



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

WOLLKER CUNHA SOARES

GEOLOGIA DE UMA ÁREA A NW DO MUNICÍPIO DE BANABUIÚ – CE

FORTALEZA

2013

WOLLKER CUNHA SOARES

GEOLOGIA DE UMA ÁREA A NW DO MUNICÍPIO DE BANABUIÚ – CE

Monografia apresentada ao curso de Geologia do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. José de Araújo Nogueira Neto

Coorientadora: Ms. Martha Noélia Lima

FORTALEZA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S657g Soares, Wollker Cunha.
Geologia de uma área a NW do município de Banabuiú — CE / Wollker Cunha Soares. – 2013.
87 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,
Curso de Geologia, Fortaleza, 2013.
Orientação: Prof. Dr. José de Araújo Nogueira Neto.
Coorientação: Profa. Ma. Martha Noélia Lima.
1. Mapeamento. 2. Granito Banabuiú. 3. Pegmatitos. I. Título.

CDD 551

WOLLKER CUNHA SOARES

GEOLOGIA DE UMA ÁREA A NW DO MUNICÍPIO DE BANABUIÚ – CE

Monografia apresentada ao curso de Geologia do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. José de Araújo Nogueira Neto
Coorientadora: Ms. Martha Noélia Lima

Aprovado em: 13/03/2013

Prof. Dr. José de Araújo Nogueira Neto (Orientador)
Universidade Federal do Ceará - UFC

BANCA EXAMINADORA

Profª. Ms. Tereza Falcão de Oliveira Neri
Universidade Federal do Ceará - UFC

Ms. Igor Magalhães Clemente
Universidade Federal do Ceará - UFC

Ms. Gloria Maria Silva Hamelak
Universidade Federal do Ceará - UFC

Dedico a Deus, meus pais, Faustino e Socorro, minha esposa, Kaityanne e a todos os meus familiares e amigos.

AGRADECIMENTOS

Registro aqui meus agradecimentos a todos aqueles que me ajudaram e incentivaram não só durante a confecção deste trabalho, mas nos meus cinco anos de curso.

Primeiramente a Deus, que me proporcionou força e sabedoria para completar esses cinco anos de curso. Aos meus pais, Antônio Faustino Soares e Maria Socorro Cunha, por me apoiar incondicionalmente durante esse longo período, por compreenderem todas as minhas ausências, por entenderem que essa escolha requer tempo e por se orgulharem dessa decisão. À minha esposa, Kaityanne de Oliveira Mesquita, pelo apoio, dedicação, carinho, cuidados, compreensão, atenção, sem a qual não teria conseguido chegar até aqui. Aos meus avôs, tios, primos e agregados por toda torcida, bênção e incentivo, que me deram durante essa longa caminhada.

Ao Prof. Dr. José de Araújo Nogueira Neto e Ma Martha Noélia Lima, orientador e coorientadora, respectivamente, pelos ensinamentos, pelas dúvidas solucionadas e criadas, pelos finais de semana em campo e no laboratório. A CNPq, pela bolsa de iniciação científica.

Aos meus amigos que começaram essa caminhada junto a mim, Evilarde, Helder, Áquila e Pedro Ângelo, e ainda Agnaldo, Joel, Diones, Fred, Erico, Marcus Paulo, Glória, Flávio, Jesus, pela amizade, companheirismo, compreensão, ajudas prestadas risadas, discussões, geológicas ou não, pela companhia em sala de aula, laboratório, campo ou ônibus, enfim a todos os bons e maus momentos que compartilhamos. Aprendi muito com todos vocês e sou grato por tê-los conhecidos.

Aos meus professores, Davi, Neivaldo, José Airton, Zeca, Christiano, Tereza, Afonso, Wellington, Felipe, Daniel, Cajaty, Otaciel, Beltrão, Cynthia, Clóvis, César Ulisses, Sônia, Irani, Itabaraci, César Martineli, Wagner, Michael, Mariano, por compartilharem seus conhecimentos e experiência, tornando o entendimento da complexa geologia possível.

A todas as pessoas que não citei e que de alguma forma contribuíram ou me ajudaram durante todo esse tempo na Geologia. Muito Obrigado!

“... Agente fica aqui andando no campo, medindo estruturas, datando as rochas... pra tentar descobrir como aconteceu... Mas quando a gente se encontrar com aquele lá de cima, aí sim ele vai dizer como fez as coisas...”.

(MICHEL HENRI ARTHAUD)

RESUMO

O trabalho em apreço resulta de um mapeamento geológico na escala de 1:25.000, em uma área com aproximadamente 24km², localizada no município de Banabuiú, sertão central do Estado do Ceará. Tal área encontra-se inserida no Domínio Ceará Central, dentro da Província Borborema. As principais unidades litoestratigráficas identificadas durante o mapeamento, da base para o topo, são: Embasamento Gnáissico (Unidade Acopiara); Granito; Pegmatitos e Coberturas Colúvio-Aluvionares. O Embasamento gnáissico denominados de Complexo Acopiara está localizado na porção noroeste e nordeste da área. Rochas calcissilicáticas estão presentes na forma de lentes. O granito é a litologia mais abundante na região e exibe uma coloração leucocrática, característica. Os pegmatitos são encontrados cortando todo o embasamento e as intrusões graníticas. A cobertura colúvio-aluvionar apresenta, na maioria das vezes, coloração clara branca, proveniente do granito da região. Durante o mapeamento foram colhidas medidas estruturais de juntas existentes por toda a área sendo possível observar as suas direções preferenciais para NW-SE e NE-SW, observado em um gráfico estereograma. A petrografia mostra uma melhor definição acerca da composição dos litotipos: Gnaiss formado por quartzo, feldspato potássio, plagiocásio, biotita, muscovita, granada e opacos, da calcissilicática, formada por plagioclásio, diopisídio, quartzo, epidoto, titanita, e do granito formado por quartzo, feldspato potássico, plagioclásio, biotita, muscovita, granada, zircão, apatita e opacos. Sendo assim possível a determinação de condições do fácies anfibolito para o metamorfismo do gnaiss e da calcissilicática. Por fim, com os dados adquiridos, além da bibliografia existente, foi possível confeccionar uma possível evolução geológica da região, onde os gnaisses foram submetidas à fusão parcial dando origem aos migmatitos, que evoluíram para formar por meio de anatexia, os granitos tipo S, onde todos esses litotipos são recortados por pegmatitos oriundos de intrusões tardias. Esta evolução pode ser representada em um desenho esquemático.

Palavras chaves: Mapeamento, Granito Banabuiú, Pegmatitos.

ABSTRACT

The present work is result of a geologic mapping in the scale of 1:25.000, in an area of approximately 24 km², located in the municipality of Banabuiú, central hinterland of Ceará. The area is inserted in the Central Ceará Domain, inside the Borborema Province. The main lithostratigraphic units identified during the mapping, from base to top, are: gneissic basement (Acopiara Unit); Granites; pegmatites and colluvium covers-Alluvial. The gneissic basement named of Acopiara Complex is located in the portion northwest and northeast of the area. Calcissilicáticas Rocks are presents in the lenses form. Granite is the most abundant lithology in the region and display a characteristic staining leucocratic. The pegmatites are found cutting basement and the granite intrusion. The cover colluvium-alluvium present, in the most case, white coloration, from granite region. During mapping measurements were taken structural joints throughout the area being possible to observe their preferential directions to NW-SE and NE-SW observed on chart stereogram. The petrography shows better definition of these rock types: Gneiss consisting of quartz, feldspar potassium, plagiocásio, biotite, muscovite, garnet and opaque, the calcissilicática, composed of plagioclase, diopisídio, quartz, epidote, titanite, and granite composed of quartz, K-feldspar, plagioclase, biotite, muscovite, garnet , zircon, apatite and opaque, it is possible to determine conditions of metamorphism of amphibolite facies in gneiss and in calcissilicáticas. Finally, with data acquired, beyond the existing bibliography, it was possible to make a possible geological evolution of the region where gneisses underwent partial melting giving rise to migmatites that evolved to form by anatexis, S-type granites, where all these rock types are cut by pegmatite intrusion from late. This evolution can be represented in a schematic drawing.

Keywords: Mapping, Granite Banabuiú, pegmatites.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 -	Localização da área de estudo.....	15
Figura 1.2 -	a) GPS Garmim Etrex a esquerda e Bussola Bruton a direita, da foto. b) Microscópio petrográfico Olympus BX 41. Fonte: Arquivo pessoal.....	17
Figura 2.1 -	Vegetação predominante na área, Caatinga.....	20
Figura 2.2 -	Localização da sub-bacia de Banabuiú (INESP, 2009).....	21
Figura 2.3 -	Contexto geomorfológico do município, mostrando inselbergs de corpos graníticos contrastando com a superfície de aplainamento (a), e relevo em cristas suportado pelos quartzitos da Faixa Orós (b).....	22
Figura 3.1 -	A Província Borborema no NE do Brasil (Schobbenhaus & Campos 1984). Área de pesquisa em vermelho.....	25
Figura 3.2 -	Compartimentação estrutural da Província Borborema segundo Bizzi et al, 2003. Área de pesquisa em vermelho.....	26
Figura 3.3 -	Porção setentrional da Província Borborema e dos arredores do lineamento Patos. LTB = Lineamento Transbrasíliano; ZCSP = Zona de Cisalhamento Senador Ponpeu; ZCPa = Zona de Cisalhamento Patos; CC = Complexo Cruzeta; MSJC = Maciço São José Campestre; CG = Complexo Granjeiro (modificado de Van Schmus <i>et al.</i> , 1995, por Amaral, 2010).....	27
Figura 4.1 -	Gnaisse exibindo o seu bandamento característico. Coordenadas UTM: 0498247mE / 9416736mN.....	35
Figura 4.2 -	a) Enclave de gnaisse em forma de bloco contido no granito. Coordenadas UTM: 0498709E / 9417784N. b) Enclave de gnaisse orientado para nordeste dentro de um Pegmatito. Coordenadas UTM: 0497526mE / 9415822mN.....	36
Figura 4.3 -	a) Granito Banabuiú com sua mineralogia característica: quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, muscovita, biotia e granada(em	

	destaque). b) Aglomerado de biotita contido no granito Banabuiú com a presença de granadas (em destaque). Coordenadas UTM: 0500000mE / 9416494mN.....	38
Figura 4.4 -	a) Granito sendo cortado por um pegmatito que se distribui em outros menores em várias direções. Coordenadas UTM: 0499428mE / 9416186mN. b) Pegmatito cortando o granito em direção norte-sul ou NE-SW com um menor bifurcando para a direção NW-SE. Coordenadas UTM: 0496126mE / 9415594mN.....	39
Figura 4.5:	a) Pegmatito apresentando quantidade significativa de muscovita, possuindo enclaves de gnaiss. Coordenadas UTM: 0497555m E / 9417245m N. b) Grãos de granadas em uma porção granítica no pegmatito. Coordenadas UTM: 0497526m E / 9415822m N.....	40
Figura 4.6:	Corpo pegmatítico intrudindo no gnaiss de forma discordante. Na foto o rapaz à esquerda está no gnaiss e o rapaz à direita no pegmatito. Coordenadas UTM: 0498247m E / 9416736m N.....	41
Figura 4.7:	Porções colúvio - aluvionares. a) Areia quartzosa na cor branca. Coordenadas UTM: 0500849m E / 9416412m N. b) Seixos com níveis arredondados por vezes angulosos. Coordenadas UTM: 0501038m E / 9417666m N.....	42
Figura 5.1:	Fotomicrografia com nicol cruzado. Intercrescimento de plagioclásio no quartzo.....	46
Figura 5.2:	Feldspatopotássico com recristalização de quartzo no seu interior. Fotomicrografia com nicóis cruzados.....	47
Figura 5.3:	Fotomicrografia com plagioclásio demonstrando sua germinação albita.....	48
Figura 5.4:	Fotomicrografia da granada bem arredondada em meio a biotitas e muscovitas. a) com nicóis cruzados. b) a luz natural.....	48
Figura 5,5:	a) imagem de um porfiroblato de Diopsidio com presença de Epidoto e Plagioclásio na matriz. b) Titanita medindo pouco mais de 2 mm.....	50
Figura 5.6:	Imagem da calcissilicática com nicóis cruzados. Presença de epidoto, diopsidio, plagioclásio e zircão.....	51

Figura 5.7:	Feldspatos observados com luz ortoscópica. a) Feldspato com recristalização de grãos de quartzo. b) Quartzo com intercrescimento de plagiocásio.....	52
Figura 5.8:	a) Fotomicrografia com luz ortoscópica de plagioclásio com inclusões de quartzo b) Ortoclásio, plagioclásio e microclina com intrusões de quartzo.	53
Figura 5.9:	a) Fotomicrografia com luz ortoscópica de biotita e muscovita, com presença de zircão e quartzo. b) Fotomicrografia a luz natural polarizada na-mesma posição da vista ao lado.....	54
Figura 5.10:	Diagrama QAP com a classificação do Granito Banabuiú posicionado no campo Monzogranito.....	55
Figura 6.1:	No detalhe a foliação caracterizada pela orientação dos minerais no granito. Coordenadas UTM: 0499836mE / 9418510mN.....	57
Figura 6.2:	Foliação representada pelo bandamento composicional do gnaisse. Coordenadas UTM: 0498247mE / 9416736mN.....	58
Figura 6.3:	Gráficos de estereograma demonstrando os planos de foliação à esquerda, os polos no centro e os contornos dos polos à esquerda.....	59
Figura 6.4:	Dobras com plano axial paralelo ao plano de foliação, com uma melhor visualização no desenho esquemático abaixo, demonstrando os planos Sn e Sn-1 em vermelho. Coordenadas UTM: 0498247mE / 9416736mN.....	60
Figura 6.5:	Dobras intrafoliais assimétricas com a direção do esforço evidente, pelas setas vermelhas. Coordenadas UTM: 0500776mE / 9417612mN.....	61
Figura 6.6:	Dobras intrafoliais de um migmatito contido no granito. Coordenadas UTM: 0500610mE / 9417590mN.....	61
Figura 6.7:	Fratura preenchida por pegmatito com direção para o Norte. Coordenadas UTM: 0499609mE / 9416574mN.....	62
Figura 6.8:	Fraturas preenchidas por pegmatitos em duas direções para NE-SW e para NW-SE. Coordenadas UTM: 0496850mE / 9418554mN.....	63
Figura 6.9:	Estereograma demonstrando os dados das fraturas. À esquerda pode	

ser observada a densidade dos polos de fraturas em vermelho. À direita diagrama de roseta onde pode ser observada a direção preferencial das fraturas decorrentes na área..... 63

Figura 6.10: Diaclases sistemáticas presentes no granito. Coordenadas UTM: 04997402mE / 9417232mN..... 64

Figura 6.11: Diaclases não sistemáticas presentes no granito. Coordenadas UTM: 049686mE / 9417808mN..... 64

Figura 6.12: Argilas que preenchem as diaclases no granito, decorrentes da dissolução dos feldspatos, devido a percolação de água nas fraturas. Coordenadas UTM: 0499445mE / 9416578mN..... 65

Figura 8.1: Desenho esquemático ilustrando a evolução geológica da área..... 72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela com as coordenadas dos vértices do polígono que delimita a área.....	14
Tabela 2 - Coluna litoestratigráfica da área estudada.....	44

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....	12
1.1) APRESENTAÇÃO.....	13
1.2) OBJETIVOS.....	13
1.3) LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO.....	14
1.4) MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
1.5.1) Etapa Pré-Campo.....	16
1.5.2) Etapa de Campo.....	16
1.5.3) Etapa Pós-Campo.....	17
CAPÍTULO II – ASPECTOS FISIAGRÁFICOS.....	18
2.1) CLIMA.....	19
2.2) VEGETAÇÃO.....	19
2.3) SOLO.....	20
2.4) HIDROGRAFIA.....	21
2.5) GEOMORFOLOGIA.....	22
2.6) ASPECTO SÓCIO ECONÔMICO.....	22
CAPÍTULO III – GEOLOGIA REGIONAL.....	24
3.1) PROVÍNCIA BORBOREMA.....	25
3.2) DOMÍNIO CEARÁ CENTRAL (DCC).....	27
3.2.1- Arqueano.....	28
3.2.2- Paleoproterozóico.....	28
3.2.2.1- Terrenos TTGs.....	28
3.2.2.2- Terrenos Gnaiss – migmatítico.....	29
3.2.3- Meso – Neoproterozóico.....	30
3.2.4- Granitóides Brasileiros.....	30
3.2.5- Paleozoico.....	32
3.2.5.1- Pegmatitos.....	32
3.2.6- Cenozoico.....	32

CAPÍTULO IV – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS MAPEADAS....	33
4.1) CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	34
4.2) EMBASAMENTO GNAISSICO-MIGMATÍTICO.....	34
4.3) CALCISSILICÁTICA.....	37
4.4) GRANITO.....	37
4.5) PEGMATITOS.....	40
4.6) COBERTURA COLÚVIO – ALUVIONAR.....	42
CAPÍTULO V – PETROGRAFIA.....	45
5.1) BIOTITA GNAISSE.....	46
5.2) CALCISSILICÁTICA.....	49
5.3) GRANITO BANABUIÚ.....	52
CAPÍTULO VI – GEOLOGIA ESTRUTURAL.....	56
6.1) FEIÇÕES DÚCTEIS.....	57
6.1.1 – Bandamento Gnáissico e Foliação Milonítica.....	57
6.2) Dobras.....	59
6.3) FEIÇÕES RÚPTEIS.....	62
6.2.1 – Juntas e Diaclases.....	62
CAPÍTULO VII – METAMORFISMO.....	66
7.1) EMBASAMENTO GNAISSICO MIGMATÍTICO.....	67
7.1.1 – Biotita Gnaisse.....	67
7.1.2 – Calcissilicática.....	68
CAPÍTULO VIII – EVOLUÇÃO GEOLÓGICA.....	70
CAPÍTULO IX – CONCLUSÕES.....	74
CAPÍTULO X – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
ANEXO I – MAPA GEOLÓGICO.....	82

ANEXO I - MAPA DE PONTOS.....	83
-------------------------------	----

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

O trabalho ora apresentado constitui parte dos requisitos necessários para conclusão do curso de Geologia, cumprindo com as exigências da disciplina curricular obrigatória “Relatório de Graduação”, ofertada pelo Departamento de Geologia (DEGEO), da Universidade Federal do Ceará (UFC). O desenvolvimento deste estudo foi realizado mediante a orientação do Prof. Dr. José de Araújo Nogueira Neto e Ms. Martha Noélia Lima.

Neste texto estão sumarizadas as principais atividades desenvolvidas, os resultados obtidos, materiais e métodos, conclusões e dois anexos onde constam os mapas de pontos e geológico da área estudada.

O desenvolvimento deste relatório contou com o subsídio da Universidade Federal do Ceará (UFC), a qual disponibilizou ajuda de custo, para o deslocamento, material de campo e confecção de lâminas delgadas para descrições petrográfica. Além da bolsa de iniciação científica, oferecida pela CNPq.

1.2 OBJETIVOS

Esta monografia tem como finalidade a execução de um mapeamento geológico na escala de 1:25.000, em uma área de 24 km², situada no município de Banabuiú – CE. O estudo consiste em identificar e diferenciar os principais tipos litológicos e suas respectivas relações de contatos, caracterizando-os em unidades litoestratigráficas, bem como reconhecer as principais estruturas tectônicas, definindo assim uma evolução geológica para a região.

1.3 LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

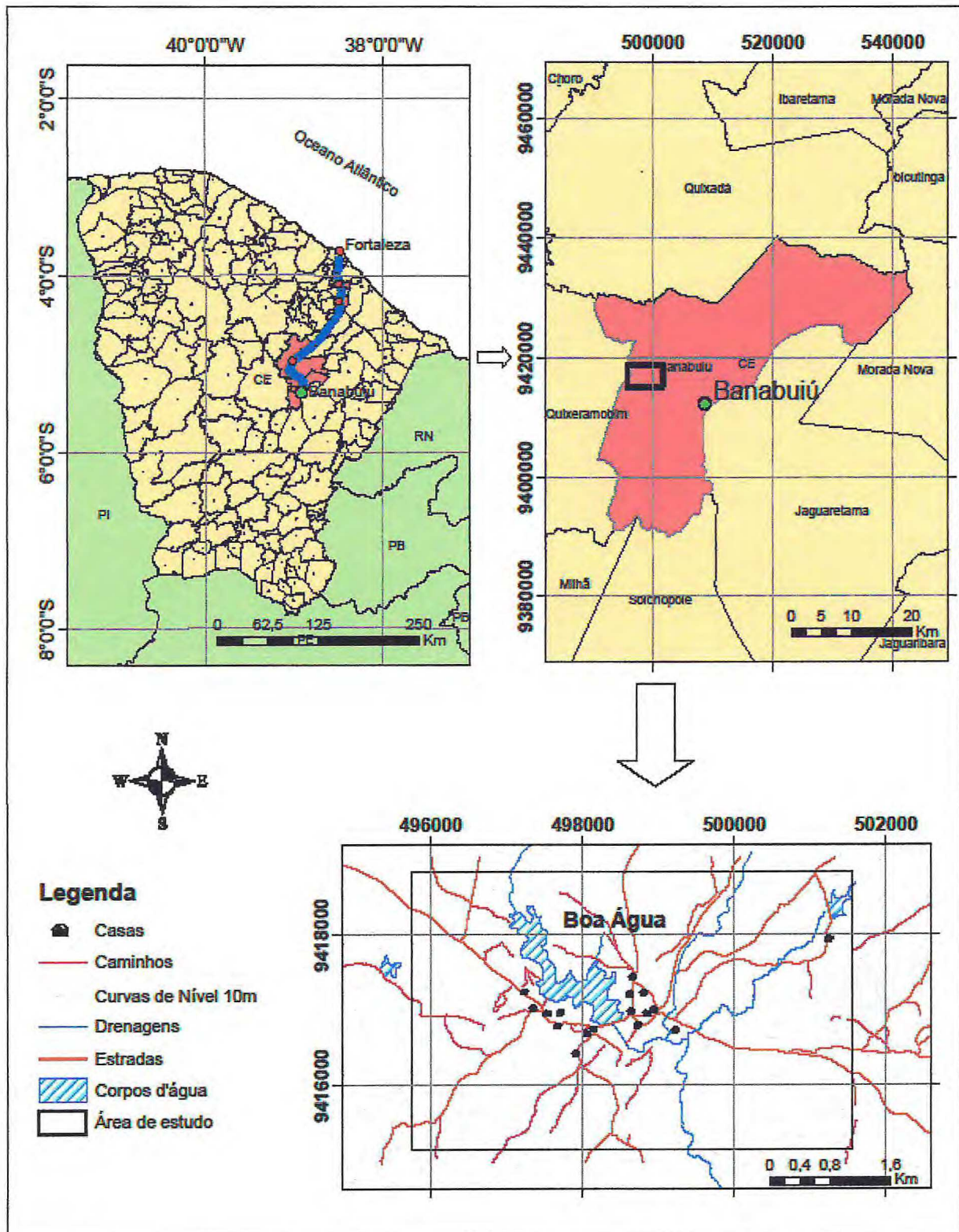
A área de estudo está inserida a NW do município de Banabuiú (Figura 1.2), localizada na porção central do estado do Ceará, na micro região de Quixeramobim. Possui 24km² e está disposta a noroeste da cidade de Banabuiú, com coordenadas dispostas na Tabela 1.

Tabela 1: Tabela com as coordenadas dos vértices do polígono que delimita a área.

Vértice	Coordenadas	
	X (m)	Y (m)
Superior esquerdo	0495753	9418824
Inferior direito	0501555	9415157

O município de Banabuiú encontra-se a 219 km de Fortaleza e o seu acesso vindo da Capital, é realizado pela rodovia BR-116, passando pelo município de Horizonte até a localidade triângulo do Quixadá, pegando a CE-013 até chegar ao município de Quixadá, seguindo pela a CE-021 até as proximidades do quilometro 11 no entroncamento com a CE-113, que dá acesso ao município de Banabuiú (Figura 1.1).

Figura 1.1: Localização da área de estudo.



1.4.1 MATERIAIS E MÉTODOS

Visando o alcance do objetivo proposto nesta pesquisa, o desenvolvimento do trabalho foi dividido em três etapas distintas, a saber:

1.4.2 ETAPA PRÉ-CAMPO

Esta fase de trabalho compreendeu consulta bibliográfica sobre a área pesquisada e o tema abordado. Foram utilizados para consulta artigos, dissertações, teses e monografias de graduação desenvolvidas na região. Como base cartográfica, foi utilizada a Folha Banabuiú (SB.24-X-C-I), da Sudene, assim como imagens SRTM (Folha SB-24-X-C - EMBRAPA) e mapas geológicos. Através do Software Envi 4.8 foram confeccionadas várias composições RGB do local de estudo, visando encontrar possíveis anomalias e estruturas a serem analisadas na etapa seguinte. Com a ajuda do Software ArcGIS 9.3 foi confeccionado o mapa base preliminar na escala de 1:25.000, tendo como auxílio imagens do Google Earth e imagens de satélites LandSat – 7.

1.4.2 ETAPA DE CAMPO

Esta etapa foi efetivada durante 45 dias, assim em caminhamentos em perfis geológicos transversais à orientação estrutural preferencial. Para a localização e posicionamento global dos afloramentos foi utilizado um GPS (Garmim Etrex) (Figura 1.3a), usando-se o Datum WGS-84, fuso 24S. Para realização de medidas estruturais e orientação de elementos como contatos, foliações, lineações e fraturas foi utilizada bússola (BRUTON) (Figura 1.3a). Nesta fase, foram descritas as características macroscópicas das rochas, tentando individualizar suas relações de contato, mineralogia, texturas e estruturas. Também se realizaram coletas de amostras para análises petrográficas.

1.4.3 ETAPA PÓS-CAMPO

Nesta etapa ocorreu a compilação das observações feitas em campo e confecção de lâminas delgadas das amostras coletadas, no Laboratório de Laminação e Preparação de Amostras do Departamento de Geologia (DEGEO) da Universidade Federal do Ceará – UFC. De posse das seções delgadas seguiram os estudos petrográficos com auxílio de microscópio petrográfico (Olympus BX 41) (Figura 1.3b). Nesta mesma fase também foram tratados os dados estruturais, informações litoestratigráficas, preparação do mapa de pontos e geológico. Os dados estruturais foram processados no Software Open Stereo, e os mapas confeccionados no Software ArcGIS 9.3.

Por fim, seguiu-se a interpretação dos dados adquiridos nas etapas anteriores e elaboração do relatório final.

Figura 1.2: a) GPS Garmim Etrex a esquerda e Bussola Bruton a direita, da foto. b) Microscópio petrográfico Olympus BX 41.



CAPÍTULO II – ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

Situada no centro-leste do Ceará, o Município de Banabuiú é limitado pelos municípios de Quixadá ao Norte, Milhã, Solonópole a Sul, Jaguaratama e Morada Nova a Leste, além de Quixeramobim a Oeste. Possui 1.079,99 km² e está acima do nível do mar 100m (IBGE/IPECE, 2011).

2.1 CLIMA

O clima da região é tropical quente semiárido, tendo duas estações distintas, uma correspondendo a um período de maior precipitação pluviométrica, também chamado de período chuvoso, correspondente aos meses de fevereiro a abril, com pluviosidade média de 815,4mm por ano. O outro período engloba o restante do ano, correspondendo ao período de seca, caracterizado pela escassez de chuvas. Possui temperaturas que variam de 26°C a 28°C (IBGE/IPECE, 2011).

2.2 VEGETAÇÃO

A cobertura vegetal é formada basicamente pela caatinga. Dividida em arbustiva e densa. A vegetação predominante é a caatinga arbustiva aberta com transições de caatinga arbustiva densa e floresta mista Dicotillo-Palmácea (IBGE/IPECE, 2011). A caatinga é uma vegetação típica do nosso nordeste brasileiro de clima semiárido e é a mais representativa na área (Figura 2.1).

Figura 2.1: Vegetação predominante na área, Caatinga.



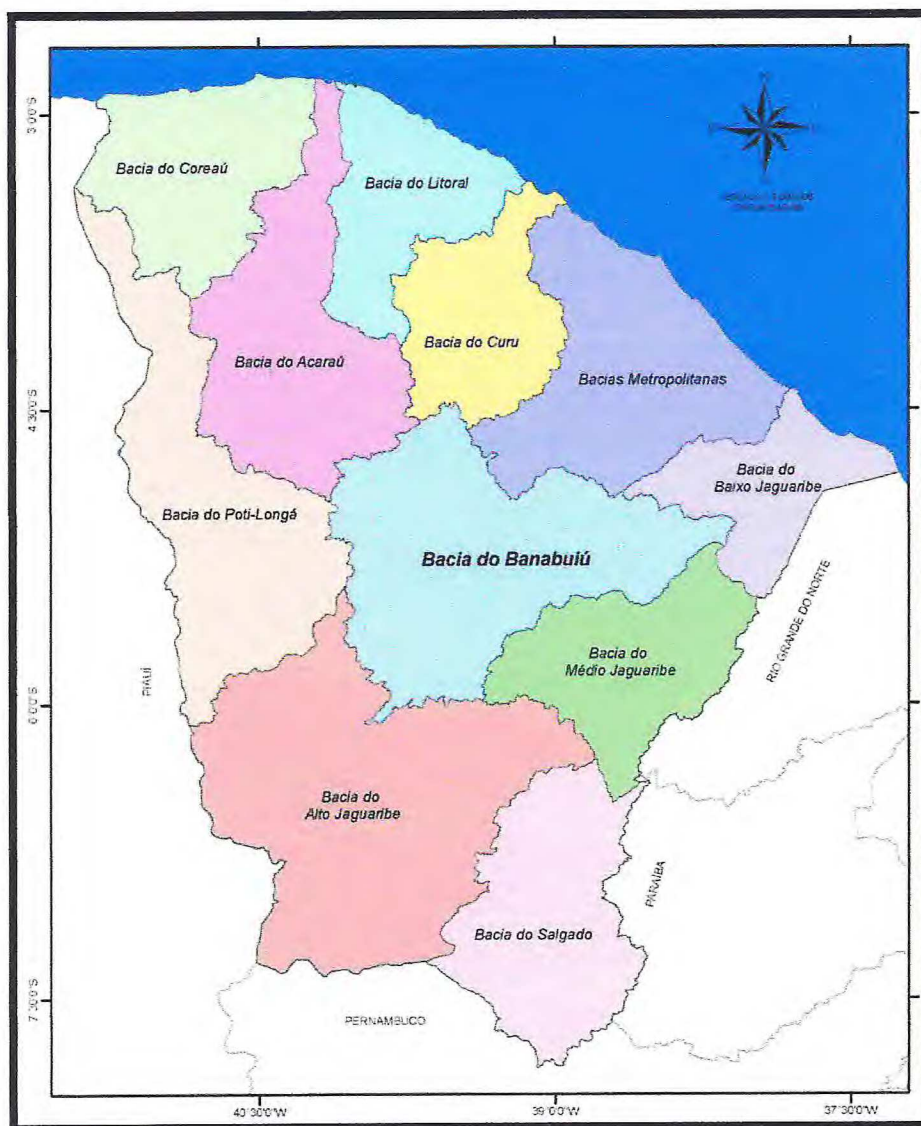
2.3 SOLO

Os solos da região são compostos por solos aluviais, litólicos e planossolos (IBGE/IPECE, 2011). Os solos aluviais são solos formados por sedimentos transportados pelas águas dos rios ou pelos ventos, como os solos de áreas ribeirinhas. Os solos litológicos são solos pouco desenvolvidos, geralmente rasos, subdivididos em horizontes A, C e R, mostrando certa resistência quanto a utilização para fins agrícolas por ser um solo pedregoso, deficiente em água e de pouca espessura. Os Planossolos, ao contrário dos Litólicos, apresentam um horizonte B textural, são de profundidade moderada e possuem boas condições de fertilidade, entretanto as condições climáticas prejudicam a agricultura. Os solos da área são em sua maioria oriundos de granitos ou de materiais coluviais mobilizados a partir dos litotípos do embasamento cristalino.

2.4 HIDROGRAFIA

A hidrografia da região é dada pela sub-bacia do rio Banabuiú (Figura 2.2), compreendendo essencialmente, os sertões centrais do Ceará mais fortemente submetidos aos rigores da semiaridez. Limita-se com quase todas as Bacias do estado do Ceará, excetuando-se as bacia do Coreaú, do Litoral e a sub-bacia do Salgado. É uma das cinco sub-bacias que compõem a Bacia do Jaguaribe. O principal reservatório de água é o açude Banabuiú, um dos maiores do Estado com capacidade de armazenamento de 1.601.000.000 m³ (INESP, 2009).

Figura 2.2: Localização da sub-bacia de Banabuiú (INESP, 2009)



2.5 GEOMORFOLOGIA

O relevo é típico do sertão central do Ceará. É formado por uma superfície arrasada tendo um contorno de maciços residuais que resultam de intensa atividade erosiva da área, onde esses corpos ocorrem disseminados, levando a formação de pequenos serrotes isolados. As feições mais expressivas do município de Banabuiú são: a serra do Boqueirão do Retiro, suportada pelos quartzitos da Faixa Orós, seguindo um alinhamento de direção Norte-Sul por toda a porção leste da área, tal disposição N-S, vem imposta pela marcante foliação vertical contínua a Zona de Cisalhamento Orós; a superfície aplainada, distribuída na porção central, extremo noroeste e leste, sendo caracterizada por intensos processos de dissecação que levaram a geração de uma superfície de arrasamento dos litotipos, sobretudo de gnaisses e granitos aflorantes no setor, ensejando uma ampla cobertura coluviona-eluvionar; e o relevo residual, compondo a parte centro-oeste da área, formado por “inselbergs” de corpos graníticos, contrastando com a superfície de aplainamento acima descrita (Lima, 2006).

Figura 2.3 – Contexto geomorfológico do Município, mostrando inselbergs de corpos graníticos contrastando com a superfície de aplainamento (a), e relevo em cristas suportado pelos quartzitos da Faixa Orós (b) Fonte: Rosa, 2008.



2.6 ASPECTO SÓCIO ECONÔMICO

A população do município de Banabuiú encontra-se tanto em zona rural, quanto em zona urbana, com uma população residente de 17.315, até o ano 2010 (IBGE/IPECE, 2011). Destes 50,55% dos moradores, vivem em áreas urbanas e os outros 49,45% vivem em áreas rurais. Apresenta um quadro socioeconômico empobrecido devido a fatores climáticos da região e por outras adversidades. O Município dispõe de abastecimento de água, com encanamentos ligados a rede geral e

II - ASPECTOS FISIAGRÁFICO E SOCIO ECONÔMICO

pela utilização de poços ou nascentes por cerca de 25 domicílios particulares (IBGE/IPECE, 2011), fornecimento de energia elétrica, serviço telefônico, agência dos correios e telegrafo, além de serviços bancários, hospitais, hotéis e escolas de primeiro e segundo grau. A atividade econômica é marcada pela agricultura de subsistência, onde se cultiva feijão, milho e mandioca, além das monoculturas de hortaliças e frutas diversas. Na pecuária extensiva destacam-se as criações de bovinos, caprinos, ovinos, suínos e aves. O extrativismo vegetal sobressai com a fabricação de carvão vegetal, extração de madeiras diversas para lenha e construção de cercas e atividades extrativistas com a oiticica e carnaúba. A fabricação de redes e bordados representa o artesanato exercido na cidade. A atividade pesqueira é realizada em pequenos córregos e em açudes de forma artesanal, muito utilizada pela população como forma de sobrevivência (IPLANCE, 1997).

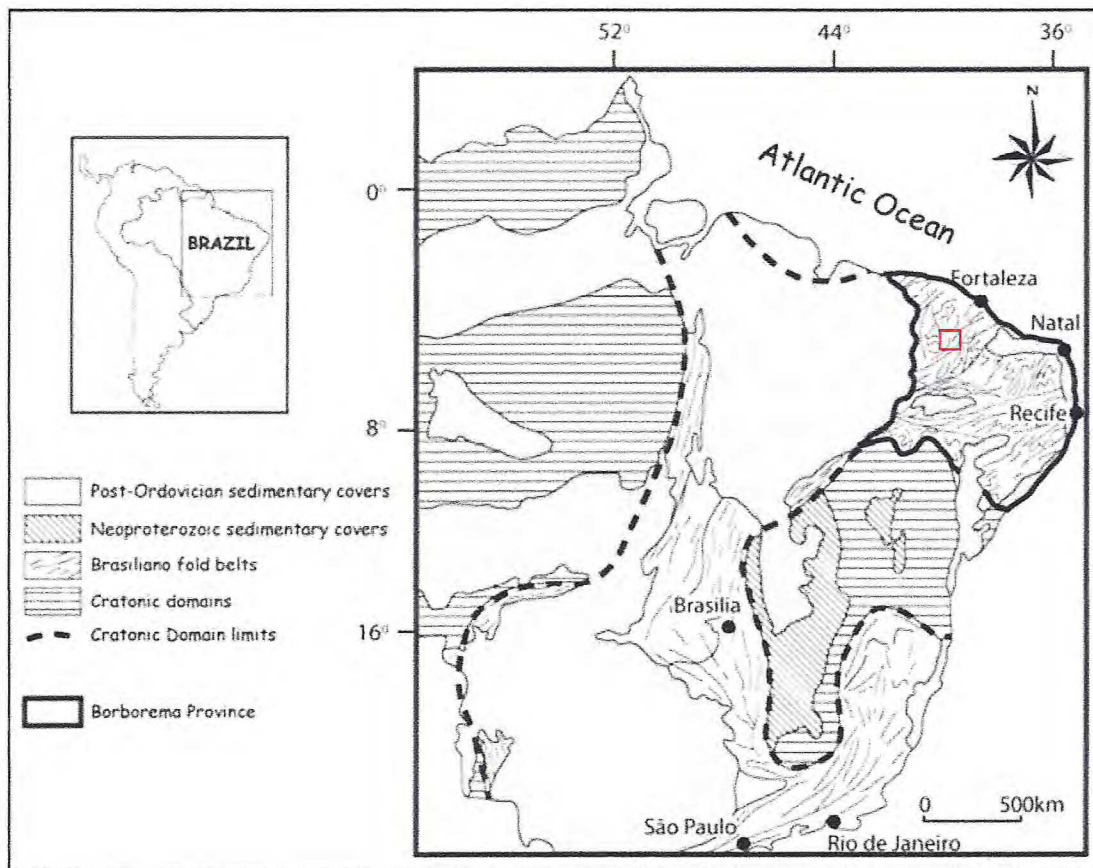
A área de mineração é representada pela extração de rochas ornamentais, como os granitos largamente explorados por pedreiras na região, e rochas para usos diversos na construção civil. A extração de areia e argila é utilizada na fabricação de telhas e tijolos, enquanto que a extração de rochas calcárias é utilizada para fabricação de cal. Outra importante fonte de renda para população é a exploração de corpos pegmatíticos de composição granítica, dos quais são extraídas pedras gemológicas, como turmalinas e águas marinhas, além de micas que podem ser aplicadas no mercado como isolantes térmico e elétrico (IPLANCE, 1997).

CAPITULO III – GEOLOGIA REGIONAL

3.1 PROVÍNCIA BORBOREMA

A Província Borborema (PB) (Figura 3.1) é composta por rochas de idade que variam do Arqueano ao Neoproterozóico, cuja estruturação atual foi desenvolvida no final do Neoproterozóico (ca. 600Ma), durante a orogenia Pan-africano/Brasiliana, marcada por intenso magmatismo granítico e pela formação de extensas zonas de cisalhamento transcorrentes. Dentre as diversas zonas de cisalhamento, as mais expressivas correspondem a de Sobral Pedro II, Senador Pompeu, Patos e Pernambuco, as quais representam limites entre distintos domínios tectônicos existentes na Província Borborema (Almeida *et al.*, 1977; Arthaud *et al.*, 1998).

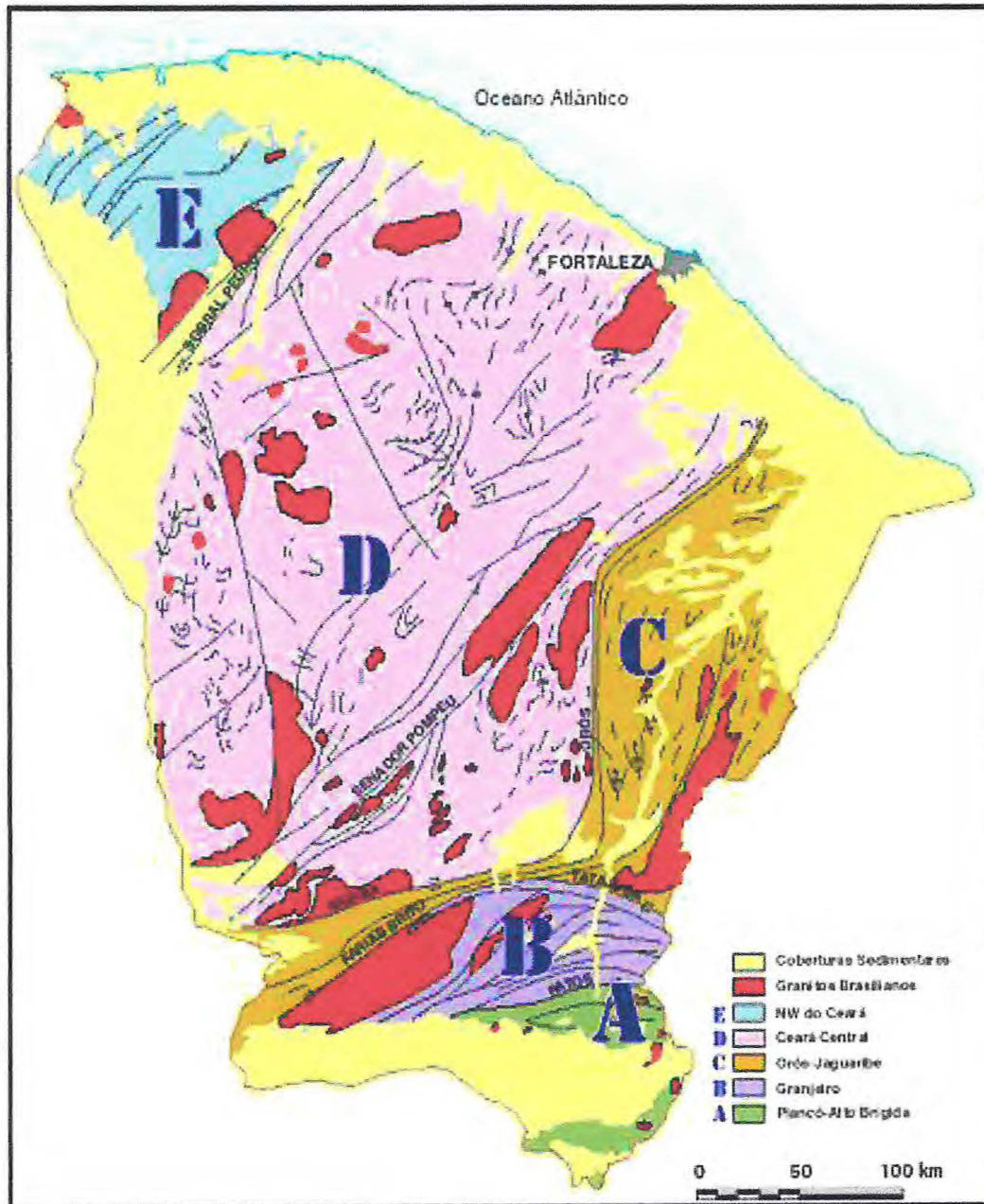
Figura 3.1: A Província Borborema no NE do Brasil (Schobbenhaus & Campos 1984). Área de pesquisa em vermelho.



Segundo Arthaud *et al.* 1998, de oeste para leste a subprovíncia Setentrional da Província Borborema, mais precisamente no do estado do Ceará, pode ser sub-dividida nos seguintes Domínios: i – Médio Coreaú (DMC – entre a Zona de Cisalhamento Sobral Pedro II e o cráton São Luis-Oeste África), ii – Ceará Central (DCC – entre as Zonas de Cisalhamento Sobral Pedro II e Orós); iii – Domínio Orós Jaguaribe (DOJ –

entre as Zonas de Cisalhamento Orós e Farias Brito); além dos Domínios iv – Granjeiro e v – Pianco-Alto Brigida (DPAB – estes separados pelo Lineamento Patos)(Figura 3.2).

Figura 3.1: Principais Domínios Geotectônicos e distribuição dos granitoides brasileiros do estado do Ceará, de Arthaud *et. al.* (2005).



A área de investigação está contida no Domínio Ceará Central, e por esse motivo, será o único domínio geológico comentado.

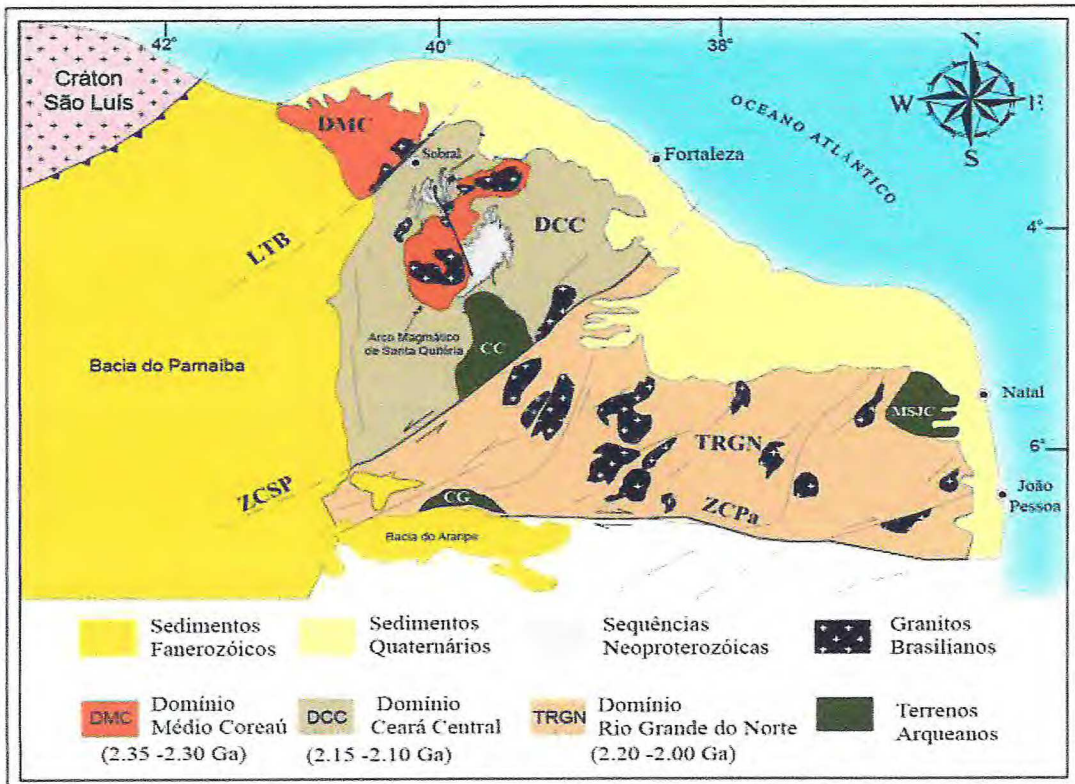
3.2 DOMÍNIO CEARÁ CENTRAL (DCC)

O Domínio Ceará Central é a unidade geotectônica mais extensa da porção setentrional da Província Borborema e abrange quase a totalidade do estado do Ceará. É limitado à noroeste pela zona de cisalhamento Sobral Pedro II, que corresponde ao lineamento Transbrasiliano e à sudeste pela zona de cisalhamento Senador Pompeu (ZCSP), sendo encoberta pelos sedimentos da Bacia do Parnaíba na porção sudoeste e oeste (Arthaud et al., 1998; Arthaud, 2005).

Fetter *et al.*, 2000, dividiu o Domínio Ceará Central em quatro unidades geotectônicas: 1–Núcleo Arqueano; 2 – Embasamento gnáissico paleoproterozóico; 3–Supracrustais de idade neoproterozóica; e 4–Complexo Tamboril Santa Quitéria.

O Núcleo Arqueano é representado pelo Complexo Cruzeta, aflorante na porção sudeste do Domínio Ceará Central e está limitado a leste pela zona de cisalhamento Senador Pompeu e a oeste e a norte pelos gnaisses do embasamento Paleoproterozóico (Figura 3.3).

Figura 2.3: Porção setentrional da Província Borborema e dos arredores do lineamento Patos. LTB = Lineamento Transbrasiliano; ZCSP = Zona de Cisalhamento Senador Pompeu; ZCPa = Zona de Cisalhamento Patos; CC = Complexo Cruzeta; MSJC = Maciço São José Campestre; CG = Complexo Granjeiro (modificado de Van Schmus *et al.*, 1995, por Amaral, 2010).



O Complexo Cruzeta é seccionado pela Zona de Cisalhamento Sabonete-Inharé, sendo divididas em duas distintas unidades litológicas intituladas de Mombaça a sudeste, e Unidade Pedra Branca a noroeste, ambas de afinidade TTG (Tonalítica, Tronjemítica e Granodiorítica) (Caby & Arthaud, 1986).

3.2.1 Arqueano

Os Terrenos Arqueanos da região de Pedra Branca/Mombaça são divididos em gnaisses cinza (*grey gneisses*), derivados de protólitos plutônicos de natureza essencialmente tonalítica / granodiorítica, e rochas supracrustais formando associação do tipo greenstone-gnaisses (Pessoa & Archanjo, 1984; Caby & Arthaud, 1986; Caby *et al.*, 1995).

Fetter (1999), por meio de análise isotópica U–Pb e Sm–Nd, aponta uma assinatura juvenil para a Unidade Pedra Branca enquanto que os litotipos da Unidade Mombaça apresentam indícios de retrabalhamento de fontes ligeiramente mais antigas. Similarmente, as idades de cristalização indicam que a Unidade Pedra Branca é mais jovem (ca. 2.7 Ga) que a Unidade Mombaça (ca. 2.8 Ga). No entanto, Silva *et al.*, (2002) datou registros de crostas mais antigas utilizando U–Pb SHRIMP em zircão de gnaisses tonalíticos localizados a sudoeste da cidade de Boa Viagem. As análises indicaram idade de 3270 ± 5 Ma e uma borda sobrecrecida datada em 2084 ± 14 Ma.

3.2.2 Paleoproterozóico

As rochas de idade Paleoproterozóicas são dominantes no Domínio Ceará Central e podem ser subdivididas em duas subunidades: os Terrenos do tipo TTG e os terrenos granito gnaisses (Arthaud, 2005; Almeida *et al.*, 2007).

3.2.2.1- Terrenos TTGs

Margeiam a noroeste o Bloco Arqueano de Pedra Branca, aflorando desde a região de Madalena / Boa Viagem até a região de Choró. São constituídos principalmente por rochas metaplutônicas de composição tonalítica a granodiorítica

associadas a Faixas Supracrustais (como a Sequencia Algodões – Arthaud & Landim, 1995 e Suíte Metamórfica Algodões – Choró – Martins, 2000) constituídas de rochas metavulcânicas básicas (anfíbolitos com ou sem granada) e rochas metassedimentares diversas, inclusive formações ferríferas e magnésíferas bandadas.

Estas sequências apontam para idades em torno de 2,1 – 2,3 Ga para ortognaisses tonalíticos, datadas pelo método U–Pb em zircões (Fetter, 1999; Martins, 2000). Em anfíbolitos da Sequência Algodões, uma isócrona Sm–Nd em rocha total (Martins & Oliveira, 2004) forneceu idade de aproximadamente 2,23 Ga, compatíveis com o caráter intrusivo dos tonalitos/granodioritos nas rochas supracrustais, desenvolvendo-se em ambiente de arco oceânico.

3.2.2.2- Terrenos Gnaiss – migmatítico

Trata-se de uma associação complexa de rochas metaplutônicas, na qual predominam rochas de composição granítica metatonalítica e metagranodioritos também sejam comuns, bem como rochas supracrustais diversas (metapelitos, quartzitos, rochas calcissilicáticas, metavulcânicas básicas, etc.). Os domínios vizinhos, Domínio Rio Grande do Norte (Complexo Caicó) e Domínio Orós Jaguaribe (Bloco Jaguaretama), apresentam idades T_{DM} compreendidas entre 2,4 e 2,7 Ga, indicando o retrabalhamento de crosta Arqueana (Fetter, 1999).

Duas sequências metavulcanossedimentares lineares e paralelas (Faixa Orós e Faixa Jaguaribe) são separadas por blocos do soco mais antigo de idade paleoproterozóica (São Nicolau e Jaguaretama), (Parente & Arthaud, 1995).

No Complexo gnáissico-migmatítico de Jaguaretama ocorrem ortognaisses de composição tonalítica a granodiorítica associados a rochas paraderivadas de alto grau metamórfico e variável grau de migmatização. As rochas metaplutônicas apresentam idades de cristalização entre 2.21 a 1.98 Ga e idade modelo T_{DM} entre 2.77 e 2.50 Ga (Fetter, 1999).

3.2.3 Meso – Neoproterozóico

O Mesoproterozóico é composto por coberturas metasedimentares que podem ser encontradas no Complexo Ceará (Arthaud *et al.*, 1998b).

O Complexo Ceará é caracterizado pela ocorrência de rochas essencialmente metapelíticas e metapsamíticas, compostas por cianita-muscovita-biotita gnaiss, sillimanita-granada gnaiss, quartzitos, anfíbolitos, mármore, rochas cálcio-silicáticas e meta riolitos (Cavalcante *et al.*, 2003, Fetter *et al.*, 2003, Arthaud, 2008).

Estudos de proveniência em metapelitos e idades de cristalização U-Pb em zircões obtidas em rochas metamáficas intercaladas no Complexo Ceará sugerem um início de sedimentação ao redor de 750 Ma a partir do rifteamento do embasamento Arqueano/Paleoproterozóico (Arthaud, 2008). Fetter, 1999, sugere que metariolitos da Sequência Independência apresentam uma idade U-Pb de 772 ± 31 Ma e que os sedimentos que originaram as rochas metassedimentares do Complexo Ceará foram depositados em uma bacia do tipo retro-arco relacionada ao Arco Magmático Santa Quitéria.

3.2.4 Granitóides Brasileiros

Durante o ciclo Orogênico Brasileiro, o Domínio Ceará Central foi intrudido por abundantes volumes de granitoides, agrupados por Arthaud (2007) nas seguintes categorias:

I – Cedo Colisionais, representados por granitos do Arco Magmático de Santa Quitéria ou;

II – Anatéticos aluminosos, correspondendo a granitos de duas micas do tipo S, gerados durante o pico metamórfico (batólito de Senador Pompeu e Banabuiú);

III – Sin fase transcorrente, formados durante a fase transcorrente com extrusão lateral (Batólito de Quixeramobim e Quixadá);

IV – Pós-colisionais, associados ao colapso da Cadeia Brasileira (Complexos anelares de Tauá e Taparuaba, com exames de diques ácidos a intermediários de Tauá e

Independência e stocks graníticos da Serra da Barriga, São Paulo, Reriutaba, Mucambo e Meruóca).

Os granitos de Quixadá são representados por monzonitos e sienitos shoshoníticos porfíricos, ricos em enclaves microgranulares (Almeida *et al.*, 2008).

Cavalcante & Ferreira(1983) e Arthaud *et al.*, (1987) descrevem as rochas do Complexo Quixeramobim como granitos polintrusivos que em função da textura, composição e grau de homogeneidade agrupam – se em diferentes fácies: Fácies Muxurê Velho; Fácies Uruquê; Fácies Serra Branca; Fácies Boa Fé; Fácies Água Doce; Fácies Muxurê Novo e os Mobilizados Tardios.

Também partem dos Granitoides Brasileiros, outros granitóides e pegmatitos associados, como “stocks” Serra Azul e Milhão, todo o distrito pegmatítico de Solonópole e os leucogranitóides associados aos pegmatitos (Torquato *et al.*, 1989).

Datações pelo método U-Pb em cristais de zircões dos Batólitos Quixadá, Quixeramobim e Senador Pompeu, fornecem idades de cristalização situadas no período de alojamento desses magmas no intervalo de 560-590 Ma (Nogueira., 2004).

Os granitos aflorantes na região onde encontra-se a área de estudo são o Granito Banabuiú, o Granito Aroeira e o Granito do Fácies Muxurê Novo.

Em geral o granito Banabuiú apresenta-se com coloração variando de branco a cinza, fino, tipo S e rico em enclave submicáceo. O Granito Aroeira aparece como sendo pertencente à série granítica cálcio-alcalina de médio-K, porfírica com megacristais de K-feldspato variando de 1 a 3 cm (2cm tamanho comum), caracterizado pela razão comprimento largura. O granito do Fácies Muxurê Novo é foliado, com presença de alguns mega – cristais de K-feldspato variando de 1 a 6 cm (3cm tamanho médio) (Rosa, 2011).

3.2.5 Paleozoico

3.2.5.1- Pegmatitos

O Campo pegmatítico de Banabuiú possui mineralogia rica em quartzo, feldspato, muscovita, granada e turmalinas, estando associado a granitos, migmatitos e gnaisses do embasamento, tendo contato intrusivo com todo conjunto. Estes pegmatitos são alóctones quando comparados aos granitos e são mais distribuídos nos gnaisses do Embasamento e em menor escala nos granitos. Os campos pegmatíticos são limitados por Zonas de Cisalhamento Orós e Senador Pompeu (Rosa, 2011).

Há dois grupos de pegmatitos, os heterogêneos complexos que estão restritos a intrusões nos gnaisses, enquanto que os pegmatitos homogêneos simples ocorrem tanto em gnaisses quanto nos granitos. Os pegmatitos homogêneos raramente são mineralizados, possuem uma mineralogia simples, textura uniforme. Alguns pegmatitos heterogêneos exibem um zoneamento, com predomínio de textura aplítica em suas bordas e textura grosseira nas regiões centrais, Johnston (1945).

Análises isotópicas K/Ar efetuadas em muscovita de três pegmatitos de Banabuiú revelam idades de ~ 530 Ma, enquadrados no Cambriano Inferior (Lima, 2009 *in* Rosa, *et al.*, 2009).

3.2.6 Cenozoico

Todas as Unidades descritas nas secções anteriores podem estar parcialmente cobertas por depósitos recentes datados do Cenozóico. Estes depósitos são predominantemente constituídos por areias quartzosas, esbranquiçadas com níveis de seixos bem retrabalhados (Lima, 2008).

**CAPÍTULO IV – UNIDADES
LITOESTRATIGRÁFICAS MAPEADAS**

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo são apresentadas as principais unidades litoestratigráficas que compõem o arcabouço geológico da área pesquisada, tendo como base os dados coletados durante a etapa de campo, as análises petrográficas, além de referências bibliográficas já existentes.

Desta forma, são quatro unidades, distribuídas da base para o topo na seguinte ordem:

Embasamento Gnássico-migmatítico (Complexo Acopiara) esta enquadrado no Paleoproterozóico com idades modelo T_{DM} (Sm/Nd) de 2,4 – 2,2 Ga (Fetter, 1999), e idade U/Pb em zircões em gnaiss de 2.095 ± 33 Ma (Lima *et al.*, 2010);

Granito Banabuiú com idade U/Pb em zircões de $578,6 \pm 6,5$ Ma (Lima *et al.*, 2010) e idade de ~ 510 Ma (Rosa, 2011) fornecidas a partir de K/Ar em biotitas indicando assim para este granito idade Neoproterozóico;

Os **Pegmatitos** de toda a região compreendida entre Banabuiú e Solonópole, segundo Almeida *et al.*, 1968, exibiram um intervalo de idades entre 470 e 530 Ma, por meio de K/Ar em micas. Por outro lado Lima *et al.* (2009) para os corpos pegmatíticos do Distrito Solonópole-Quixeramobim obtiveram, através de análises Rb-Sr em feldspato potássico, albita e muscovita, idade em isócrona de 506 ± 6.1 Ma, e K/Ar em muscovitas de 520 a 530 Ma, indicando que estes corpos foram cristalizados no decorrer do Cambriano Inferior (Paleozóico);

Cobertura Colúvio-Aluvionares pertencentes ao Cenozóico.

4.2 EMBASAMENTO GNAISSICO-MIGMATÍTICO

Os gnaisses estão distribuídos na porção noroeste e extremo nordeste da área de estudo (Anexo I – Mapa Geológico), e ainda, em meio ao granito Banabuiú, sob a forma de enclaves que variam de centimétricos a decamétricos.

O gnaiss do embasamento apresenta um bandamento centimétrico constituído pela alternância entre níveis leucocráticos de plagioclásio + feldspato potássico + quartzo, e níveis melanocráticos de hornblenda + biotita (Figura 4.1).

IV – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS MAPEADAS

Figura 4.1 Gnaise exibindo bandamento característico. Coordenadas UTM: 0498247mE / 9416736mN.



O gnaise migmatítico está, por vezes, intercalado ao granito, não tendo continuidade e mantendo contatos bruscos com o mesmo. Na maioria dos afloramentos, estas rochas constituem migmatitos de coloração cinza escuro. Possuem uma foliação ($S_n // S_{n-1}$) preferencialmente orientada para nordeste-sudoeste e mergulhos via de regra com valores de 80° para sudeste. Quando na forma de enclaves pequenos apresentam-se com uma coloração mais escura (Figura 4.2).

IV – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS MAPEADAS

Figura 4.2: a) Enclave de gnaiss em forma de bloco contido no granito. Coordenadas UTM: 0498709E / 9417784N. b) Enclave de gnaiss orientado para nordeste dentro de um Pegmatito. Coordenadas UTM: 0497526mE / 9415822mN.



4.3 CALCISSILICÁTICA

As calcissilicáticas estão presentes sob a forma de lentes, ocorrendo apenas na região centro-oeste da área de estudos (Anexo I – Mapa Geológico). No campo este litotipo é encontrado como blocos rolados, não sendo perceptível sua orientação, possivelmente esta rocha teria orientação semelhante a direção regional. Possui uma coloração característica, em tons esverdeados, geralmente estrutura maciça bastante silicificada.

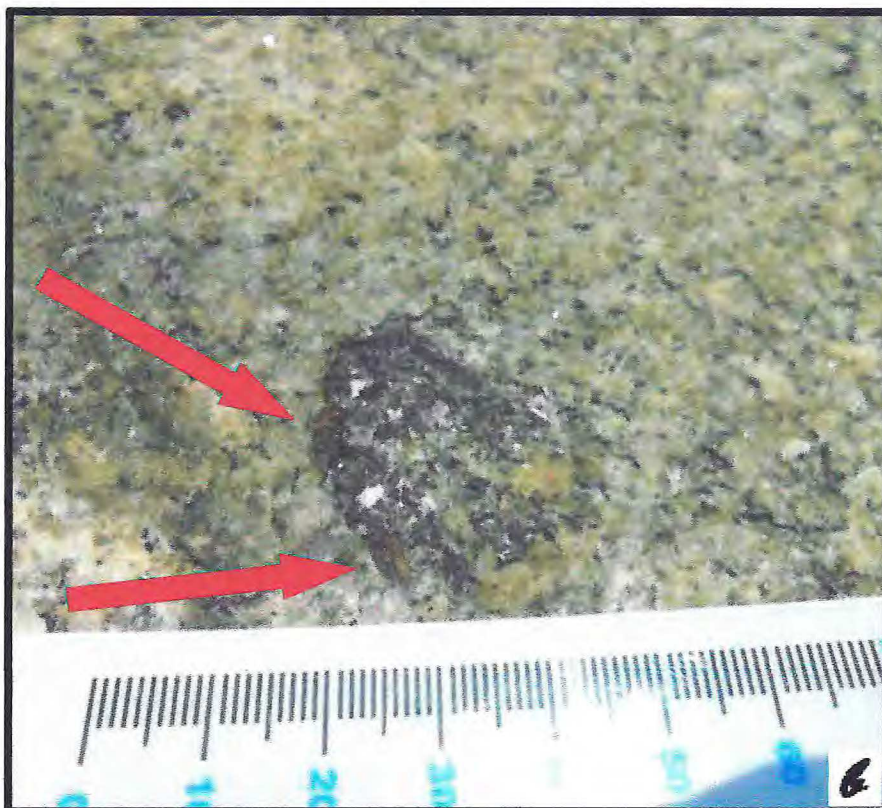
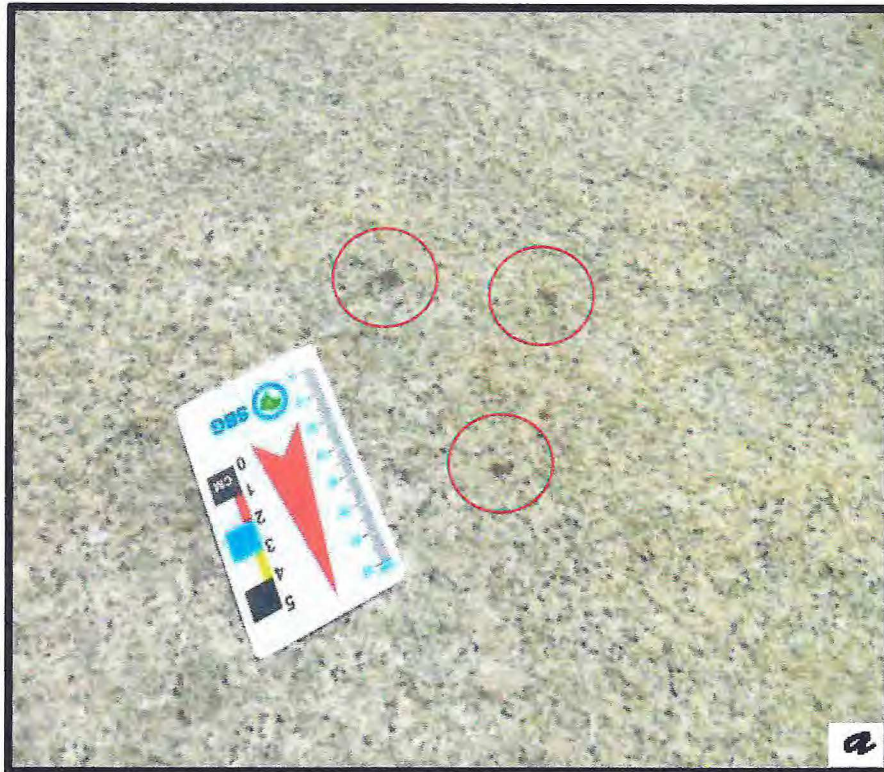
4.4 GRANITO

O corpo granítico de Banabuiú engloba praticamente toda a área (Anexo I – Mapa Geológico), quando aflora como matacão, exhibe tamanhos variados de mais ou menos um metro de largura por dois metros de comprimento, até grandes dimensões com cerca de 350 metros de largura por 230 metros de comprimento.

Com aspecto homogêneo, coloração branca (característica do granito Banabuiú), possui textura de grãos que variam de médio a fino, a mineralogia é composta por quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, além de muscovita e biotita de proporções mais ou menos semelhantes. Em alguns locais é possível observar a presença de granadas tanto dispersas em meio ao granito (Figura 4.3a), quanto também em segregações de biotita (Figura 4.3b).

IV – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS MAPEADAS

Figura 4.3: a) Granito Banabuiú com sua mineralogia característica: quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, muscovita, biotia e granada(em destaque). b) Aglomerado de biotita contido no granito Banabuiú com a presença de granadas (em destaque). Coordenadas UTM: 0500000mE / 9416494mN.



IV – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS MAPEADAS

Em certos locais, como na porção Norte, observa-se uma foliação que possivelmente indicaria a direção de um fluxo magmático para nordeste. Este fluxo pode ser decorrente da intrusão tardia do granito acompanhada pela presença de xenólitos angulosos de gnaíse. Outra feição de fluxo compreende a orientação dos enclaves de gnaisses na direção NE-SW, na maioria dos afloramentos analisados.

O granito é intrudido por vários filões de aplitos e pegmatitos de espessura e extensões variadas (Figura 4.4). Estes corpos que cortam o granito tem uma direção preferencial para NE-SW e para NW-SE em praticamente toda a área mapeada.

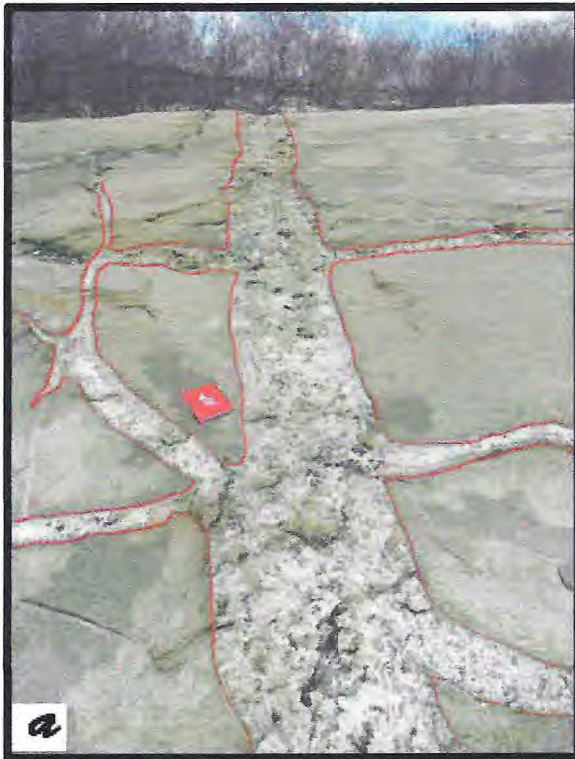


Figura 4.4: a) Granito sendo cortado por um pegmatito que se distribui em outros menores em várias direções. Coordenadas UTM: 0499428mE / 9416186mN. b) Pegmatito cortando o granito em direção norte-sul ou NE-SW com um menor bifurcando para a direção NW-SE. Coordenadas UTM: 0496126mE / 9415594mN.



4.5 PEGMATITOS

Na área de trabalho é identificada apenas uma classe de pegmatitos, os homogêneos. Estão geralmente instalados nos granitos e em alguns casos separando os gnaisses dos granitos.

Possuem espessuras que variam de centimétricas a métricas compostos principalmente por quartzo, feldspato e muscovita (Figura 4.5a). A presença da muscovita é frequente e demonstra certo potencial para exploração futura dos mesmos. Granadas ocorrem em alguns pegmatitos de maneira dispersa (Figura 4.5b). Turmalinas denominadas afrisitas ocorrem com pouca frequência.

Estes corpos pegmatíticos estão presentes também truncando o gnaisse do embasamento como pode ser observado na Figura 4.6.

Figura 4.5: a) Pegmatito apresentando quantidade significativa de muscovita, possuindo enclaves de gnaisse. Coordenadas UTM: 0497555m E / 9417245m N. b) Grãos de granadas em uma porção granítica no pegmatito. Coordenadas UTM:





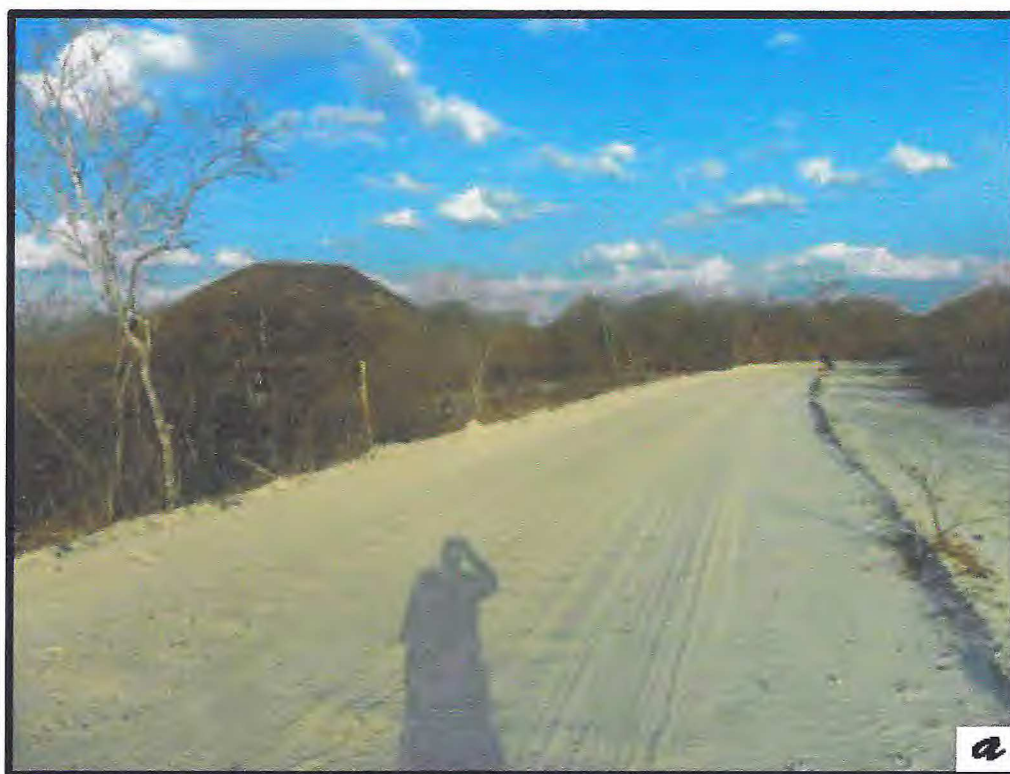
Figura 4.6: Corpo pegmatítico intrudindo no gnaiss de forma discordante. Na foto o rapaz à esquerda está no gnaiss e o rapaz à direita no pegmatito. Coordenadas UTM: 0498247m E / 9416736m N.



4.6 COBERTURA COLÚVIO – ALUVIONAR

Estes depósitos podem ser observados em praticamente toda a área, ou em leitos de rios e riachos ou formando solos, seja na cor branca (Figura 4.7a) ou amarelada, com granulometria variando de grossa a fina, constituído por areia quartzosa, que seria proveniente do granito Banabuiú, devido a sua cor branca, com níveis de seixos arredondados, por vezes angulosos (Figura 4.7b).

Figura 4.7: Porções colúvio - aluvionares. a) Areia quartzosa na cor branca. Coordenadas UTM: 0500849m E / 9416412m N. b) Seixos com níveis arredondados por vezes angulosos. Coordenadas UTM: 0501038m E / 9417666m N.





4.7 COLUNA LITOESTRATIGRÁFICA DA ÁREA MAPEADA

A seguir, uma proposta de coluna litoestratigráfica para área mapeada (Tabela 2):

IV – UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS MAPEADAS

Tabela 2: Coluna litoestratigráfica da área estudada.

Idade		Unidade Litoestratigráfica	Litologia
Fanerozóico	Cenozóico	<i>Cobertura Colúvio - Aluvionar</i>	Sedimentos compostos por areias quartzozas com níveis de seixos arredondados, por vezes angulosos.
	Paleozóico 545 - 520 Ma	<i>Pegmatitos</i>	Corpos que intrudem em todas as unidades, possuindo em sua mineralogia: Quartzo, Feldspato, Muscovita e Afrisita.
Proterozóico	Neoproterozóico 1000 - 540 Ma	<i>Granito Banabuiú</i>	Granito do tipo S, mais conhecido como granito a duas micas.
	Paleoproterozóico 2200 - 2100 Ma	<i>Embasamento Gnaissico - Migmatítico</i>	Gnaisses e calcissilicática

CAPÍTULO V – PETROGRAFIA

O capítulo a seguir apresenta as análises petrográficas das rochas reconhecidas em campo, agrupadas por Unidades Litoestratigráficas.

5.1 BIOTITA GNAISSE (Complexo Acopiara)

Microscopicamente esta rocha apresenta textura granolepidoblástica a porfiroblástica, de granulação fina a média, onde se destaca porfiroblastos de feldspato potássico. Mineralogicamente a rocha é composto por: quartzo (30%), feldspato potássico (30%), Plagioclásio (20%), biotita (17%), e os minerais acessório como granada, muscovita, apatita, zircão e opacos (3%).

O quartzo exibe habito xenomórfico, compondo principalmente uma matriz granoblástica de grãos recristalizados com dimensões inferiores a 2,0mm e contornos regulares poligonais. Compõem também bandas felsicas de recristalização juntamente com o plagioclásio e o feldspato potássico. Intercrescimento mimerquítico marcado pelo contato entre plagioclásio e quartzo não é raro (Figura 5.1).

Os porfiroblastos de feldspatos potássico possuem dimensões de até 2,5mm e estão dispostos de forma subdiomórfica, em grãos por vezes arredondados. O seu contato com grãos adjacentes em geral côncavos (Figura 5.2).

Figura 5.1: Fotomicrografia a luz ortoscópica, exibindo Intercrescimento mimerquítico do Quartzo (Qtz) + Plagioclásio (Pl).

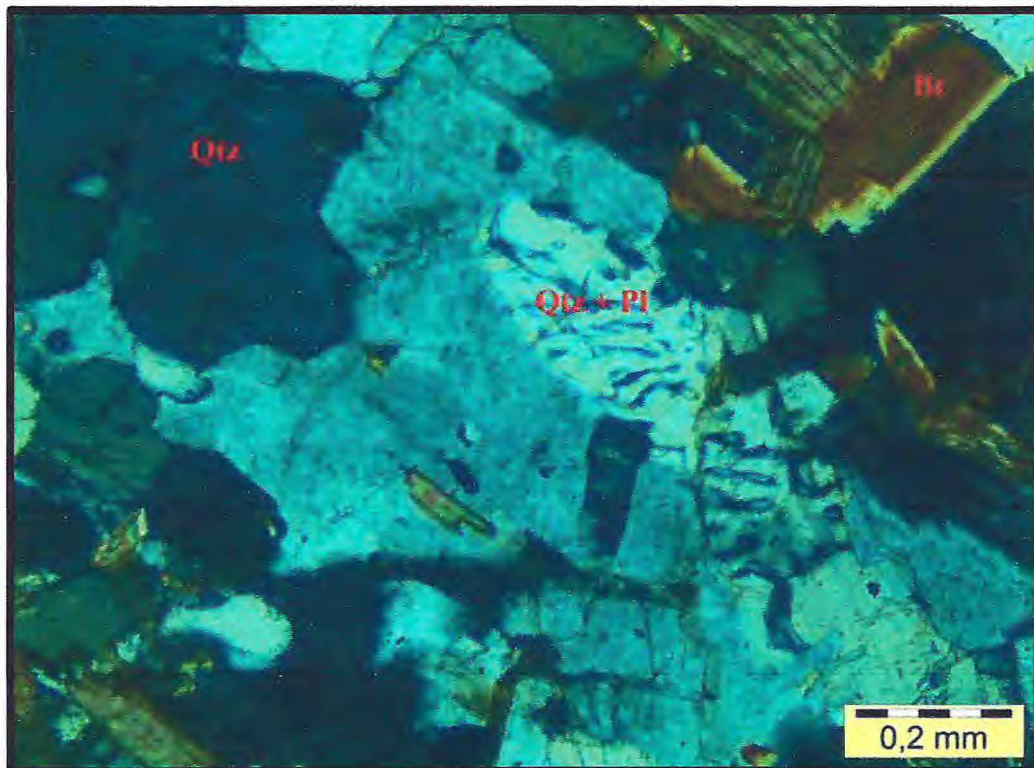
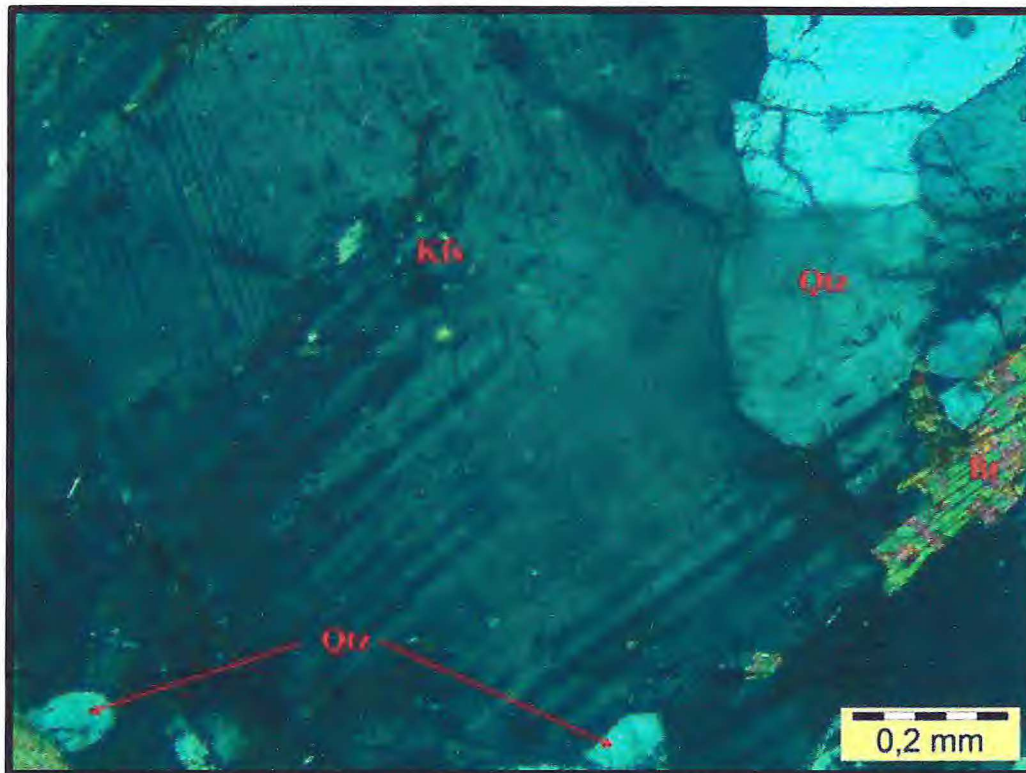


Figura 5.2: Feldspato potássico com recristalização de quartzo no seu interior. Fotomicrografia a luz ortoscópica.



O plagioclásio está disposto em grãos xenomórficos com dimensões inferiores a 0,4mm. Possui germinação segundo a Lei da albita e são também identificados intercrescimento com quartzo (Figura 5.3).

As biotitas em conjunto com as muscovitas compõem as bandas máficas da rocha, constituídas por lamelas subidiomórficas orientadas, as quais formam contatos retos com os outros grãos minerais.

As granadas ocorrem em meio às biotitas estão dispostas como grãos arredondados de pequenas dimensões inferiores a 0,2mm (Figura 5.4).

Os grãos de zircões e apatitas representam minerais acessórios e estão distribuídos aleatoriamente ao longo da seção.

Figura 5.2: Fotomicrografia de plagioclásio (Pl) exibindo germinação lei da albita.

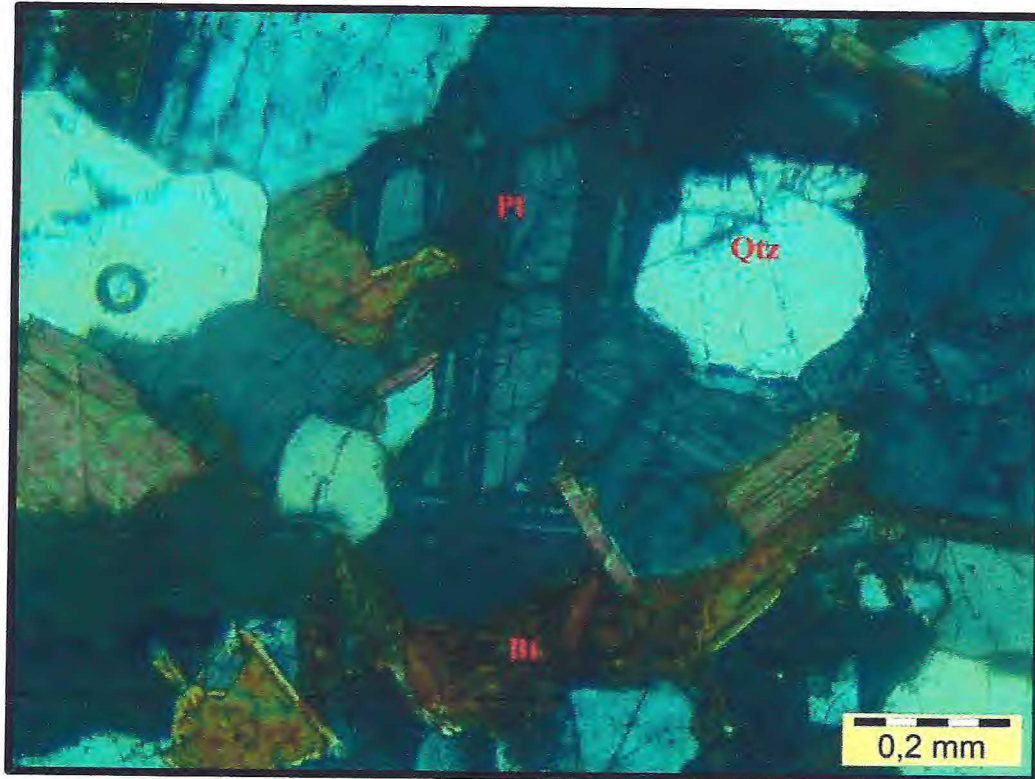
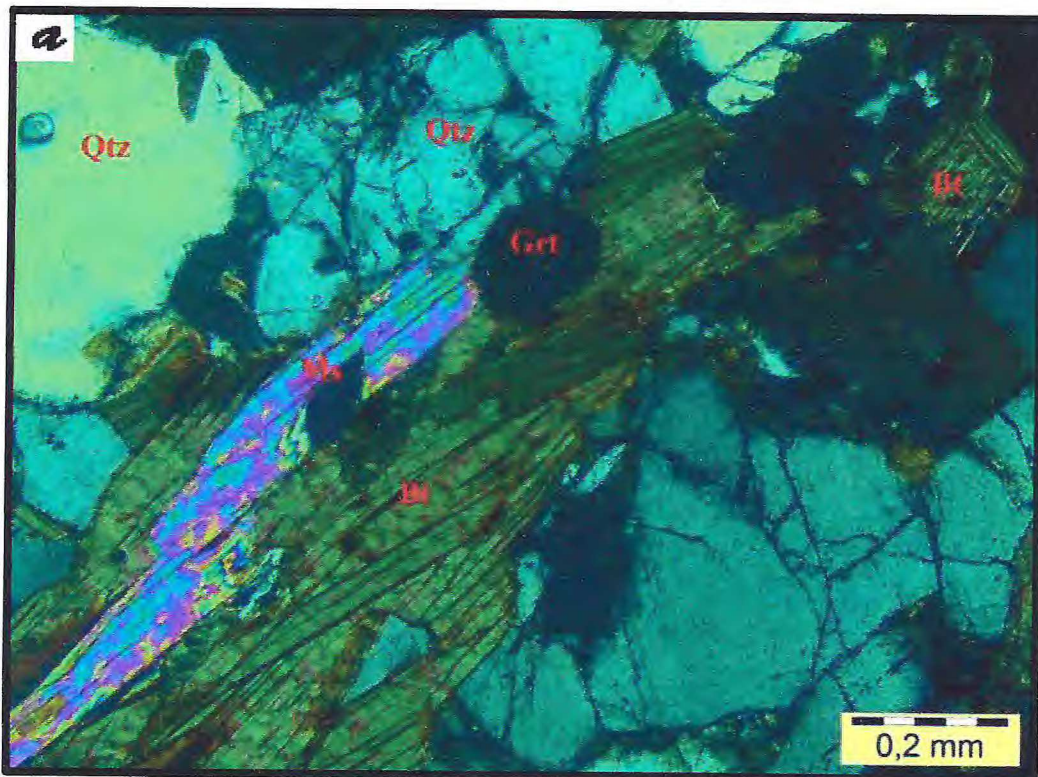
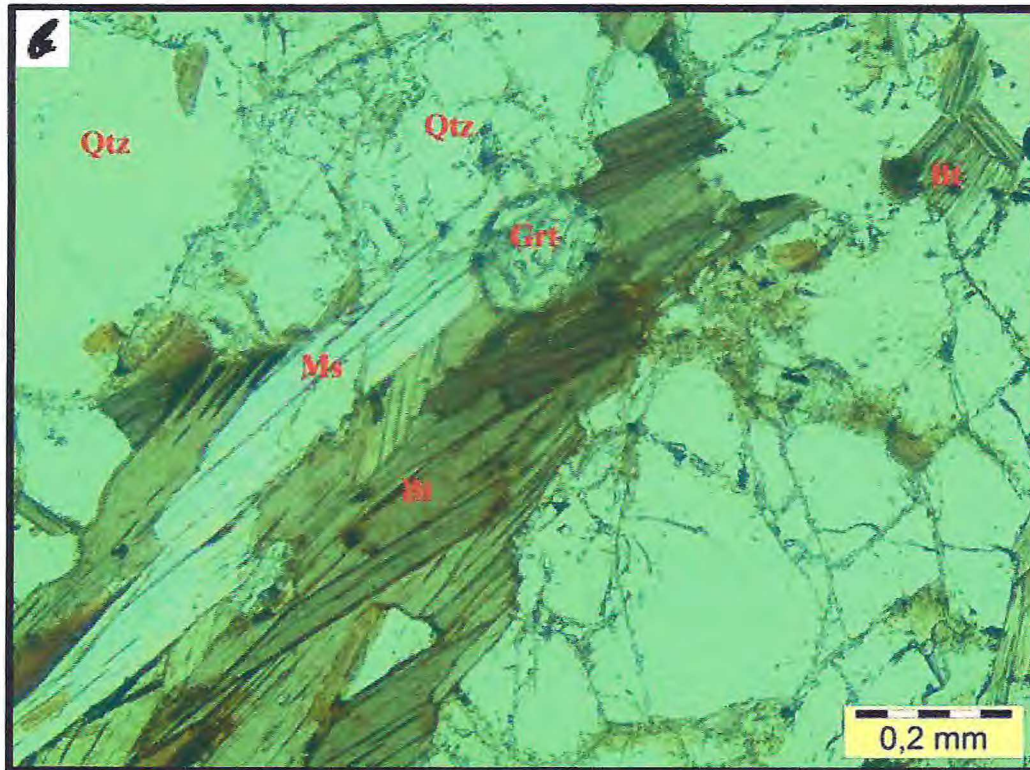


Figura 5.1: Fotomicrografia da granada (Grt) arredondada em meio as biotitas (Bt) e muscovitas (Ms). a) com luz ortoscópica. b) a luz natural polarizada.





5.2 CALCISSILICÁTICA

Microscopicamente esta rocha apresenta textura granonematoblástica inequigranular, com granulometria média, possuindo porfiroblastos de plagioclásio e de clinopiroxênio. Mineralogicamente é composta essencialmente por quartzo (20%), plagioclásio (40%), diopsídio (30%) e epidoto (8%) e ainda como minerais acessórios titanita, zircão e opacos (2%).

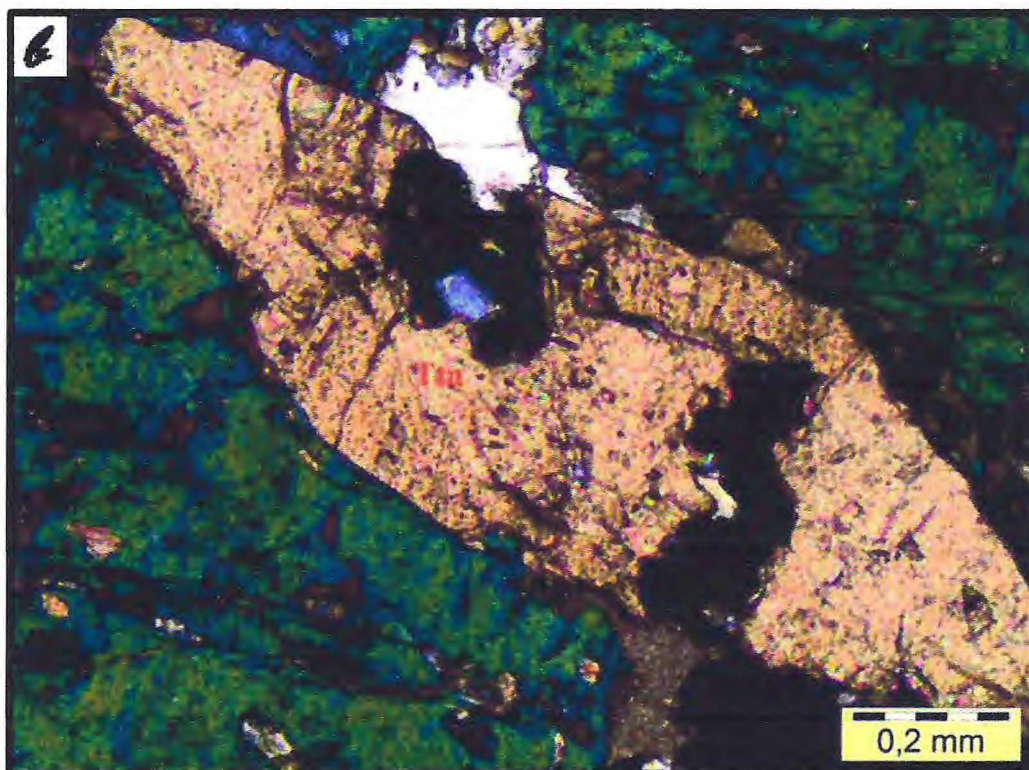
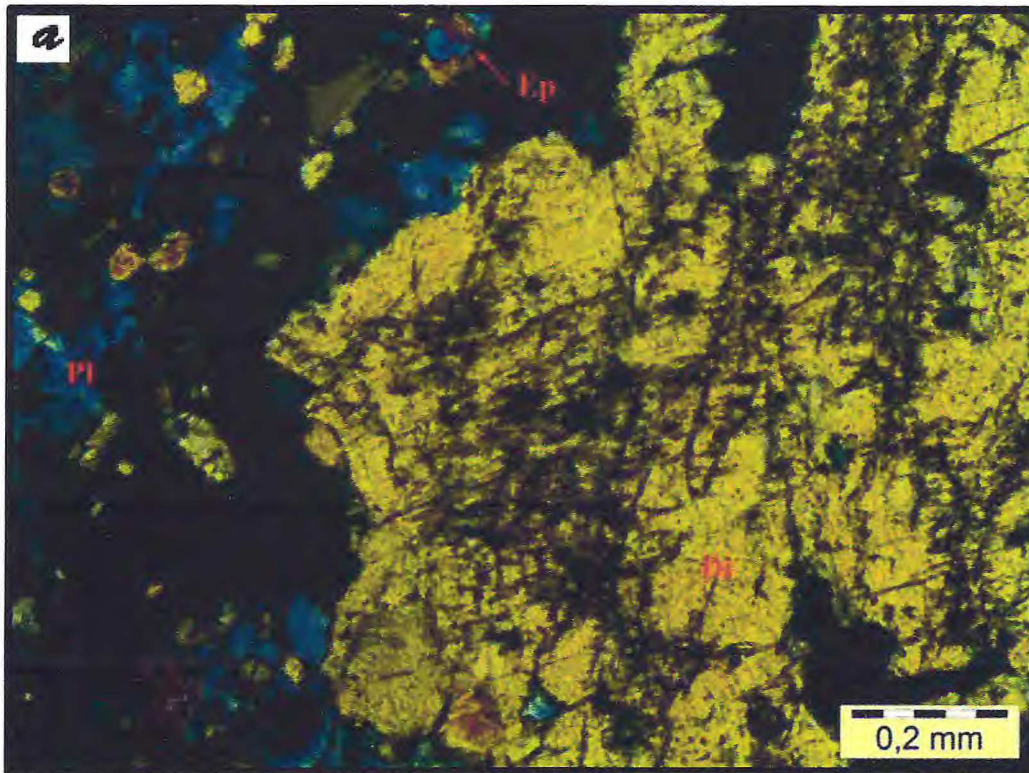
Os porfiroblastos de plagioclásio estão orientados, em geral não exibem geminação, apresentam habito subidiomórfico mantendo contatos irregulares com os outros grãos meinerais. Ocorre também em pequenos grãos menores que 0,2 mm, em meio a matriz granoblastica, e nesta situação apresentam germinação Lei da albita característica.

O clinopiroxênio (diopisídio) (Figura 5.5a) esta presente sob a forma de prismas xenomórficos (xenoblástico), com dimensão de até 2,0 mm de comprimento. Possui contatos irregulare com os outros minerais, e apresenta extinção oblíqua de 40°.

O epidoto encontra-se na matriz granoblástica, caracterizado pelo seu relevo alto e elevada birrefringência e cores de interferência, em grãos pequenos xenoblásticos por vezes orientados.

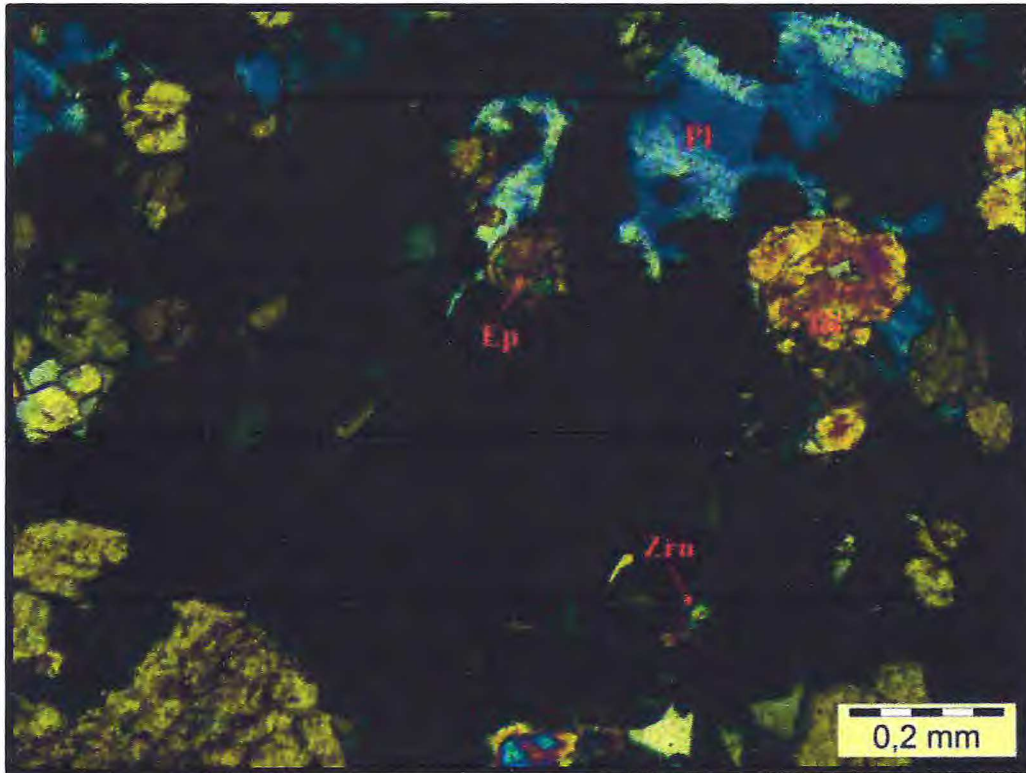
A titanita não é abundante, porém, ocorre em porções significativas com dimensões superiores a 2,0 mm, de habito idiomórfico mantendo contato reto com os outros grãos minerais. Encontra-se bastante fraturada (Figura 5.5b).

Figura 5,5: a) Fotomicrografia de um porfirobláto de Diopisídio (Di) com presença de Epidoto (Ep) e Plagioclasio (Pl) na matriz. b) Titanita (Ttn) medindo pouco mais de 2 mm.



Os zircões ocorrem em pequenos grãos alongados com forte cor de interferência e relevo alto (Figura 5.6).

Figura 5.6: Imagem da calcissilicática com luz ortoscópica. Presença de epidoto (Ep), diopsidio (Di), plagioclásio (Pl) e zircão (Zrn).



5.3 GRANITO BANABUIÚ

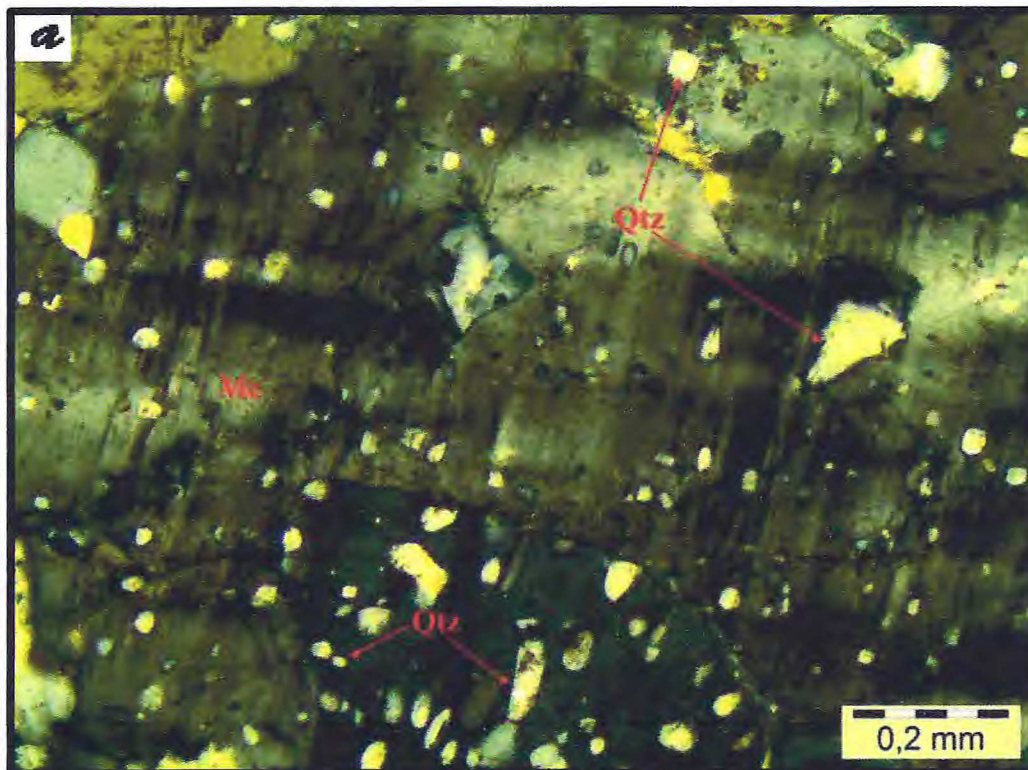
O granito Banabuiú é constituído por quartzo (40%), feldspato potássico (25%), plagioclásio (20%), biotita e muscovita (10%) e como acessórios granada, zircão e apatita (5%). Possui uma textura hipidiomórfica que varia de inequigranular a unimodal, com granulação variando de média a grossa.

Os quartzos apresentam extinção ondulante, tendem a ser equigranulares. Exibem uma forma idiomórfica ou subidiomórficos. Ocorrem também como inclusões em plagioclásio e feldspato potássico (Figura 5.7a). O intercrescimento de plagioclásio em quartzo ocorre dando origem a uma textura mimerquítica (Figura 5.7b).

Os feldspatos potássicos exibem habito xenomórfico a subidiomórfico, germinados segundo a Lei da periclina + albita, em “xadrez”, característica da microclina. Ortoclásios com maclas calssbad e inclusões de grãos de quartzo também estão presentes na seção (Figura 5.8).

Os plagioclásios também ocorrem com habito subidiomórfico com dimensões que podem chegar a mais ou menos 2,5 mm. Apresentam inclusões de quartzo, e possuem contatos irregulares com outros minerais.

Figura 5.7: Feldspatos observados com luz ortoscópica. a) Feldspato com recristalização de grãos de quartzo. b) Quartzo (Qtz) com intercrescimento de plagiocásio.



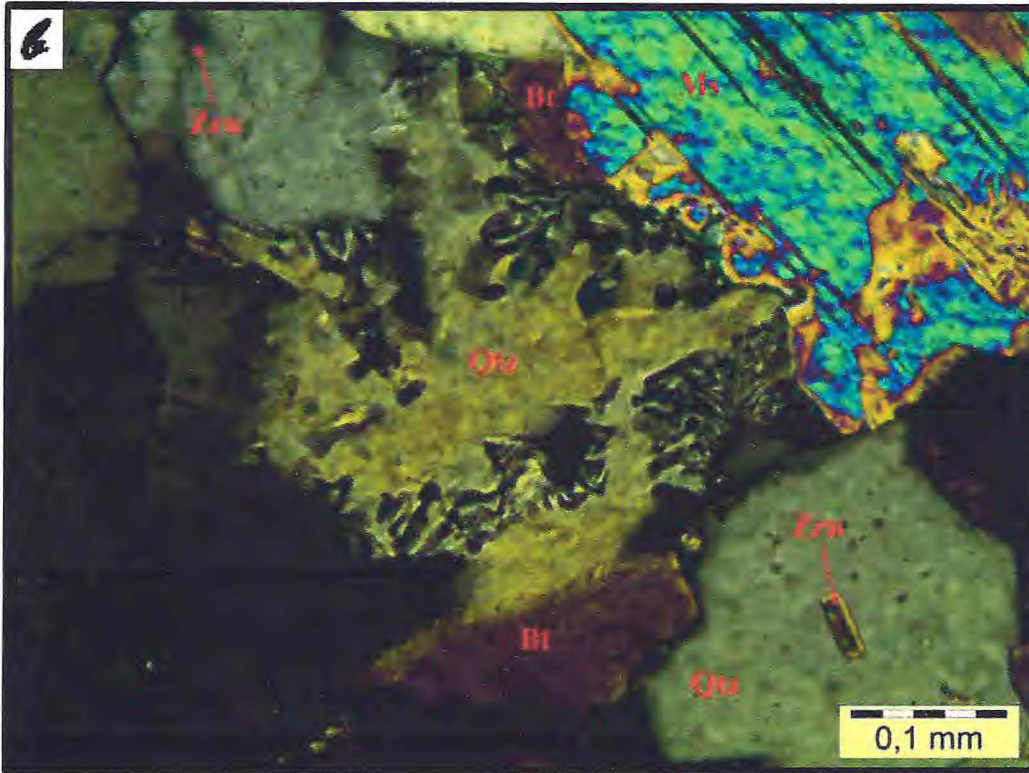
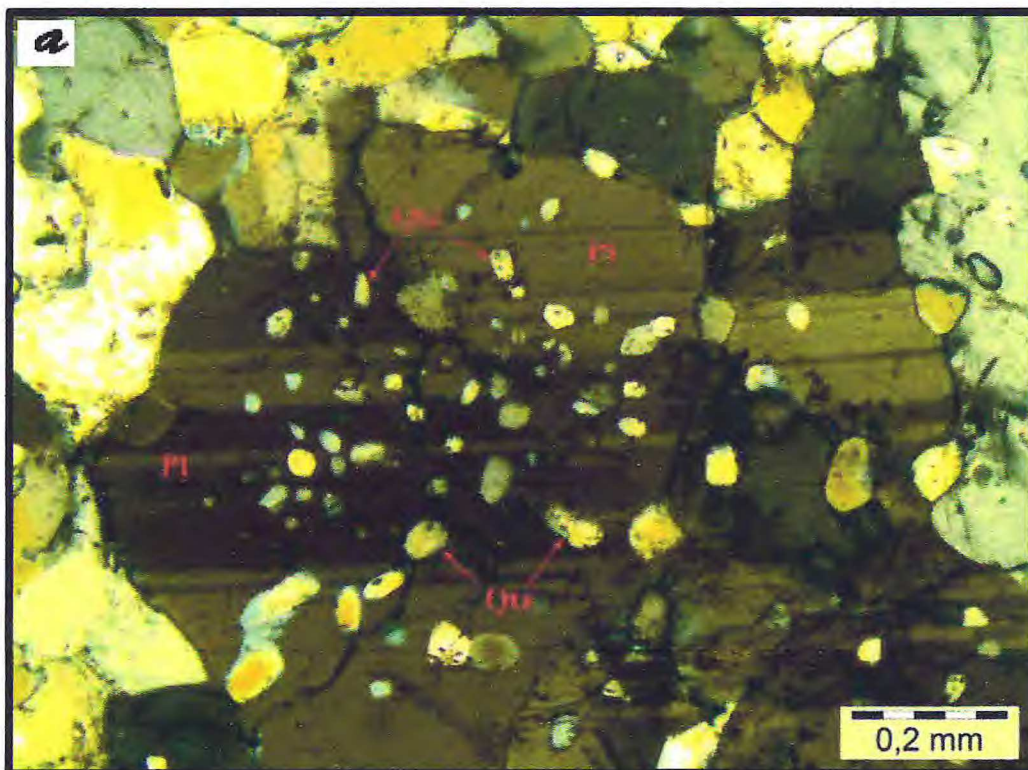
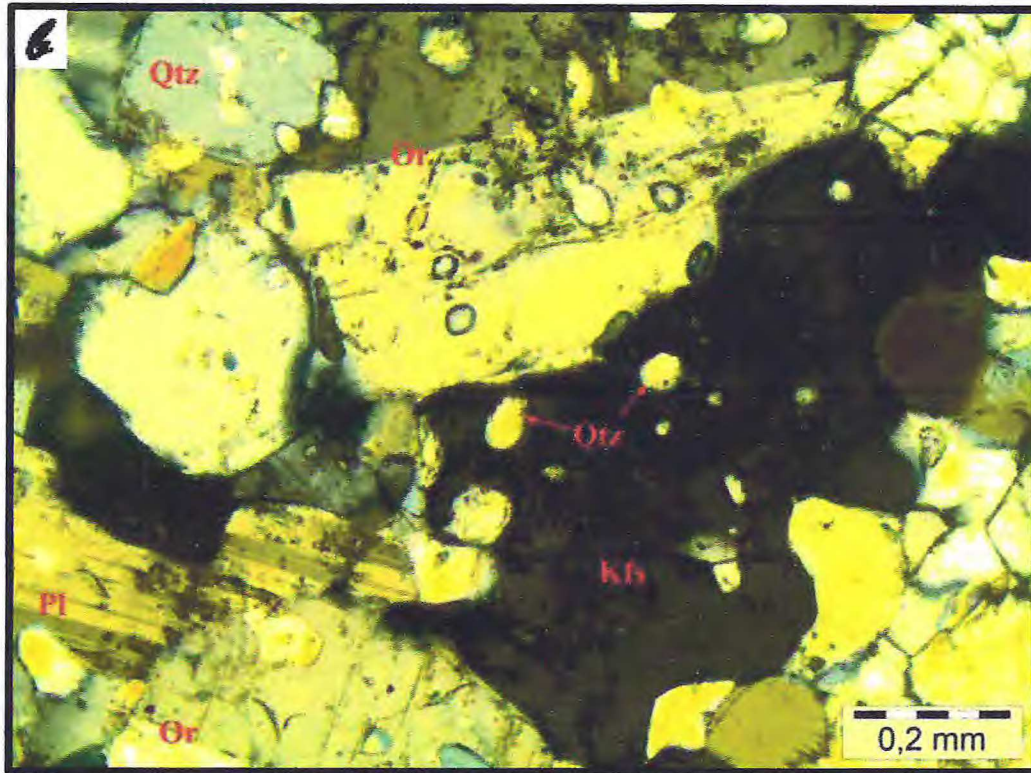


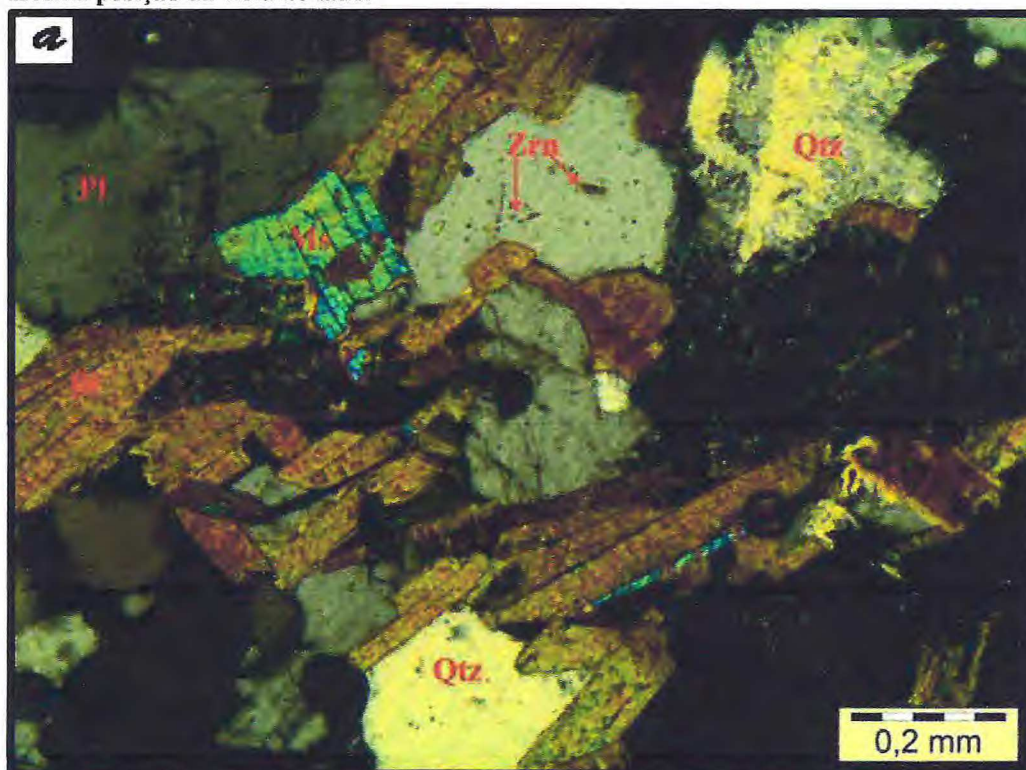
Figura 5.8: a) Fotomicrografia com luz ortoscópica de plagioclásio (Pl) com inclusões de quartzo (Qtz). b) Ortoclásio (Or), plagioclásio e microclina com intrusões de quartzo.

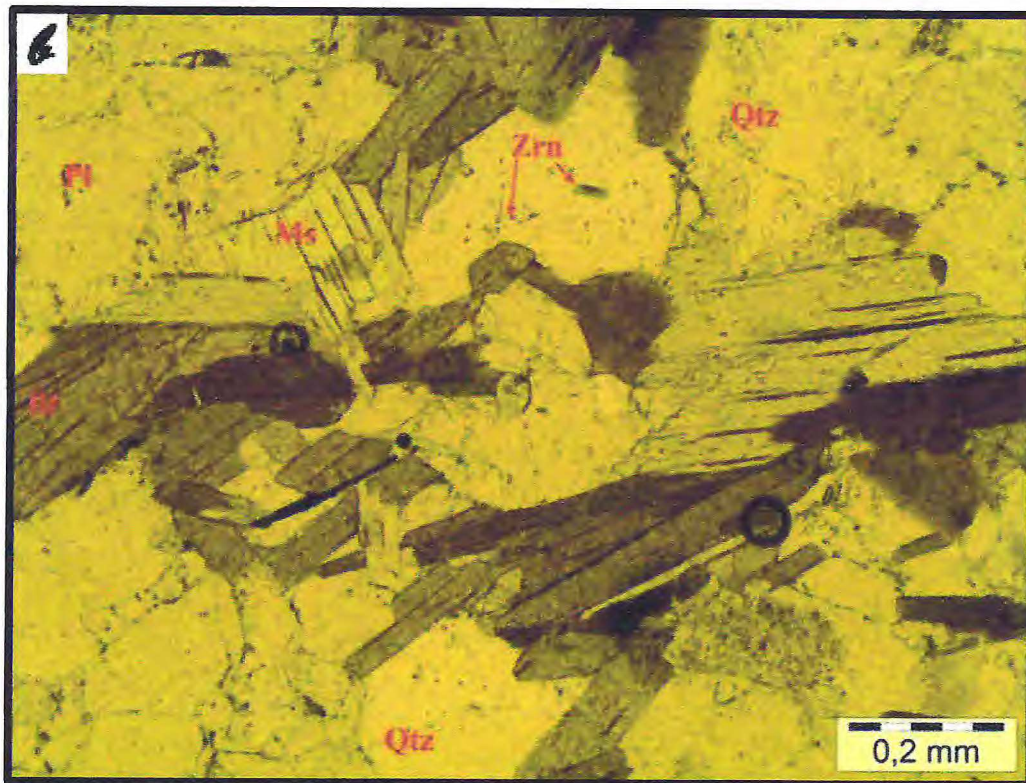




Biotita e muscovita (Figura 5.9) ocorrem em geral associadas distribuídas ao longo da seção sem orientação preferencial. Constituem lamelas que variam de idiomórficas a subdiomorfas.

Figura 5.9: a) Fotomicrografia com luz ortoscópica de biotita (Bt) e muscovita (Ms), com presença de zircão (Zrn) e quartzo (Qtz). b) Fotomicrografia a luz natural polarizada na mesma posição da vista ao lado.

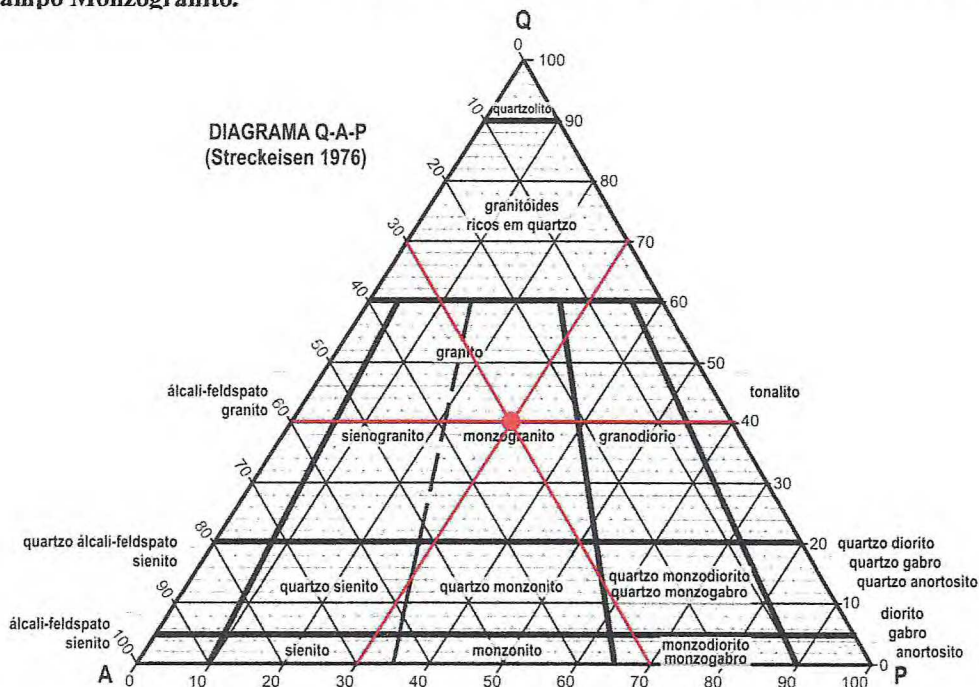




As granadas ocorrem em diminutos grãos, assim como o zircão e apatita dispersos pela lâmina.

No diagrama QAP, por meio da distribuição modal, o granito foi classificado como sendo um Monzogranito (Figura 5.10).

Figura 5.10: Diagrama QAP com a classificação do Granito Banabuiú posicionado no campo Monzogranito.



CAPÍTULO VI – GEOLOGIA ESTRUTURAL

Neste capítulo são abordadas as feições estruturais dúcteis e rúpteis identificadas em campo, as quais caracterizam eventos e níveis crustais distintos e refletem o comportamento geotectônico regional.

6.1 FEIÇÕES DÚCTEIS

6.1.1 – Bandamento Gnáissico e Foliação Milonítica

Na área em apreço, foram identificados dois tipos de estruturas planares, tais estruturas correspondem a foliação tectônica no granito, evidenciado pela organização planar dos minerais (Figura 6.1); e a foliação no gnaisse do embasamento representados pelo seu bandamento composicional (Figura 6.2).

Figura 6.1: No detalhe a foliação caracterizada pela orientação dos minerais no granito. Coordenadas UTM: 0499836mE / 9418510mN.

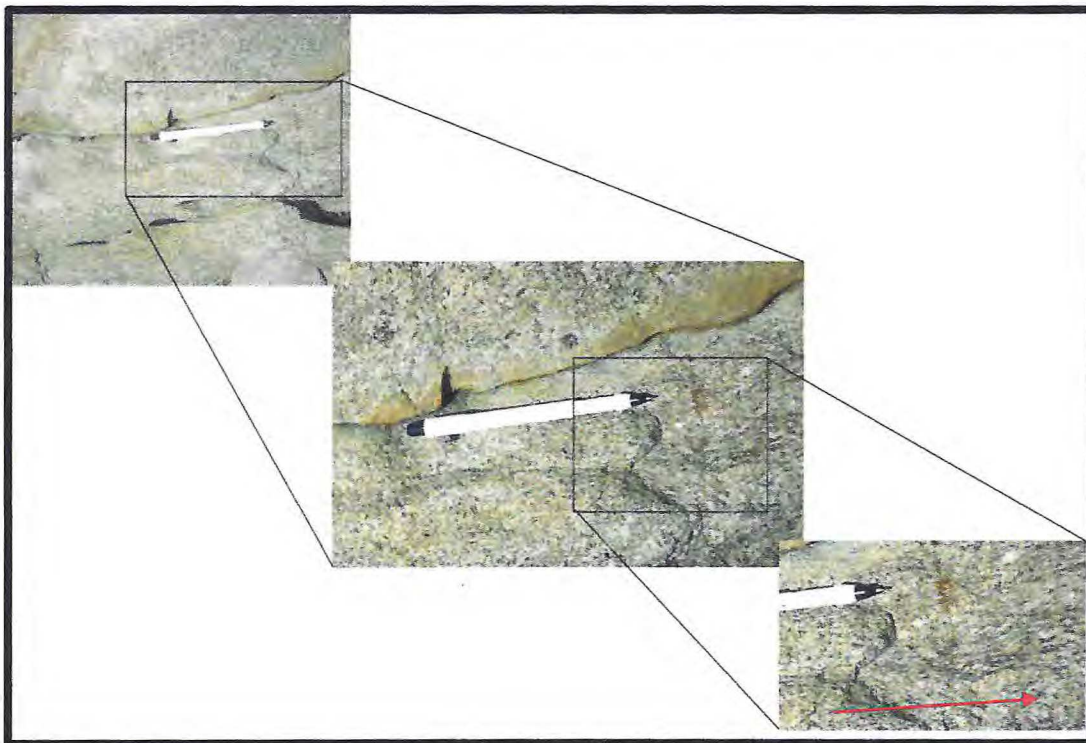


Figura 6.2: Foliação representada pelo bandamento composicional do gnaise. Coordenadas UTM: 0498247mE / 9416736mN.

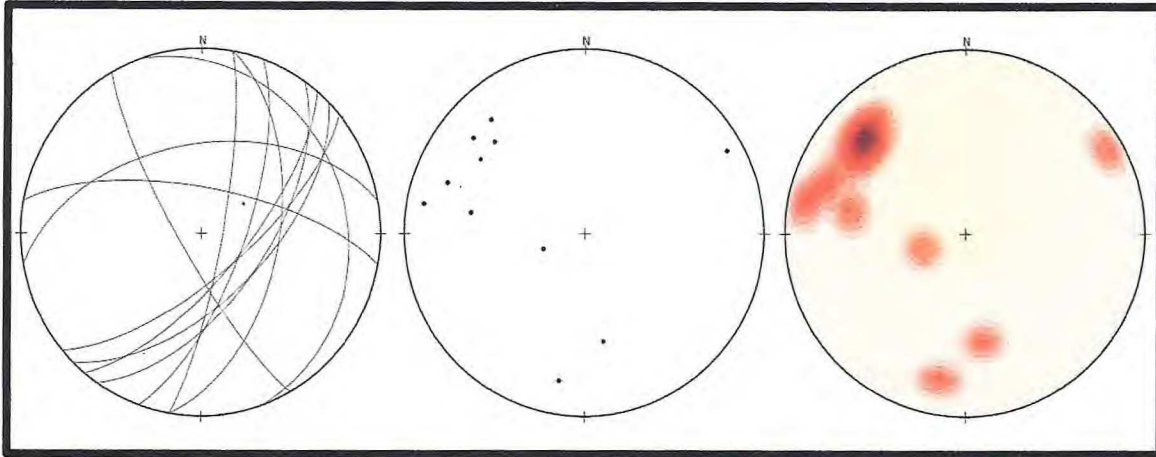


A foliação milonítica existente no granito ocorre localmente, na porção norte da área, com direção para nordeste apresentando um mergulho de 54° para sudeste.

O embasamento gnaise-migmatítico do Complexo Acopiara possui os efeitos de uma deformação dúctil, provavelmente devido à proximidade com a Zona de Cisalhamento Orós localizada a leste. Neste complexo foram geradas estruturas que refletem condições crustais profundas, manifestando – se na maioria dos casos, por uma foliação S_{n-1} com direção NE-SW, com mergulhos subverticais para leste e para oeste (Figura 6.3).

Os enclaves dentro dos granitos na sua maioria estão apontando para a mesma direção do “trend” preferencial da foliação regional para NE-SW.

Figura 6.3: Gráficos de estereograma demonstrando os planos de foliação, com direções preferenciais para NE-SW e mergulho médio de 80°, à esquerda, os polos no centro e os contornos dos polos à esquerda.



6.1.2 – Dobras

As dobras existentes na área são decorrentes da deformação do plano S_{n-1} do bandamento gnáissico. Estas dobras são características de deformação dúctil, e apresentam-se em escalas variadas que vão desde dimensões centimétricas a decamétricas. Em geral são dobra isoclinais nas quais uma foliação plano axial S_n assume atitude paralela ao bandamento dobrado S_{n-1} ($S_n//S_{n-1}$) (Figura 6.4). Dobras assimétricas intrafoliais com eixos verticais, por vezes são também reconhecidas, e em alguns afloramentos evidenciam início de transposição, provavelmente por influencia do funcionamento da Zona de Cisalhamento Óros (Figura 6.5).

Migmatitos do Embasamento e os enclaves contidos no granito Banabuiú possuem dobras intrafoliais e caracterizam condições de altas temperaturas, ambiente crustal profundo (Figura 6.6).

Figura 6.4: Dobras com plano axial paralelo ao plano de foliação, com uma melhor visualização no desenho esquemático abaixo, demonstrando os planos S_n e S_{n-1} em vermelho. Coordenadas UTM: 0498247mE / 9416736mN.

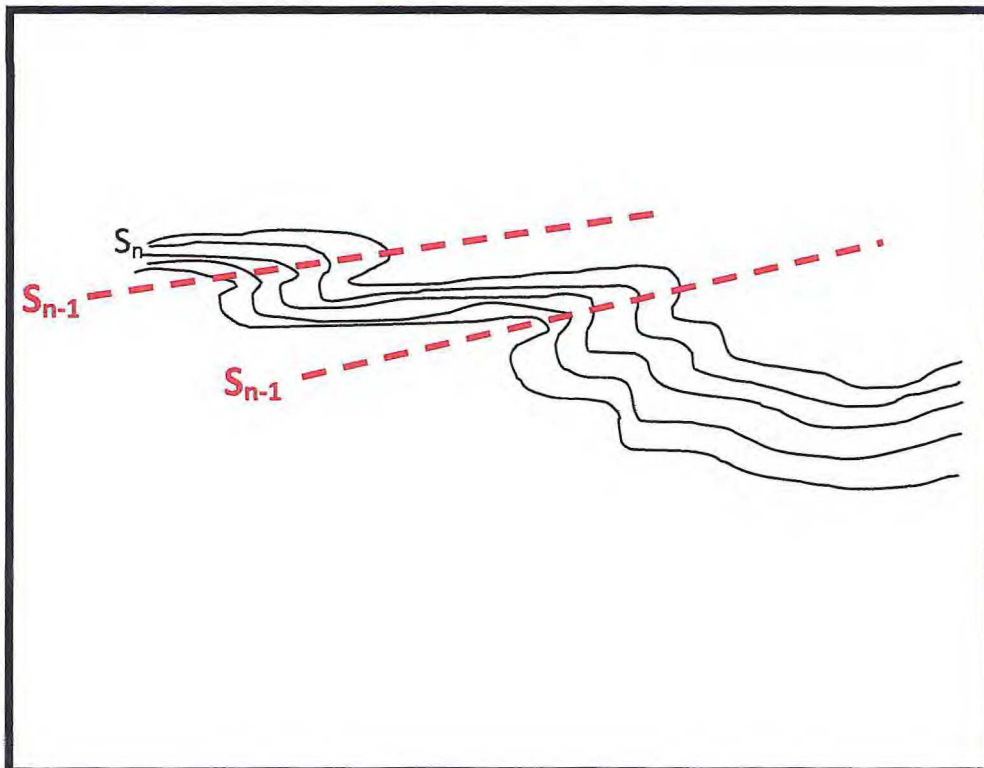
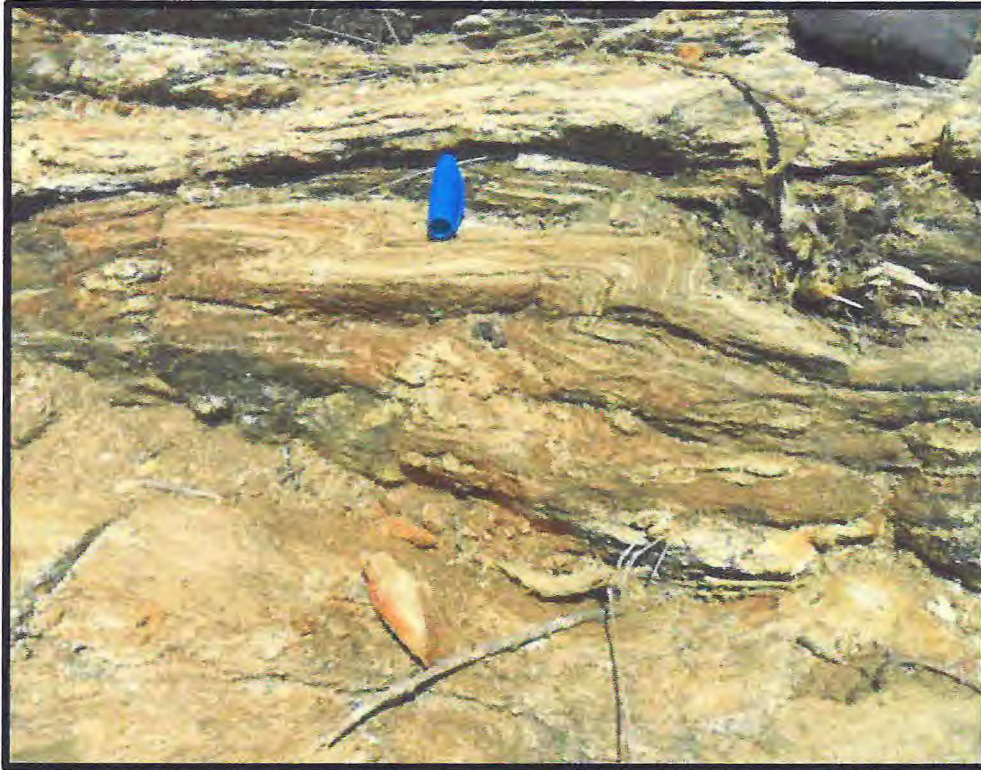


Figura 6.5: Dobras intrafoliais assimétricas com a direção do esforço evidente, indicado pelas setas vermelhas. Coordenadas UTM: 0500776mE / 9417612mN.

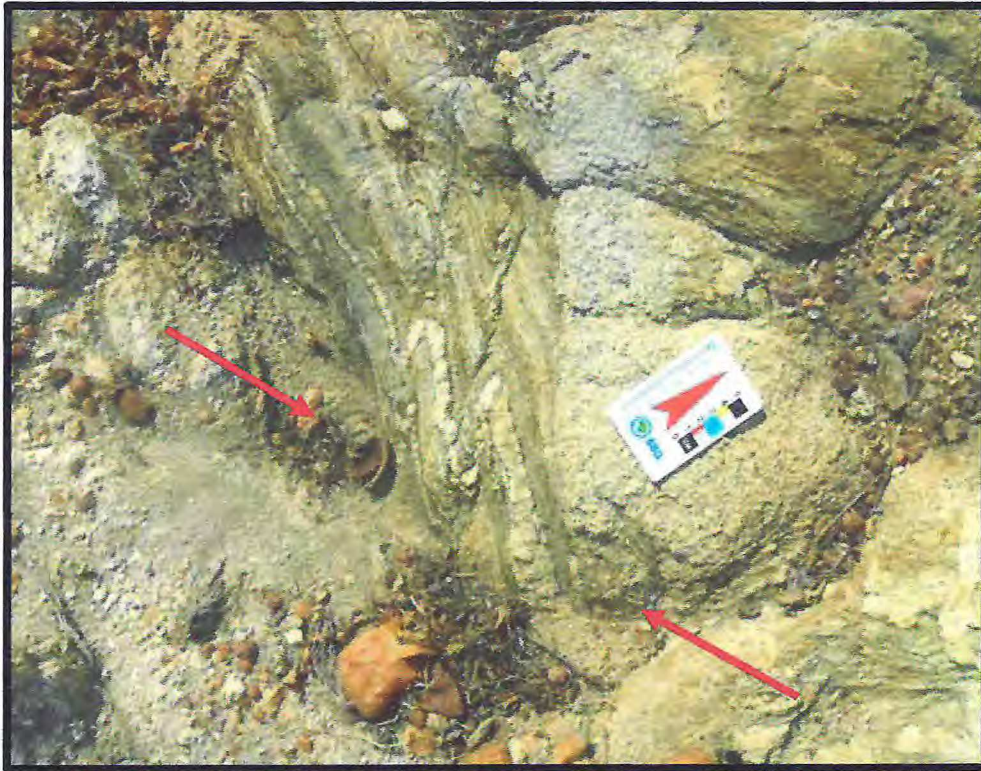


Figura 6.6: Dobras intrafoliais de um migmatito contido no granito. Coordenadas UTM: 0500610mE / 9417590mN.



6.2 FEIÇÕES RÚPTEIS

6.2.1 – Juntas e Diaclases

As juntas estão presentes em toda área de estudo, tanto em afloramentos do complexo gnáissico-migmatítico quanto no do granito. Estas discontinuidades foram geradas após os eventos deformacionais dúcteis, e são caracterizadas por sua sobreposição às feições dúcteis, sendo reconhecidas nos litotipos aflorantes em toda a área mapeada. Algumas destas juntas estão preenchidas por pegmatitos e pequenos veios de quartzo (Figura 6.7). Em alguns afloramentos ocorrem duas famílias de juntas: uma com direção NE-SW e outra com direção NW-SE, as quais podem representar um par cisalhante (Figura 6.8). A maioria das medidas aponta uma direção preferencial para noroeste sudeste e para nordeste sudoeste (Figura 6.9). Parte delas, portanto acompanha o “*trend*” preferencial da foliação regional.

Figura 6.7: Fratura preenchida por pegmatito com direção para o Norte. Coordenadas UTM: 0499609mE / 9416574mN.



Figura 6.8: Fraturas preenchidas por pegmatitos em duas direções para NE-SW e para NW-SE. Coordenadas UTM: 0496850mE / 9418554mN.

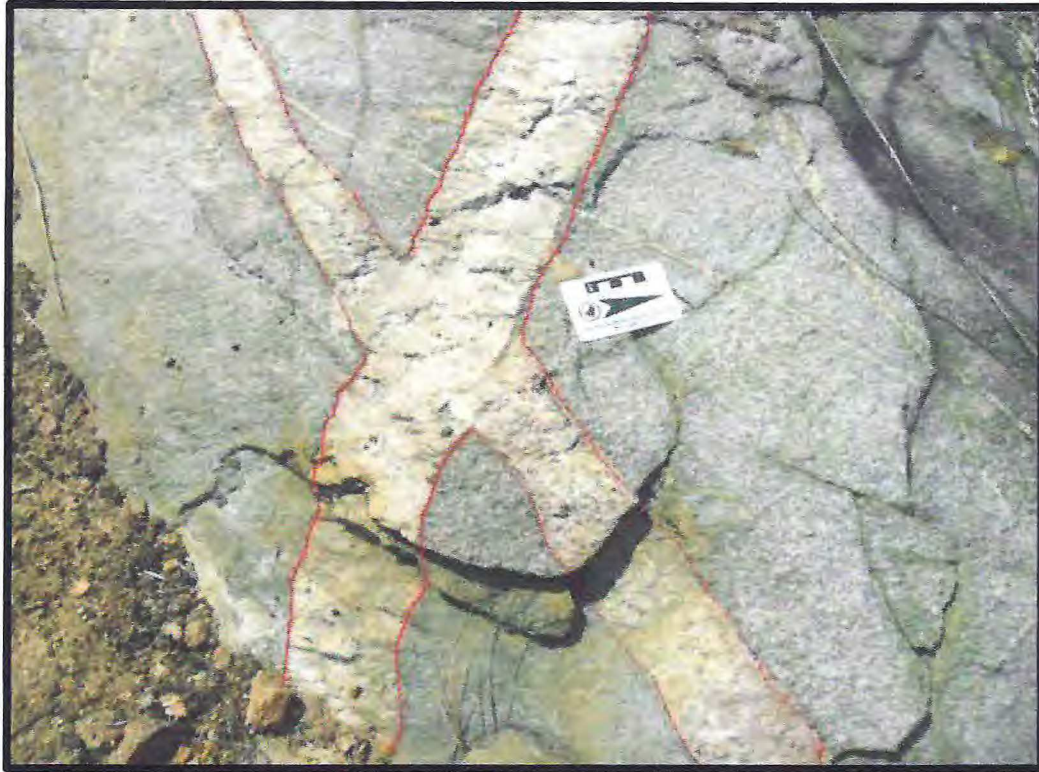
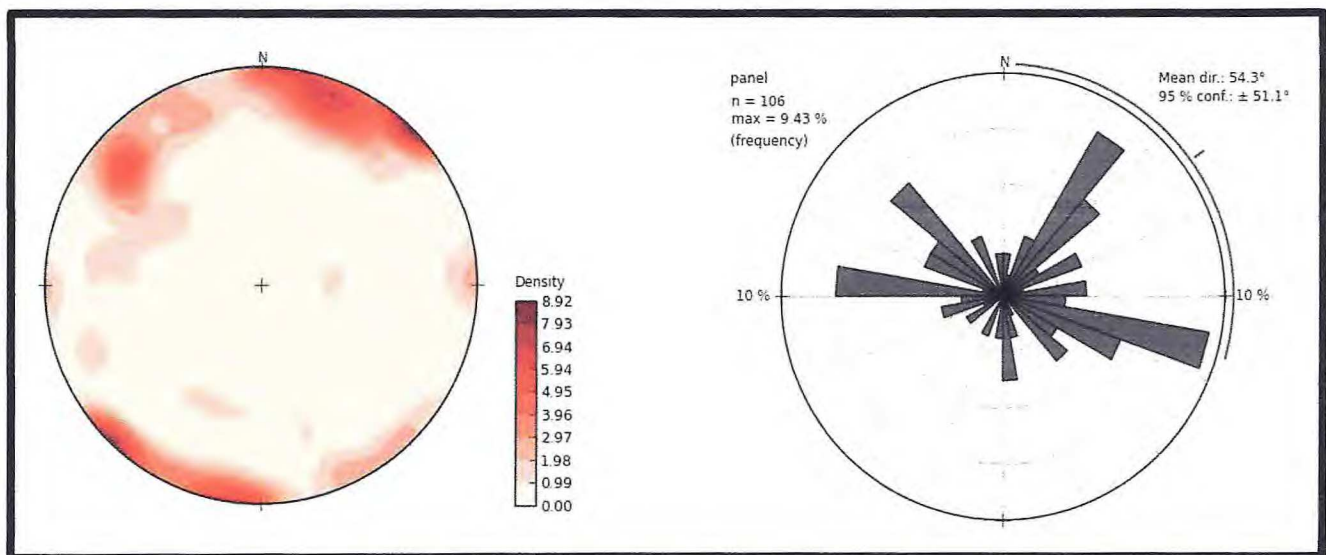


Figura 6.9: Estereograma demonstrando os dados das 81 medidas de fraturas. À esquerda pode ser observada a densidade dos polos de fraturas em vermelho. À direita diagrama de roseta onde pode ser observada a direção preferencial, NE-SW e NW-SE, das fraturas decorrentes na área.



Diaclases ocorrem por vezes seccionando o granito, sendo possível uma melhor observação em grandes blocos localizados na região centro-oeste, com uma rede de diaclase sistemática (Figura 6.10 e 6.11).

Figura 6.10: Diaclases sistemáticas presentes no granito. Coordenadas UTM: 04997402mE / 9417232mN.

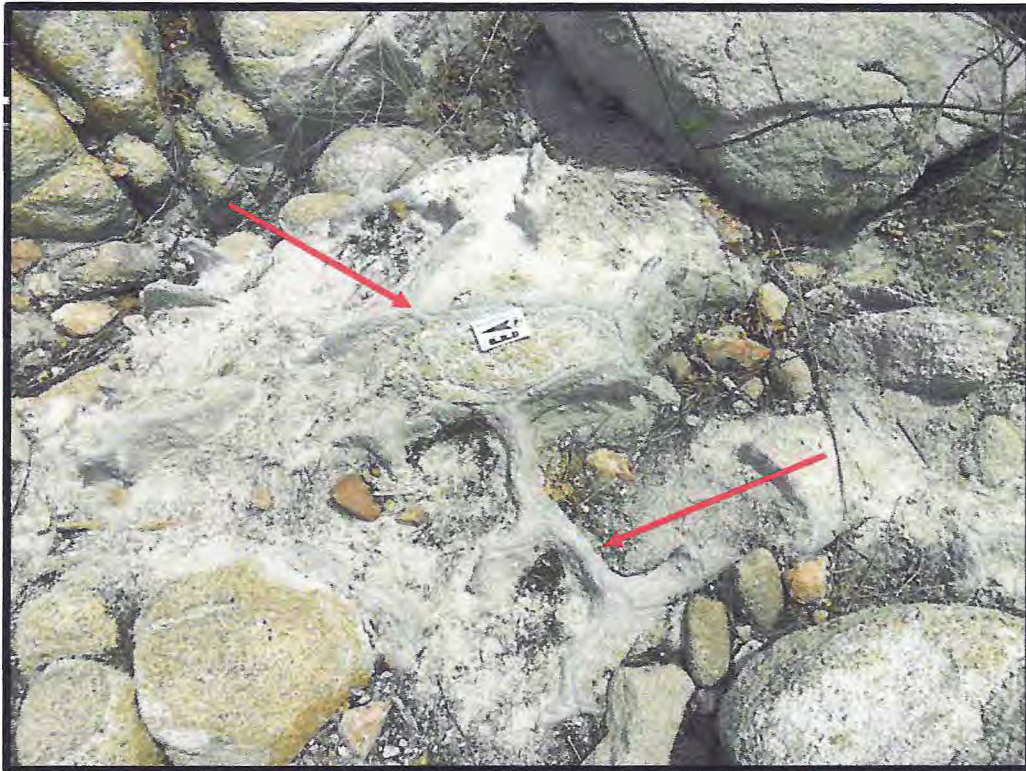


Figura 6.11: Diaclases não sistemáticas presentes no granito. Coordenadas UTM: 049686mE / 9417808mN.



As diaclases são por vezes preenchidas por argilas esverdeadas, geradas possivelmente pela percolação de água nas fraturas intemperizando e alterando os feldspatos (Figura 6.12).

Figura 6.12: Argilas que preenchem as diaclases no granito, decorrentes da dissolução dos feldspatos, devido a percolação de água nas fraturas. Coordenadas UTM: 0499445mE 9416578mN.



CAPÍTULO VII – METAMORFISMO

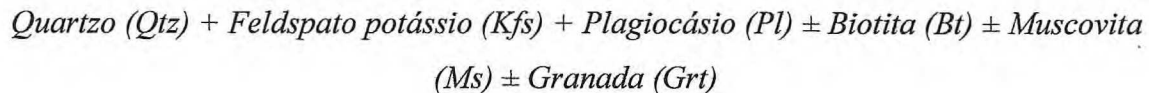
Metamorfismo é o processo de transformação, por meio dos quais uma rocha originalmente formada em um ambiente ígneo, sedimentar ou mesmo metamórfico, recristaliza-se para produzir uma rocha metamórfica (Yardley, 2004).

Através das informações obtidas pelas análises petrográficas, como associações minerais e de texturas são estimadas as condições de pressão e temperatura nas quais as rochas de interesse foram submetidas, conseqüentemente indicando, o grau metamórfico e os possíveis protólitos.

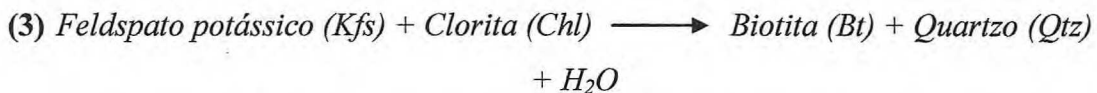
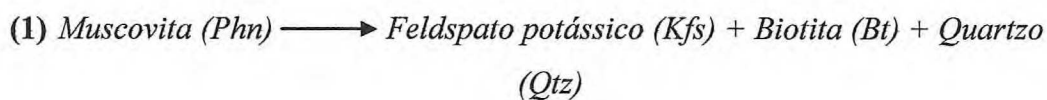
7.1) Embasamento Gnáissico-Migmatítico

7.1.1 – Biotita Gnaiss

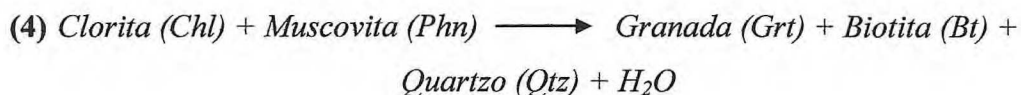
O biotita gnaiss é caracterizados pela seguinte associação mineral:



O desenvolvimento da biotita segundo Winkler (1978) e Yardley (2004) pode ser explicado pelas seguintes reações:



O surgimento da granada em rochas pelíticas ao seu turno pode ser demonstrado pela reação:



Na reação (1) a muscovita com o acréscimo de pressão e temperatura, sofre reação de “quebra” e gera feldspato potássico, biotita e quartzo.

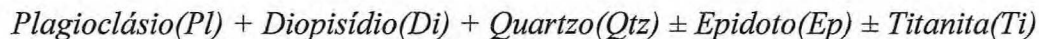
O surgimento da biotita pode ser explicado por meio da reação entre a muscovita (pobre em fengita) e clorita (reação 2). Por outro lado na reação (3) a biotita pode se desenvolver a partir de feldspato potássico e clorita.

No entanto, segundo Winkler (1978), a associação feldspato potássico + clorita é rara em rochas metassedimentares submetidas a condições de pressão e temperatura do Fácies Anfíbolito, originando paragnaisse com início de processo de anatexia.

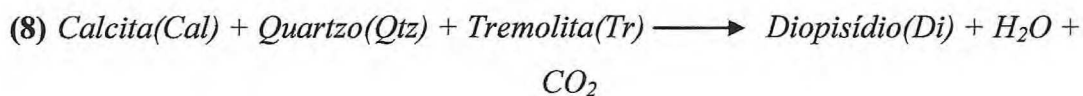
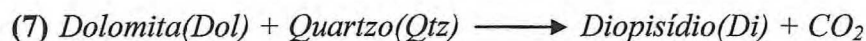
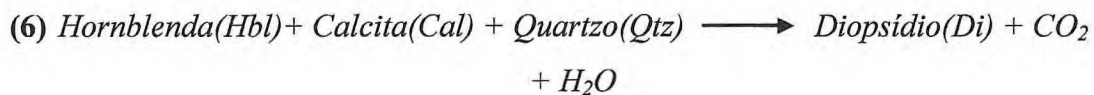
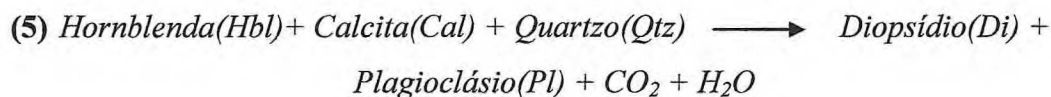
Na reação de número (4) a granada, biotita e quartzo podem se desenvolver a partir da reação da clorita (e / ou estauroilita) com a muscovita, em temperaturas ao redor de 550 °C e pressões entre 4 e 7 kb, com início de fusão.

7.1.2 – Calcissilicática

A associação mineral característica encontrada na calcissilicática segue abaixo:



Os minerais mais representativos desta associação correspondem ao plagioclásio e diopsídio, com reações de surgimento representadas por:



Na reação (5) a hornblenda, calcita e o quartzo foram consumidos para o surgimento do diopsídio e plagioclásio.

A reação (6) por sua vez explica apenas o surgimento do diopsídio.

A reação (7) exhibe o surgimento do diopsídio a partir da reação entre o quartzo e a dolomita, mas comum em mármore impuros.

Na reação (8) a calcita, o quartzo e a tremolita foram consumidos para geração do diopsídio no sistema.

A presença de fluidos nas rochas calcissilicáticas, como por exemplo, a fração molar CO_2 e H_2O , torna amplo o campo de estabilidade das reações, sendo muito difícil estabelecer uma condição de temperatura e pressão mais precisa para as rochas pretéritas que as geraram, entretanto Yardley (2004) sugere que a presença do diopsídio em calcissilicáticas pode indicar condições do Fácies Anfíbolito.

CAPÍTULO VIII – EVOLUÇÃO GEOLÓGICA

As relações entre os litotipos da área de estudo pôde ser integralizada através de dados coletados em campo, petrografia e de uma bibliografia já existente, ajudando desta forma, na construção da história evolutiva da região.

O embasamento da região é composto por terrenos gnáissicos-migmatíticos, estes estão representados na região como Complexo Acopiara, o qual apresenta Idade Modelo T_{DM} (Sm/ Nd) de 2.4 Ga e cristalização Paleoproterozóica de 2.095 ± 33 Ma (Lima *et al.*, 2010).

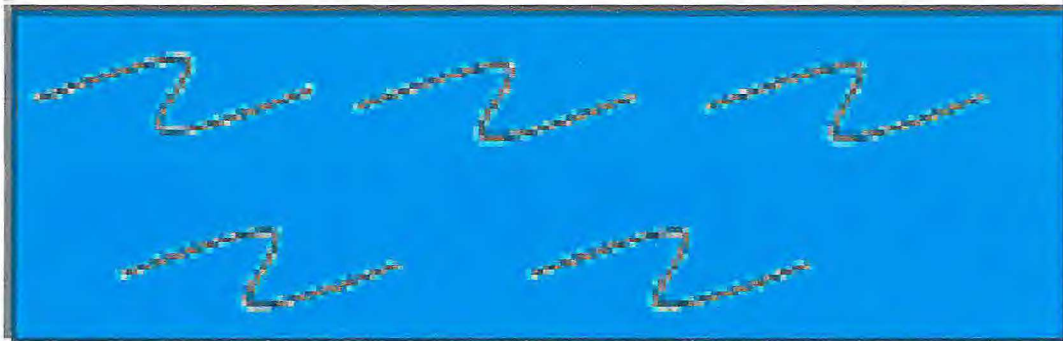
Durante a formação do continente “Atlântida”, posicionado entre os cratons Oeste Africano/São Luis e São Francisco/Congo, quando ocorreu a geração de uma tectônica convergente e o desenvolvimento de arcos de ilhas. Neste período entre 2,2 e 2,0 Ga (Fetter, 1999) ocorreu o amalgamento e a consolidação dos terrenos gnáissico-migmatíticos.

No intervalo compreendido entre 900 e 750 Ma, ocorreu a deposição de Coberturas Neoproterozóicas, possivelmente em um novo regime extensional que evoluiu por cerca de 640 Ma. A continuidade deste período ocorreria regime compressional e convergência entre o Cráto Oeste Africano e São Francisco/Congo, de 640 a 620 Ma (Lima, 2007). O estágio compreendido entre 600 e 540 Ma, correspondente ao Ciclo Brasileiro, seria marcado por um metamorfismo em condições do Fácies Anfibolito e intenso magmatismo granítico (Lima, 2007). Neste período ocorreu a intrusão do granito Banabuiú em meio aos gnaisses migmatíticos. Estes granitos denominados de granitos brasileiros desenvolveram-se por meio de anatexia de metapelitos do embasamento a aproximadamente 580 Ma (Nogueira, 2004; Lima *et al* 2010), marcando a participação desses litotipos no Ciclo Brasileiro. Durante a intrusão o granito assimilou mega enclaves do Complexo Acopiara, entre eles gnaisses, por vezes migmatizados e rochas calcissilicáticas. Portanto, os gnaisses foram submetidos à fusão parcial e deram origem aos migmatitos, que evoluíram para formar por meio de anatexia, os granitos tipo S, onde todos esses litotipos são recortados por pegmatitos oriundos de intrusões tardias (Figura 8.1).

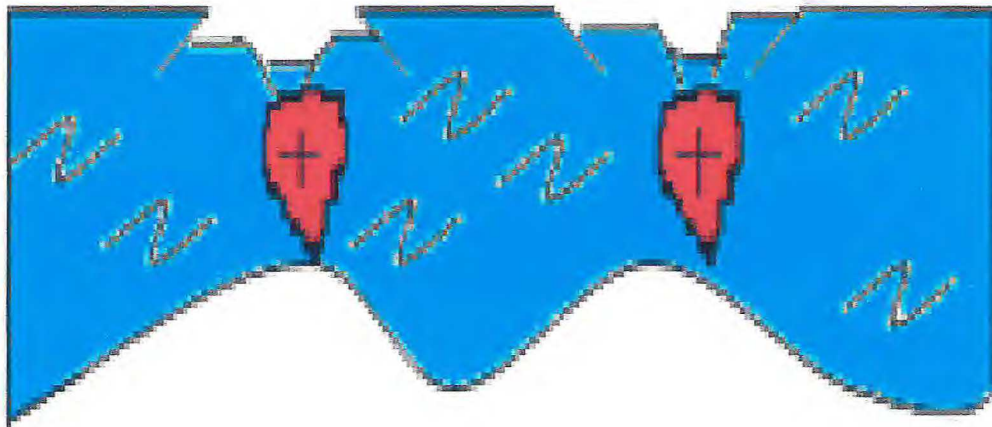
Após o Ciclo Brasileiro houve a ocorrência de intrusões tardias de pegmatitos, que recortam todas as unidades citadas acima. Estes pegmatitos seriam alojados durante o Cambriano Inferior com idades de ~ 530 Ma (Lima *et al.*, 2007 e 2009).

Os granitos decorrentes na área passaram por processos de intemperismo que originou em uma cobertura Cenozoica de sedimentos, desenvolvendo um solo quartzoso.

Figura 8.1: Desenho esquemático ilustrando a evolução geológica da área.

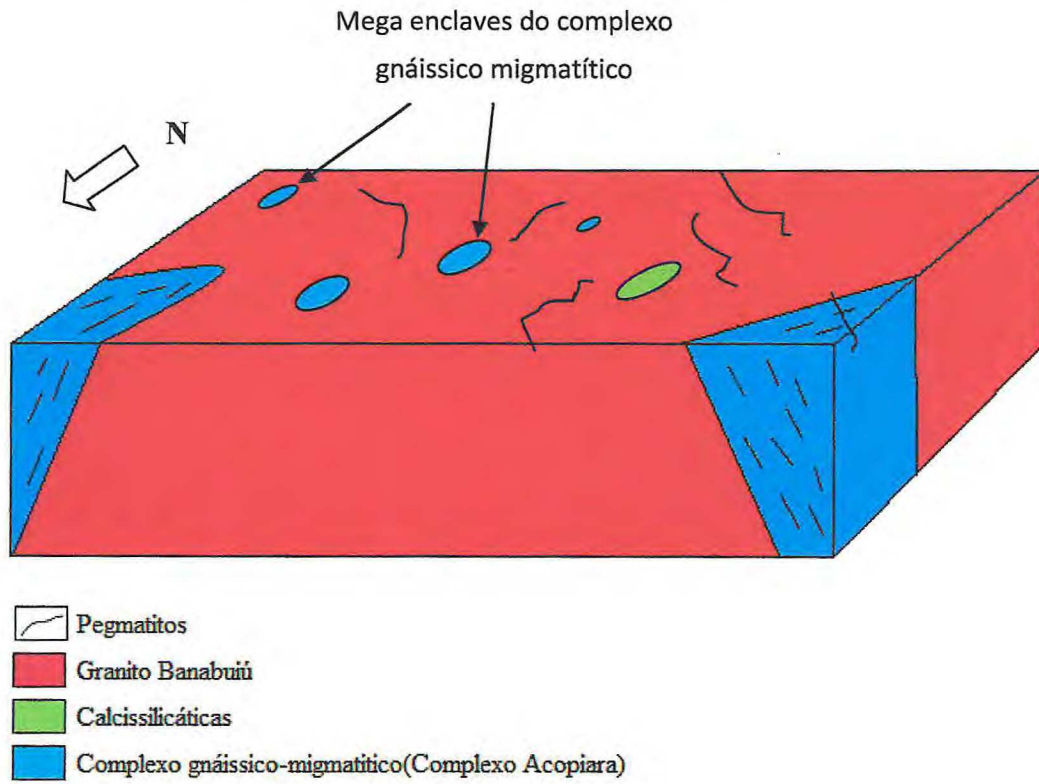


Embasamento Paleoproterozóico
(2.1 – 2.0 Ga)



Rifteamento acompanhado de sedimentação e magmatismo
(900 - 750 Ma)

Modelo representando a estruturação após o Ciclo Brasileiro:



CAPÍTULO IX – CONCLUSÕES

Considerando o conjunto de dados decorrentes do mapeamento geológico, adicionados aos obtidos das análises petrográficas, estruturais e litoestratigráficas, pode-se concluir o que segue:

As unidades litoestratigráficas aflorantes na área, da base para o topo, correspondem ao embasamento gnáissico-migmatítico com intercalações de rochas calcissilicáticas na forma de lente (Complexo Acopiara) de idade Paleoproterozóica (~2,1 Ga), granito Banabuiú Neoproterozóico (~590 Ma), intrusivo no Complexo Acopiara e com mega-enclaves do mesmo, e corpos pegmatíticos Paleozoicos (~530 Ma) que seccionam todos os litotipos acima mencionados;

O granito Banabuiú, representa o litotipo com maior distribuição na área mapeada, caracterizado por associação mineral a duas micas (muscovita e biotita) e granada típico de granitos de anatexia crustal (tipo S). Os mega-enclaves do embasamento gnáissico-migmatítico no granito, acima citados, exibem orientação preferencial para nordeste;

Os pegmatitos reconhecidos na área mapeada são predominantemente homogêneos, e ricos em muscovitas;

Estruturalmente as unidades apresentam uma foliação (S_n) com direção preferencial nordeste, de mergulho subvertical, a qual se posta em posição plano axial, às dobras isoclinais do bandamento gnáissico (S_{n-1}) assumindo atitude paralela ao bandamento ($S_n//S_{n-1}$);

As associações minerais de equilíbrio metamórfico nos gnaisses e calcissilicáticas, identificadas nas análises petrográficas permitem afirmar que tais rochas foram submetidas a condições metamórficas de Fácies Anfibolito;

Por fim, sob o ponto de vista da evolução geológica pode-se concluir que os gnaisses foram submetidos à fusão parcial e deram origem aos migmatitos, que evoluíram por meio de anatexia para os granitos tipo S, com todos esses litotipos intrudidos por pegmatitos oriundos de apófises tardias do próprio granito.

CAPÍTULO X – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA A. R. Itatira- SB.24-V-B-V, escala 1:100.000: nota explicativa integrada com Quixeramobim e Boa Viagem./Afonso Rodrigues de Almeida, Clovis Vaz Parente, Michel Henry Arthaud - Ceará: UFC/CPRM, 2008.
- ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A. Províncias Estruturais Brasileiras. In: 8º SIMP. GEOL. NORDESTE, Campina Grande. Atlas... Campina Grande, SBG, p. 363-391, 1977.
- AMARAL, W. S. Análise geoquímica, geocronológica e termobarométrica das rochas de alto grau metamórfico, adjacentes ao arco magmático de Santa Quitéria, NW da Província Borborema/Wagner da Silva Amaral. -- Campinas, SP : [s.n.], 2010.
- ARTHAUD, M.H. Evolução neoproterozóica do Grupo Ceará (Domínio Ceará Central, NE Brasil): da sedimentação à colisão continental brasileira. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasil, 2008.
- ARTHAUD, M. H. Geologia e tectônica no Domínio Ceará Central. Qualificação ao Doutorado em Geologia, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília (UNB). 270 pp. 2005.
- ARTHAUD, M. H.; VASCONCELOS, A. M.; OLIVEIRA, F. V. C. As seqüências metassedimentares do Ceará Central. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40., 1998, Belo-Horizonte. Anais... Belo Horizonte: SBG, 1998b.
- ARTHAUD, M. H.; ALMEIDA, A. R.; ANDRADE FILHO, J. F.; MARANHÃO, C. M. L.; NOGUEIRA NETO, J. A.; PARENTE, C. V.; SIDRIM, A. C. G.; SOUSA, J. V.; TORQUATO, J. R. A Utilização dos Critérios Rotacionais em Zonas de Cisalhamento Dúctil: O Exemplo do Complexo Granítico de Quixadá – Quixeramobim – Ceará. In: Simp. Nac. de Estudos Tectônicos. 1. Salvador. Bol. Res. P. 45-47. 1987.
- ARTHAUD, M. H.; LANDIM, D. F. Relações da seqüência metassedimentar de Quixeramobim com seu embasamento. In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 16., Recife. Atas... Recife: SBG, 1955. v. 1, p. 125-128. 1995.
- ATLAS DO CEARÁ. CD-ROOM, editado pelo IMPLANCE – Instituto de Planejamento do Ceará, Secretaria do Planejamento e Coordenação – SEPLAN, 1997.

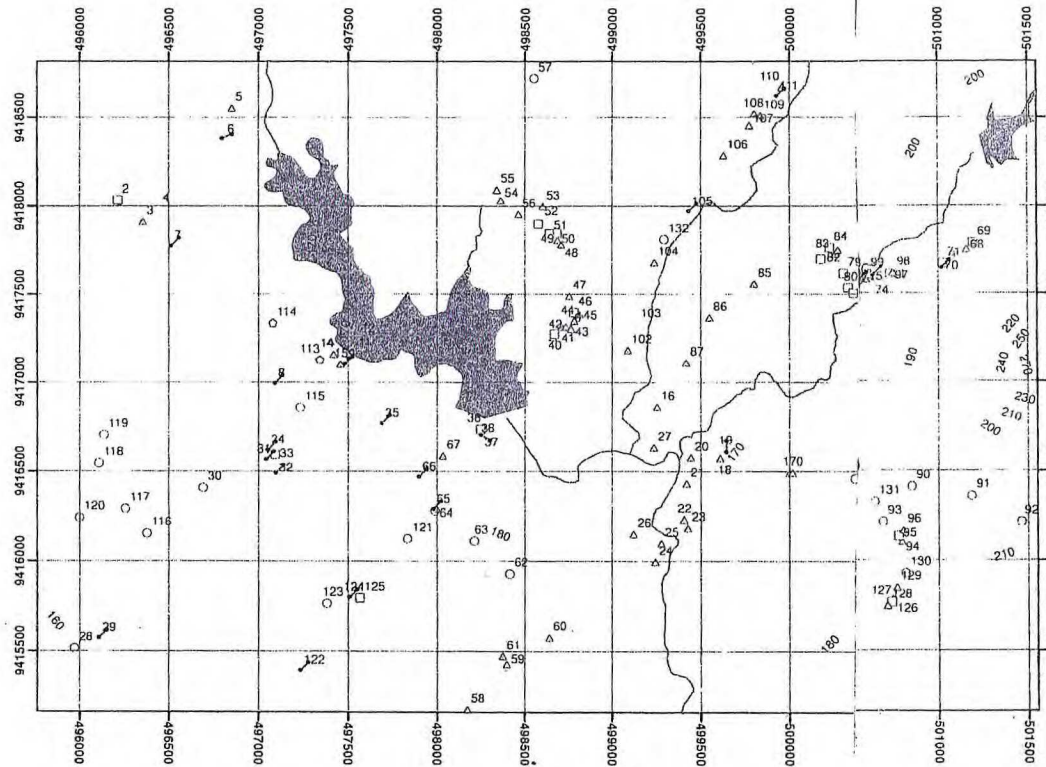
- BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J.H. Geologia, Tectônica e Recursos minerais do Brasil: Texto, Mapas & SIG. Brasília: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2003. 692 p.
- BRITO NEVES, B.B., PASSARELI, C.R, BASEI, A.A.S. & SANTOS E.J. U-Pb age of some classic granites of the Borborema Province. IV South American Symposium of Isotope Geology, Salvador, Brazil, 2003. 158-159.
- BRUCHER, K. & FREY, M. Petrogenesis of Metamorphic Rocks. Springer – Verlag, Berlin. 318p, 1994.
- CABY, R.; ARTHAUD M. H.; ARCHANJO C. J. Lithostratigraphy and petrostructural characterization of supracrustal units in the Brasiliano Belt of Northeast Brazil: geodynamic implications. J. South Amer. Earth Sciences, Barking Essex, n. 8, p. 235-246, 1995.
- CABY, R.; ARTHAUD M. H. Major Precambrian nappes of the Brazilian Belt. Ceará, Northeast Brazil. Geology, Boulder, n. 14, p. 871-874, 1986.
- CAVALCANTE, J. C. et al. Mapa geológico do Estado do Ceará – Escala 1:500.000. MME/CPRM. 2003.
- CAVALCANTE, J. DE C. & FERREIRA, C. A. Mapa Geológico do Estado do Ceará. Escala 1/500.000, MME. CPRM/DNPM, 1983.
- FETTER, A. H. et al. Evidence for neoproterozoic continental arc magmatism in the Santa Quitéria Batholith of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: implications for the assembly of West Gondwana. Gondwana Research, Japan, v. 6, p. 265-273, 2003.
- FETTER, A. H. et al. UPb and Sm-Nd geochronological constraints on the crustal evolution and basement architecture of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: implications for the existence of the Paleoproterozoic Supercontinent “Atlantica”. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 102-106, 2000.
- FETTER, A.H. U–Pb and Sm–Nd Geochronological constraints on the crustal framework and geological history of Ceará State, NW Borborema Province, NE

- Brazil: implications for the assembly of Gondwana. Ph.D. Thesis, University of Kansas, 1999.
- IBGE/IPECE. Perfil Básico Municipal – Banabuiú, 2011
- INESP – Instituto de estudos e pesquisas para o desenvolvimento do estado do Ceará - Caderno regional da sub-bacia do Banabuiú / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará; Eudoro Walter de Santana (Coordenador). – Fortaleza. 116p. : il. – (Coleção Cadernos Regionais do Pacto das Águas, v. 2) ISBN 978-85-87764-99-7 (coleção) 978-85-7973-001-6 (v.) 1. Recursos Hídricos – Ceará I. Santana, Eudoro Walter de. II. Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. III. Título CDD- 628.1, 2009
- JOHNSTON, JR., W. D. Pegmatitos Ambligonita-berilo-tantalíferos do Ceará, Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro. DNPM. FPM. Avulso 66. 43 p. 1945.
- LIMA, M.N.; NOGUEIRA-NETO, J.A.; AZEVEDO, M.R. & VALLE-AGUADO, B. Geologia y geocronología U-Pb Del granito de Banabuiú, Noreste de Ceará, Brasil. *Estúdios Geológicos* [em línea], manuscrito aceptado, doi:10.3989/egeol.40196.113, 2010.
- LIMA, M. N.; MARIA DO ROSARIO AZEVEDO; JOSE DE ARAUJO NOGUEIRA NETO; GABRIELA MEIRELES ROSA; UMBERTO GIUSEPPE CORDANI 2009. Rb-Sr and K-Ar Ages For Pegmatites From The Banabuiu Region, Borborema Province, Brazil. *Estudos Geologicos* v. 19 (2), 2009.
- LIMA, M. N. Caracterização litogeoquímica do granite Banabuiú e seus encaixantes (Brasil) – Universidade de Aveiro, 2008. Mapeamento Geológico e Potencial Metalogenético de uma Porção Localizada no Município de Banabuiú, Nordeste do Estado do Ceará (Área II) – Fortaleza, Ceará – UFC, 2008.
- LIMA, M. N.; NOGUEIRA NETO, J. A.; AZEVEDO, M.; GARCIA, M. G. Sm-Nd TDM Ages in Pegmatites from the Quixeramobim-Solonópole Pegmatitic District, Banabuiu Region, Northeastern Brazil. *Anais GRANITIC PEGMATTITES: THE STATE OF THE ART International Symposium*. Porto - Portugal: Universidade do Porto. v. Único. p. 54-55. LIMA, M. N. 2007.

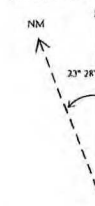
- MARTINS, G.; OLIVEIRA, E. P. Arcabouço litoestrutural da suíte metamórfica Algodões-Choró, Domínio Ceará Central da Província Borborema. *Revista de Geologia*, Fortaleza, v. 17, n. 1, p. 38-51, 2004.
- MARTINS, G. Litogeoquímica e controles geocronológicos da Suíte Metamórfica Algodões-Choró. 2000. 218 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.
- NOGUEIRA, J. F. Estrutura, Geocronologia e Alojamento dos Batólitos de Quixadá, Quixeramobim e Senador Pompeu – Ceará Central. Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro – São Paulo, Tese de Doutorado. 140p, 2004.
- PARENTE, C. V. & ARTHAUD, M. H. O Sistema Orós-Jaguaribe no Ceará – NE do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*. Vol. 25 (4): 297–306, 1995.
- PESSOA, R. R.; ARCHANJO, C. J. Tectônica de empurrões na região de Tróia-CE. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SGB, 1984. p. 1721-1728, 1984.
- ROSA, G. M. Petrografia, química mineral, litoquímica e caracterização tecnológica de litotipos de uma área a oeste de Banabuiú-ce – UFC, 2011.
- ROSA, G. M.; LIMA, M. N.; NOGUEIRA NETO, J. A. Período de Alojamento e Relações Petrogenéticas entre Pegmatitos e Rochas Encaixantes da Região de Banabuiú-Solonópole (CE), Sub-Província Pegmatítica do Ceará. Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza – CE. Relatório Final do Projeto de Pesquisa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq. 17p. 2008.
- SILVA, L.C, ARMSTRONG, R., PIMENTEL, M. M., SCANDOLARA, J., RAMGRAB, J., WILDNER, W., ANGELIM, L. A., VASCONCELOS, A. M., RIZZOTO, G., QUADROS, M. L. E. S., SANDER, A., ROSA, A. L. Z. Reavaliações da evolução geológica em terrenos Pré-Cambrianos brasileiros com base em novos dados U-Pb SHRIMP, parte 3. Províncias Borborema, Mantiqueira Meridional e Rio Negro Jurena. *Revista Brasileira de Geociências* 32(4), 529-544, 2002.

- SCHOBENHAUS, C. & CAMPOS D. A. A Evolução da Plataforma Sul-Americana no Brasil e suas Principais Concentrações Minerais. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; DERZE, G. R.; ASMUS, H. E. Geologia do Brasil. Ministério das Minas e Energia/Departamento Nacional de Produção Mineral, Brasília. p 9-53, 1984.
- TORQUATO, J. R.; SIDRIM, A. C. G.; MARANHÃO, C. M. L.; PARENTE C. V.; NOGUEIRA NETO, J. A.; ANDRADE FILHO, J. F.; SOUSA, J. V.; SOUZA, M. J. N.; ARTHAUD, M. H. & AMEIDA, A. R. Granitóides do Ceará, Região de Quixadá–Solonópole. Revista de Geologia. Vol. 2, nº 1/2. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza – CE. 143p, 1989.
- WINKLER, H. G. F. Petrogenesis de Rocas Metamórficas. Ed. Espanola, Tradução Cesar Casquet & Mercedes Peinado. H. Blume Ediciones, Madrid. 346p, 1978.
- YARDLEY, B. W. D. Introdução à Petrografia Metamórfica. 2º Edição, Tradução Reinhardt Adolfo Fuck. EDUB, Brasília. 432p, 2004.

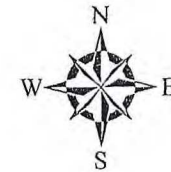
Mapa de pontos de uma área a NW de Banabuiú



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 2010 E CONVERGÊNCIA MERIDIANA DO CENTRO A FOLHA



A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA CRESCE 3,3 ANUALMENTE



Legenda


Convenções Geológicas Convenções Cartográficas

- | | | | |
|--|--------------------|--|----------|
| | Área de Estudo | | Açude |
| | Curvas de Nível | | Drenagem |
| | Pegmatitos | | |
| | Colúvio-Aluvionar | | |
| | Granito | | |
| | Calcissilicática | | |
| | Gnaiss-Migmatítico | | |



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 Origem da quilometragem UTM: equador e Meridiano Central 39° W Gr.
 acrescidas as constantes: 10 000 km e 500 km, respectivamente.
 Datum horizontal: WGS 84

Escala 1:25.000



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA


Graduando
 Wolkler Cunha Soares

Orientador
 Dr. José de Araújo Nogueira Neto

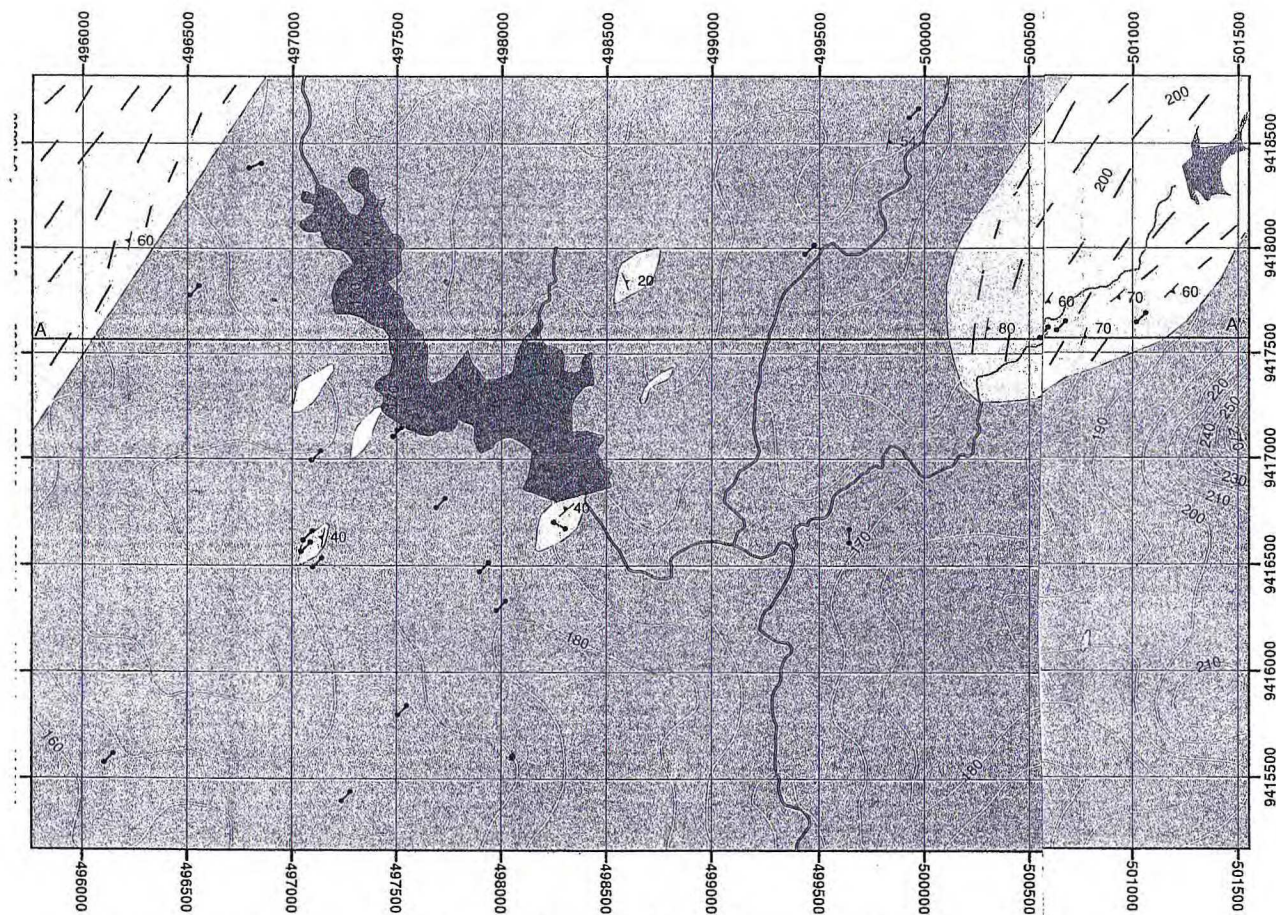
Co-Orientadora
 Ms. Martha Noélia Lima

Mapa de Pontos de uma Área
 a NW de Banabuiú - CE

Março - 2013
 Fortaleza - CE

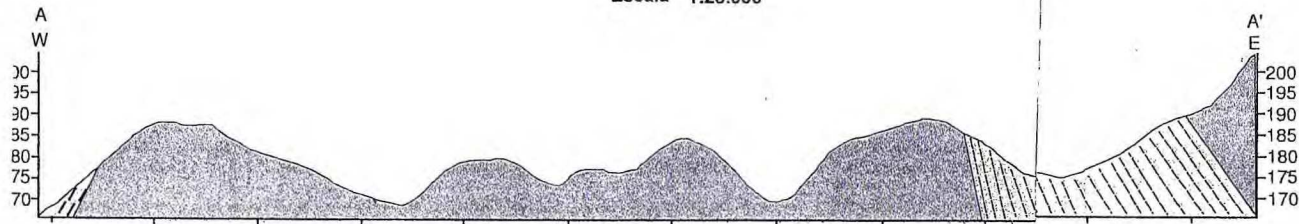


Mapa geológico de uma área a NW de Banabuiú



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 Origem da quilometragem UTM: equador e Meridiano Central 39° W Gr.
 acrescentadas as constantes: 10.000 km e 500 km, respectivamente.
 Datum horizontal: WGS 84

Escala 1:25.000



Legenda

Convenções Geológicas Convenções Cartográficas

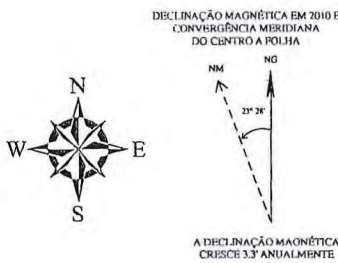
- Atitude da Folição
- Contato inferido
- Área de Estudo
- Curvas de Nível
- Traços da Folição
- Açude
- Drenagem


Litoestratigrafia

- Pegmatitos
- Granito Banabuiú
- Calcissilicática
- Embasamento Gnássico Migmatítico

Articulação da Folha

Itatira	Quixadá	Itapiúna	Bonhu
Boa viagem	Quixeremobim	Banabuiú	Limoeiro do Norte
Mombaça	Senador Pompeu	Jaguaratama	Iracema





UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Graduando
Wolker Cunha Soares

Orientador
Dr. José de Araújo Nogueira Neto

Co-Orientadora
Ms. Martha Noélia Lima

Mapa Geológico de uma Área
a NW de Banabuiú - CE

Março - 2013
Fortaleza - CE

