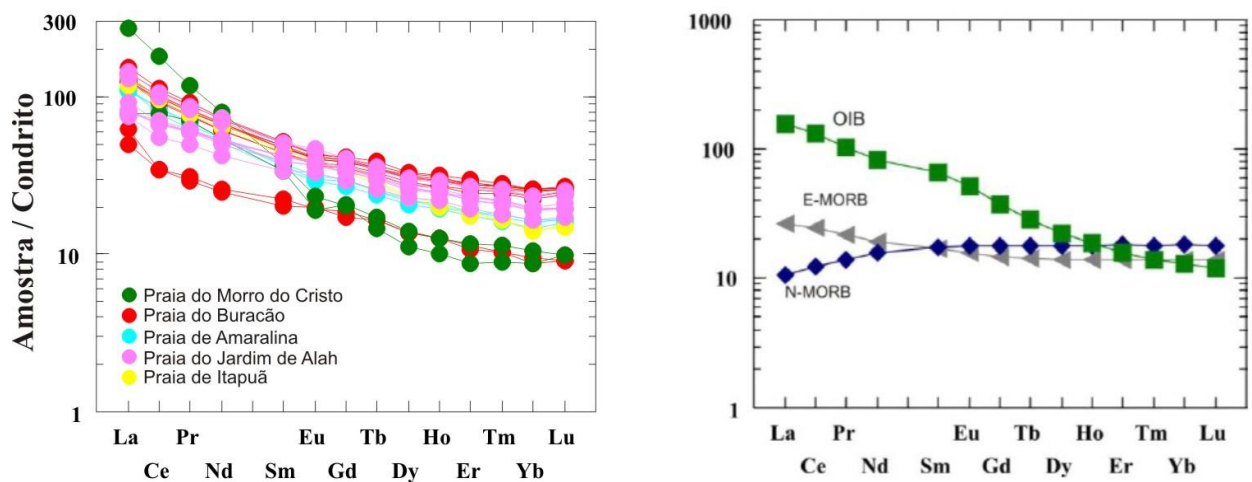


Figura 15. Diagrama de elementos terras raras, normalizados para o condrito (Sun e McDonough, 1989) para os diques máficos da orla marítima de Salvador e os padrões N-MORB, E-MORB e OIB para efeito de comparação.

O ambiente tectônico proposto para os diques máficos da orla marítima de Salvador, a partir da análise geoquímica de rocha total, foi definido de acordo com o diagrama ternário ($ZrTi/100xY^*3$) de Pearce e Cann (1973) (Figura 16), segundo o qual amostras representativas de todas as praias, exceto Morro do Cristo, plotam no campo dos basaltos intraplaca, reafirmando a ambiência constatada através da distribuição dos elementos LILE e HFSE (Figura 14).

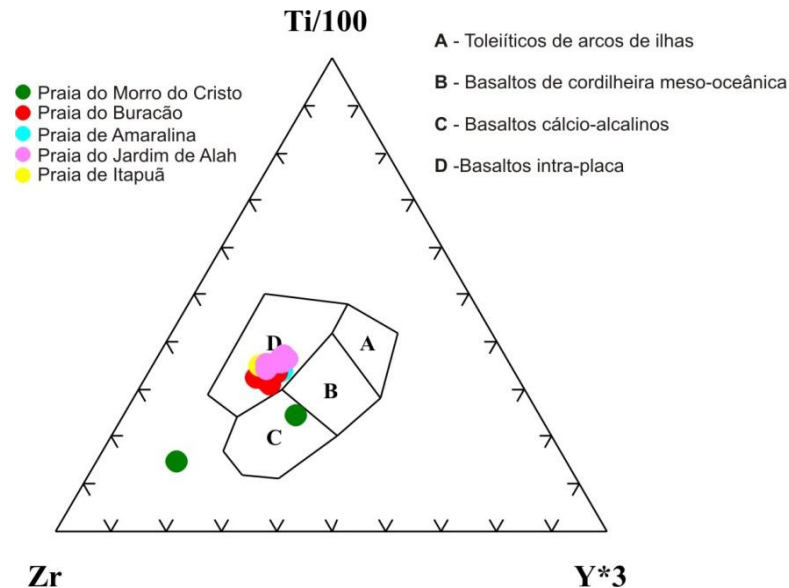


Figura 16. Diagrama discriminante $ZrTi/100xY^*3$ (Pearce e Cann, 1973) para os diques máficos da orla marítima de Salvador.

CONCLUSÕES

Os diques máficos da orla marítima de Salvador estão inseridos na parte sul do Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim, mais precisamente no domínio dos migmatitos e granulitos da Zona Salvador-Conde correspondente à parte leste do Cráton do São Francisco. Os diques máficos das cinco praias estudadas ocorrem, predominantemente, preenchendo fraturas distensivas na encaixante granulítica, com direções preferenciais NNW-SSE e subordinadamente E-W e espessuras variáveis entre 0,20 e 26 m. De acordo com sua variação textural e composição mineralógica, os diques apresentam texturas porfirítica, ofítica e subofítica. As relações texturais sugerem a seguinte ordem de cristalização: olivina, plagioclásio – augita – minerais opacos – alteração das fases primárias (plagioclásio – saussuritização, augita – clorita - hornblenda – uralitização - biotita e minerais opacos).

Composicionalmente são classificados como basaltos toleíticos. Dados geoquímicos dos elementos maiores e traço, incluindo elementos terras raras, sugerem que o magma gerador dos diques da região de estudo provém de uma única fonte mantélica, relativamente enriquecida, com uma diferenciação do tipo gabro (magma evoluído), em ambiência intraplaca.

REFERÊNCIAS

- Almeida, F. F. (1977). O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira Geociências*. vol. 4: p. 349-364.
- Alves, D. N. O. (2013). *Mapeamento geológico de detalhe e petrografia dos litotipos do Jardim de Alah, Salvador-Bahia*. Monografia (Geologia). 71p.

- Alves, S. S. (2017). *Granitoide de Itapuã: Evidência de magmatismo de natureza shoshonítica na porção sul do Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim*. Monografia (Geologia). Salvador: IGEO/UFBA.
- Arndt, N. T., Christensen, U. (1992). The role of lithospheric mantle in continental flood volcanism: thermal and geochemical constraints. *Journal of Geophysical Research*, 97(B7), 10967-10981.
- Barbosa, J. S. F., Sabaté, P. (2002). Geological features and the Paleoproterozoic collision of four Archaean Crustal segments of the São Francisco Craton, Bahia, Brazil. A synthesis. *Anais Acad. Bras. Ciências*, 74(2), 343-359.
- Barbosa, J. S. F., Sabaté, P. (2004). Archean and Paleoproterozoic crust of the São Francisco Craton, Bahia, Brazil: geodynamic features. *Precambrian Research*, 133, 1-27.
- Barbosa, J.S.F., Corrêa-Gomes, L. C.; Dominguez, J. M. L.; Cruz, S.A.S.; Souza, J. S. de. (2005). Petrografia e litogeoquímica das rochas da parte oeste do alto de Salvador, Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, 35(4), 9-22.
- Barbosa, J. S. F., Cruz, S. S. P.; Souza, J. S. de. (2012). Terrenos Metamórficos do Embasamento. In: Barbosa, J.S.F. (Coordenação Geral). *Geologia da Bahia. Pesquisa e Atualização*, 1, 101-201. Salvador.
- Brenan, J. M., Shaw, H. F., Phinney, D. L., Ryerson, F. J. (1994). Rutile-aqueous partitioning of Nb, Ta, Hf, Zr, U and Th: implications for high field strength element depletions in island-arc basalts. *Earth and Planetary Science Letters*, 128(3-4), 327-339.
- Corrêa da Costa, P. C., Girardi, V. A. V. (2004). Petrografia e química mineral dos diques máficos da região de Crixás- Goiás, Estado de Goiás. *Geologia USP (Série Científica)*, 4(2), 27-42.
- Corrêa da Costa, P. C., Girardi, V. A. V. (2005). Petrology, geochemistry and Sr-Nd isotopes of the Paleoproterozoic dikes from the Goiás-Crixás Archean Block, Goiás State, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 35(1), 135-150.
- Corrêa da Costa, P. C., Carneiro, M. A., Teixeira, W., Girardi, V. A. V., Nalini Júnior, H. A., Oliveira, A. H., Fernandes, R. A. (2006a). Estudo geoquímico e petrológico dos diques máficos da região de Candeias-Campo Belo-Santo Antônio do Amparo (MG), porção meridional do Cráton São Francisco. *Geologia USP (Série Científica)*, 5(2), 65-84.
- Corrêa da Costa, P. C., Girardi, V. A. V., Teixeira, W. (2006b). $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and Rb/Sr geochronology of the Goiás-Crixás dyke swarm. Central Brazil: constraints on the neoproterozoic tectonic boundary in South America and Nd-Sr signature of the subcontinental mantle. *International Geology Review*, 48, 547-560.
- Corrêa-Gomes, L. C.; Tanner de Oliveira, M. A. F.; Mota, A. C.; Cruz, M. J. M. (1996). *Província de Diques Máficos do Estado da Bahia. Mapa, estágio atual do conhecimento e evolução temporal*. Salvador: Superintendência de Geologia e Recursos Minerais – SGM/SICM.
- Corrêa-Gomes, L. C. (2000). *Evolução Dinâmica da Zona de Cisalhamento Neoproterozóica de Itabuna-Itaju do Colônia e do Magmatismo Fissural Alcalino Associado (SSE do Estado da Bahia, Brasil)*. Tese (Doutorado). Salvador: IGEO/UFBA.
- Cox, K. G., Bell, J., Punkhurst, R. J. (1979). *The interpretation of igneous rocks*. London: George Allen & Unwin Publishers.
- Cruz, L. A., Menezes Leal, A. B. (2012). Diques máficos da Província de Salvador no Estado da Bahia. *Congresso Brasileiro de Geologia 46*. Anais, p. 24. Santos: SBG.
- Cruz, L. A., Menezes Leal, A. B., Santos, M. C. P., Damasceno, G. C., Pinheiro, A. C. O., Varjão, L. M. P. (2011). Diques Máficos da Província de Salvador – BA. *XXIV Simpósio de Geologia do Nordeste*. Anais. p. 339. Aracaju: SBG.

- Cruz, L. A. (2013). *Aspectos de campo, Petrografia e Geoquímica preliminar dos Diques Máficos das Praias Jardim de Alah, Paciência e Ondina, Salvador-Ba.* Monografia (Geologia). IGEO/UFBA. pp. 1-73.
- D'Agrella-Filho, M. S., Pacca, I. I., Trindade, R. I., Teixeira, W., Raposo, M. I. B., e Onstott, T. C. (2004). Paleomagnetism and $40\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages of mafic dikes from Salvador (Brazil): new constraints on the São Francisco craton APW path between 1080 and 1010 Ma. *Precambrian Research*, 132(1), 55-77.
- Evans, D. A. D., Trindade, R. I. F., Catelani, E. L., D'Agrella-Filho, M. S., Heaman, L. M., Oliveira, E. P., e Salminen, J. M. (2016). Return to Rodinia? Moderate to high palaeolatitude of the São Francisco/Congo craton at 920 Ma. *Geological Society, London, Special Publications*, 424(1), 167-190.
- Fujimori, S. (1968). Granulitos e charnockitos de Salvador (Ba). *Anais Acad. Bras. Ciências*. 40: p. 181-202.
- Fujimori, S., Allard, G. O. (1966). Ocorrência de safirina em Salvador, Bahia. *Bol. Soc. Bras. Geol.*, 15:67-81.
- Girardi, V. A. V., Mazzuchelli, M., Molesini, M., Civetta, L., Petrini, R., Bossi, J., Campal, N., Teixeira, W., Correia, C. T. (1996). Petrology and geochemistry of the mafic dyke swarm of the Treinta Y Tres region, Northeast Uruguay. *Journal of South American Earth Sciences*, 9(3-4), 243-249.
- Girardi, V. A. V., Corrêa da Costa, P. C., Teixeira, W. (2012). Petrology and Sr-Nd characteristics of the Nova Lacerda dike swarm, SW Amazonian Craton: new insights regarding its subcontinental mantle source and Mesoproterozoic geodynamics. *International Geology Review*, 54(2), 165-182.
- Halls, H. C. (1982). The Importance and Potencial of Mafic Dyke Swarms in the Studies of Geodynamics Processes. *Geosc. Canada*, 9: 145-154.
- Halls, H. C., Fahrig, W. F. (1987). Mafic Dyke Swarms. *Geol. Assoc. Canada, Special Paper*. V. 34, 503pp.
- Hergt, J. M., Peate, D. W., Hawkesworth, C. J. (1991). The petrogenesis of Mesozoic Gondwana low-Ti flood basalts. *Earth and Planetary Science Letters*, 105(1-3), 134-148.
- Irvine, T. N. & Baragar, W. R. A. (1971). A guide to the chemical classification of common rocks. *Canadian Journal Earth Science*, 8. p. 523-548.
- Jacques, A. L., Green, D. H. (1979). Determination of liquid compositions in high-pressure melting of peridotite. *American Mineralogist*, 64:1312-1321.
- Kretz, R. 1983. Symbols of rock-forming mineral. *American Mineralogist*, 68, 277-279.
- Marcelino, R. da S. (2014). *Aspectos de campo, petrografia e geoquímica preliminar dos diques máficos das praias de Jardim de Alah, Paciência e Farol de Itapuã, Salvador – BA.* Monografia (Geologia) - UFBA/IGEO. 75 p.
- Mazzuchelli, M., Rivalenti, G., Piccirillo, E. M., Girardi, V. A. V., Civeta, L., Petrini, R. (1995). Petrology of the Proterozoic mafic dyke swarms of Uruguay and constraints on their mantle source composition. *Precambrian Research*, 74(3), 177-194.
- McDonough, W.F., Sun, S.–S. 1995. The composition of the Earth. *Chemical Geology*, 120: 223-253.
- Menezes Leal, A. B., Bellieni, G., Girardi, V. A. V., Bastos Leal, L. R., Teixeira, W., Piccirillo, E. M. (1995). Contribuição ao estudo petrológico e geoquímico dos enxames de diques máficos de Uauá. Bahia. *Geochim. Brasilienses*, 9, 61-90.
- Menezes Leal, A. B., Girardi, V. A. V., Bastos Leal, L. R. (2000). Petrologia e geoquímica do magmatismo básico da Suíte Básica Apoteri, Estado de Roraima, Brasil. *Geochimica Brasiliensis*, 14(1), 155-174.
- Menezes Leal, A. B., Girardi, V. A. V., Bastos Leal, L. R. (2006). Geologia, petrografia e geoquímica dos sills Cotingo e Pedra Preta, Estado de Roraima, Brasil. *Geochimica*

Brasiliensis, 20(3), 233-250.

Menezes Leal, A. B.; Corrêa-Gomes, L.C.; Guimarães, J.T. Diques Máficos. (2012). In: Barbosa, J.S.F. (Coordenação Geral). *Geologia da Bahia. Pesquisa e Atualização*. Salvador. V.2, pag. 199-231.

Moraes Brito, C. (1992). *Caracterização geológica, geoquímica e petrográfica dos diques máficos proterozóicos da região de Salvador, Bahia*. Dissertação (Mestrado). IG/USP. São Paulo.

Oliveira, T. L. de. (2010). Estudo petrográfico e mapeamento geológico dos litotipos do Morro do Cristo, Salvador-Bahia, Brasil, escala 1:500. Monografia (Geologia). Salvador. IGEO/UFBA.

Oliveira Júnior, T. R. (1990). *Geologia do extremo nordeste do Cráton do São Francisco, Bahia*. Dissertação (Mestrado). IGEO/UFBA., 126p.

Oliveira, E. M. de. (2014). *Petrografia, litogeoquímica e geocronologia das rochas granulíticas da parte norte do Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim, Bahia-Sergipe*. Tese (Doutorado). UFBA/IGEO, Salvador, 218 p.

Parker, A. J., Rickwood, P. C., Tucker, D. H. (eds). (1990). Mafic dykes and emplacement mechanisms. A.A. Balkema/ Rotterdam/ Brookfield. *Publ. 23, Inter. Geol. Correl. Prog., Project 257, 2nd Inter. Dyke Conf., Adelaide / South Austrália*, 506 p.

Pearce, J. A., Cann, J. R. (1973). Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace elements analyses. *Earth and planet Sci. Letters*, 19:290-300.

Rivalenti, G., Mazzuchelli, M., Girardi, V. A. V., Cavazzini, G., Finatti, C., Barbieri, M. A., Teixeira, W. (1998). Petrogenesis of the paleoproterozoic basalt-andesit-rhyolite dyke association in the Carajás region. *Amazonian Craton. Lithos*, 43(4), 235-265.

Silva, L. C.; Armstrong, R.; Noce, C. M.; Carneiro, M. A.; Pimentel, M.; Pedrosa Soares, A. C.; Leite, C. A.; Vieria, V. S.; Silva, M. A.; Paes, V. J. C.; Cardoso Filho, J. M. (2002). Reavaliação da Evolução Geológica em Terrenos Pré-Cambrianos Brasileiros com Base em Novos Dados U-Pb Shrimp, Parte I: Limite Centro-Oriental do Cráton São Francisco na Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, 32, n. 4., p. 501-512.

Souza, J. S. de. (2009). *Petrografia e litogeoquímica dos litotipos granulíticos ortoderivados da cidade de Salvador, Bahia*. Dissertação (Mestrado). IGEO/UFBA.. 60 p.

Souza, J. S. de, Barbosa, J. S. F., Corrêa-Gomes, L. C. (2010). Litogeoquímica dos granulitos ortoderivados da cidade de Salvador, Bahia. *Rev Bras Geoc* , v.40, p.339 – 354.

Souza, J. S. de e Barbosa, J. S. F. (2011). Os Litotipos da Cidade de Salvador, Bahia: Estágio Atual do Conhecimento. In: *13 Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos e VII International Symposium on Tectonics*. Campinas-SP.

Souza J. S. de. (2013). *Geologia, metamorfismo e geocronologia de litotipos de Salvador-Bahia*. Tese de Doutorado. IGEO-UFBA. Salvador. 137p.

Souza-Oliveira, J. S. D., Peucat, J. J., Barbosa, J. S. F., Correa-Gomes, L. C., Cruz, S. C. P., Leal, Â. B. M., & Paquette, J. L. (2014). Lithogeochemistry and geochronology of the subalkaline felsic plutonism that marks the end of the Paleoproterozoic orogeny in the Salvador-Esplanada belt, São Francisco craton (Salvador, state of Bahia, Brazil). *Brazilian journal of geology*, 44(2), 221-234.

Sun, S. S, McDonough, W. F. (1989). Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: SAUNDERS, A. D.; NORRY, M. J. (eds.). *Magmatism in ocean basins*. London: *Geol. Soc. Spec.* p. 315-345. v. 42.

Takahashi, E., Kushiro, I. (1983). Melting of a dry peridotite at high pressures and basalt magma genesis. *American Mineralogist*, 68(9-10), 859-879.

Tanner de Oliveira, M. A. F. (1989). *O Exame de Diques Máficos de Olivença: Aspectos Geoquímicos e Petrogenéticos*. 159 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geologia, IG, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

- Teixeira, W. R., Renne, P., Bossi, J., Campal, N., D'Agrella Filho, M. S. (1999). $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and Rb-Sr geochronology of the Uruguayan dike swarm, Rio de la Plata Craton and implications for proterozoic intraplate activity in western Gondwana. *Precambrian Research*, 93(2-3), 153-180.
- Trindade Netto, G.B, Corrêa da Costa, P.C., Girardi, V.A.V. (2016). Contribuição à geologia, petrografia e geoquímica dos diques máficos da porção centro-leste de Rondônia, sudoeste do Cráton Amazônico. *Geologia USP, Série Científica*, São Paulo, v. 16 (1): 3-21.
- Weaver, B. L. (1991). The origin of ocean island basalt end-member compositions: Trace element and isotopic constraints. *Earth and Planetary Science Letters*, 104:381-397.
- Weaver, B. L., Tarney, J. (1981). The Scourie dyke suite: petrogenesis and geochemical nature of the Proterozoic sub-continental mantle. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 78, 175-188.
- Whitney, D. L., Evans, B. W. (2010). Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, 95:185-187.

CAPÍTULO 3

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi apresentado o estudo dos aspectos de campo, petrográfico e geoquímico

dos diques máficos não metamórficos das seguintes praias: Morro do Cristo, Buracão, Amaralina, Jardim de Alah, e Itapuã. A partir do tratamento dos dados e respectivos resultados obtidos para uma maior compreensão do magmatismo máfico fissural na porção leste do Cráton do São Francisco, foi possível fazer as seguintes considerações:

1. Os diques máficos estudados pertencem a Província Litorânea e estão inseridos na parte sul do Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim, na parte leste do Cráton do São Francisco. Estes diques ocorrem, predominantemente, preenchendo fraturas distensivas na encaixante granulítica, principalmente, em direções NNW-SSE e E-W, são de cor preta, finos a afaníticos, tabulares, verticais com contatos retos, curvos a sinuosos com a encaixante e suas espessuras que podem variar de poucos centímetros a dezenas de metros.

2. O estudo petrográfico permitiu identificar, de modo geral, texturas porfiríticas com matriz afanítica até a matriz de granulometria fanerítica fina; texturas ofítica, subofítica e intergranular que, mineralogicamente, são compostas por plagioclásios (andesina e labradorita), clinopiroxênio (augita) e subordinadamente têm-se hornblenda, biotita, minerais opacos e apatita, além de feições de sericitização e uralitização.

3. Para a classificação e nomenclatura dos alvos de estudo, foram utilizados o diagrama ternário A ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$), F (FeOt), M (MgO) (Irvine e Baragar, 1971) e o diagrama binário álcalis *versus* sílica (Cox et al., 1979), os quais demonstraram respectivamente, que os diques máficos das praias estudadas apresentaram afinidade toleítica e; composição predominantemente basáltica, exceto a amostra (CRI -02) da Praia do Morro do Cristo, que plota no campo do mugearito (teores de álcalis de 5,33%) e e algumas, das Praias de Buracão e de Itapuã, com tendência para andesi-basalto.

4. Os dados geoquímicos dos elementos maiores e dos elementos traço *versus* mg# sugerem que, os magmas dos diques da região de estudo passaram por uma diferenciação tipo gabro, que pode ser caracterizada pelo fracionamento acentuado do clinopiroxênio e do plagioclásio. O teor de mg# $[\text{MgO}/(\text{MgO} + \text{FeOt})]$ varia de 0,15 – 0,55, tais valores são indicativos de líquidos basálticos evoluídos.

5. Diagramas binários de Zr versus EI exibem pouca variação, sugerindo apenas que uma fonte participou da gênese dos diques da região estudada.

6. Os diagramas multielementares de elementos incompatíveis, normalizados para o manto primitivo (McDonough e Sun, 1995), exibiram padrões com picos negativos de Nb (HSFE) e positivos de Sr, Ba, Ce e La (LILE), sendo essa distribuição geoquímica relacionada com intrusões máficas em ambientes intracratônicos ou de arcos continentais. Comparando os padrões geoquímicos dos diques máficos da região estudada com os padrões OIB, E-MORB e N-MORB, observa-se que os litotipos apresentam comportamento entre E-MORB e OIB, com maior tendência para OIB, ou seja, uma fonte mais enriquecida.

7. Os padrões de distribuição dos elementos terras-raras (ETR) para os diques máficos estudados, normalizados para o condrito (Sun e McDonough, 1989), são semelhantes para diques máficos da orla marítima de Salvador, apresentando enriquecimento nos ETR leves e empobrecimento dos ETR pesados. Os padrões ocorrem, aproximadamente, paralelos entre si, o que sugere uma mesma fonte geradora para os diques máficos estudados. Através destes padrões observa-se, também, que os diques das praias de Morro do Cristo e Buracão são menos diferenciados em relação às demais localidades, apresentando maior índice de diferenciação mg#. Comparando os padrões dos ETR dos diques máficos da região estudada com os padrões OIB, E-MORB e N-MORB, observa-se que os filões máficos apresentam comportamento entre OIB e E-MORB. Os padrões dos diques não exibem anomalias negativas de Eu, o que sugere uma evolução fracamente condicionada ao fracionamento do plagioclásio.

8. O diagrama discriminante $Zr/Ti/100 \times Y^3$ (Pearce e Cann, 1973) propôs para os diques máficos da orla marítima de Salvador, um ambiente tectônico de basaltos intraplaca, a partir da análise geoquímica de rocha total, segundo o qual amostras representativas de todas as praias, exceto Morro do Cristo, plotam no campo dos basaltos intraplaca, reafirmando a ambiência constatada através da distribuição dos elementos LILE e HFSE

9. É recomendável, a aplicação dos estudos de química mineral, no sentido de determinar as condições de temperatura e pressão que as rochas foram formadas e/ou reequilibradas.

10. E, por fim, é recomendada, ainda, a aplicação de estudos geocronológicos para determinar a idade de colocação, bem como a caracterização petrogenética (estudos da fonte), utilizando isótopos Sr-Nd-Pb.