

Uso de geotecnologias para redefinição do Corpo Gabróico-Granítico Capela, Orógeno Sergipano

Geotechnologies for the redefinition of Gabbroic-Granitic Body Capela, Sergipano Orogeny

Lauro Roberto de Jesus Rosa
Geólogo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil
lauro.geo@ufrgs.br

Cristine Lenz
Dra. Geóloga, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
crislenz@yahoo.com.br

Romilton de Jesus Filho
Geóloga, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
romilhonfilho@hotmail.com

Lucas Santana Menezes
Geólogo, Universidade Federal da Bahia, Brasil
lsanttana@yahoo.com.br

Adriane Machado
Dra. Geóloga, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
adrianemachado@yahoo.com.br

Resumo

Com o advento de novas tecnologias, a geologia avançou em seu conhecimento. E técnicas de sensoriamento remoto como magnetometria, imagens de satélite Landsat 8 e dados *TOPODATA*, que são geoprocessados em diferentes *softwares* como o *Quantum Gis* permitiram a redefinição de novos limites geológicos na região de Capela, Sergipe. Essas informações, associadas aos dados de trabalhos de campo, permitiram a identificação de novas litologias e estruturas, o que levou a uma melhor delimitação do *pluton* em questão e a obtenção de um novo mapa geológico da região estudada. Este corpo abrange uma sucessão de rochas ígneas, formado por gabros, relacionados com quartzo-dioritos, comumente associados a xenólitos dos metassedimentos da rocha encaixante. Sua forma pode estar relacionada a ação de falhas rúpteis e assume-se nesse trabalho que não há dois corpos gabróico-graníticos, como antes se interpretava na região, e sim apenas um único corpo, chamado Corpo Capela. Seu formato final se deve principalmente a ação das falhas tardias que deslocam o *pluton* na direção NE-SW.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento, Corpo Gabróico-Granítico.

Abstract

Geological knowledge advanced with new technologies. Moreover, remote sensory like magnetometry, Landsat 8 satellite images and *TOPODATA* data are geoprocessing by a diversity of software like *Quantum Gis* that makes possible the definition of new geological limits at the area of Capela, Sergipe. The information, with work field, made identification of new lithologies and geological structures, that makes a better delimitation of a pluton in the field and a new geological map for the study area. The body has a succession of igneous rocks constituted by gabbros, associated with quartz-diorites, associated with xenoliths of metasediments from the host rock. Its shape is related to the action as rupted faults. In this paper, one can assume that it does not have two

gabbroic-granitic bodies like was interpreted before in the area, but just one called Corpo Capela. Its final shape it is because the action of late faults changes the pluton in the direction NE-SW.

Keywords: Remote sensing, Geoprocessing, Gabbroic-Granitic body.

1. 1 INTRODUÇÃO

Em estudos anteriores, o Corpo Gabróico-Granítico Capela (CGGC) era interpretado como dois corpos gabróicos-graníticos (CGG) Capela 1 e Capela 2 (Britto, 2012; Santos, 2014; Santana, 2017; Rosa *et. al.*, 2018). Esses trabalhos prévios na região, que consistiram em mapeamento geológico, juntamente com análises petrográficas e geoquímicas, permitiram identificar uma grande variedade de litologias e a sua complexidade geológica. No último trabalho realizado na região por Rosa *et. al.* (2018) ocorreram importantes mudanças no mapa geológico do CGG Capela 2. Sendo assim, se viu a necessidade de estender a pesquisa para o CGG Capela 1.

Este trabalho objetivou replicar a metodologia aplicada na região do CGG Capela 2 para o CGG Capela 1 e assim integrar as duas áreas. Considerando que não há uma metodologia específica para mapeamento geológico de áreas intemperizadas, a integração do maior número de informações é vital para o sucesso de um projeto (Barbosa *et al.*, 2013). Sendo assim, diversos estudos foram realizados para o mapeamento geológico do CGG, visando levantar dados e correlacionar com as informações geradas através do uso de técnicas de geoprocessamento, de sensoriamento remoto, de dados aerogeofísicos e de elevação do terreno, que contribuíram de forma substancial para o entendimento da geologia desse *pluton* (Rosa *et. al.* 2018).

O CGG aflora no Domínio Macururé da Faixa de Dobramentos Sergipana (FDS) que está inserida na Província Borborema, composta na região essencialmente por micaxistos, de arcabouço arenítico e com algumas áreas que sofreram metamorfismo de contato, formando cornubianitos. Essas rochas são de idade Neoproterozóico, metamorfizadas durante o Ciclo Brasileiro (Santos *et al.*, 1998 ; Britto, 2012 ; Santos, 2014). O corpo gabróico-granítico estudado ocorre alinhado com uma zona de cisalhamento secundária, associada à Zona de Cisalhamento São Miguel do Aleixo. Os CGGs representam áreas com poucos estudos científicos e de grande diversidade litológica, além de serem um importante marcador tectônico estrutural, devido a sua origem sin a tardi-transcorrente. Dessa forma, a área é adequada para o desenvolvimento de estudos de mapeamento, a fim de se identificar de maneira efetiva todos os litotipos da região, além de complementar estudos acerca do significado deste magmatismo na região.

2. ÁREA DE ESTUDO, MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Localização da área

A área de estudo possui aproximadamente 85 km² de extensão e está localizada próximo ao Povoado Pedras, no Município de Capela, no Vale do Cotinguiba, Centro-Norte do Estado de Sergipe. O município está localizado no nordeste no Estado de Sergipe, limitando-se a norte com o município de Aquidabã, a oeste com Siriri, Nossa Senhora das Dores e Cumbe, a sul com Rosário do Catete e a leste com Muribeca e Japarutuba. Possui uma área de 440Km² inseridos nas folhas SC-24-Z-B-IV (Aracaju), SC-24-Z-B-V (Japarutuba) e SC-24-Z-B-I (Graccho Cardoso), escala 1:100.000, editadas pelo MINTER/SUDENE em 1973/74. O trajeto desde a cidade de Aracaju à sede municipal de Capela ocorre pelas Rodovias Federais BR-101 e BR-235, sentido Norte e pela Rodovia Estadual SE-226, na entrada do povoado Miranda, posteriormente deve-se seguir até o povoado Pedras pela Rodovia Estadual SE-160, sentido noroeste. Este compreende o melhor caminho para acesso as principais vias da área de estudo, em uma distância de 71 km (Figura 1).

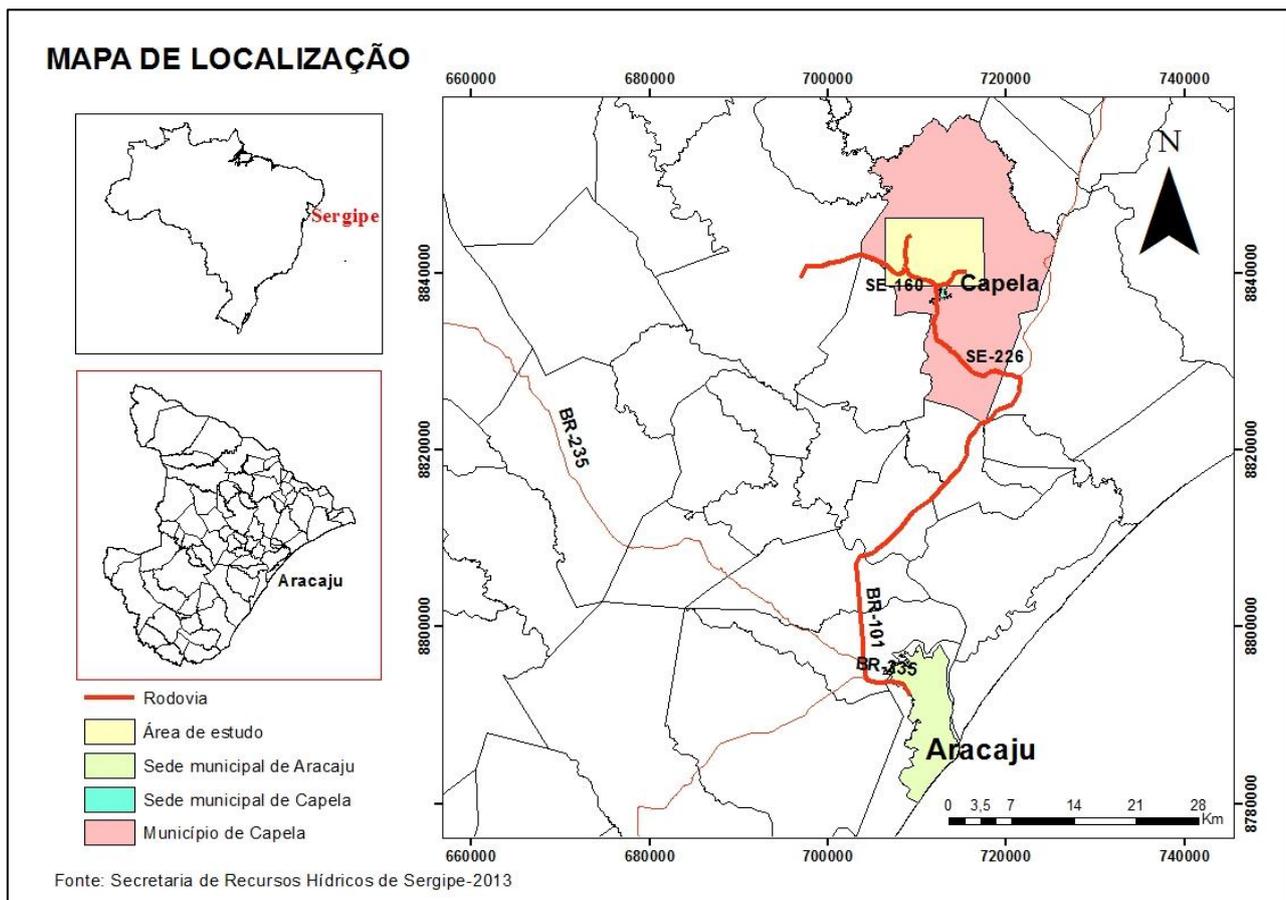


Figura 1: Mapa de localização mostrando a área de estudo, próximo à Sede Municipal de Capela-SE. As estradas assinaladas mostram o trajeto desde a capital de Sergipe, Aracaju até a área estudada.

Fonte: Adaptado de Secretaria de Recursos Hídricos de Sergipe *et al.*, 2013.

2.2 Contexto geológico

A Faixa de Dobramentos Sergipana (FDS), também denominada Faixa Sergipana têm sido denominada por Sistema Orogênico Sergipano (Conceição *et. al.*, 2016; Santos, 2016; Pereira *et. al.*, 2017; Lisboa *et. al.*, 2016). No entanto, outros autores como Neves *et. al.* (2016), Silva Filho *et al.* (2016), Menezes (2017) e Rosa *et al.* (2018) não adotaram este termo. E no entendimento de que um Sistema Orogênico seria algo mais complexo, este artigo passa a adotar o termo Orógeno Sergipano (OS), ao compreender a teoria de placa tectônica como base do seu entendimento.

O OS compreende uma paleobacia de margem passiva de idade neoproterozoica, seccionada pelo rifte abortado das bacias Tucano e Jatobá. A compartimentação tectônica do OS utilizada neste trabalho, adotada por Bueno (2008), é composta por cinco domínios com metamorfismo crescente (xisto-verde a anfíbolito) de Sul para Norte, nomeados como: Estância (D'el-Rey Silva, 1995), Vaza- Barris, Macururé, Canindé (Davison & Santos, 1989), Poço Redondo – Marancó (Carvalho, 2005).

Segundo Davison & Santos (1989), o desenvolvimento da Província Borborema ocorreu em dois estágios colisionais, entre 620 e 570 Ma. O evento colisional I ocorreu entre 620-610 Ma no lado oeste da Província, entre o Bloco Parnaíba, o Cráton Amazônico-Africa Ocidental e o antigo embasamento da Província. O evento colisional II ocorreu entre 590-580Ma no sul da Província Borborema com o Cráton São Francisco formando a Faixa de Dobramentos Sergipana, onde a deformação ocorreu ao longo de zona de cisalhamento com magmatismo associado, indicados por dados geocronológicos (U-Pb) e termocronológicos (Ar-Ar) (Araújo *et al.*, 2013).

A colagem dos domínios litotectônicos ocorreu de forma distinta entre eles, marcada por uma deformação polifásica deformacionais dúcteis (D1 e D2), um evento de transição dúctil-rúptil (D3) e um evento rúptil (D4), segundo Bueno *et al.*, (2009): com dois eventos (Figura 2).

O contexto geológico local onde está inserido o CGG Capela foi interpretado por Santos *et al.* (1988) como o predomínio da litofácies Mnm1 do Domínio Macururé intrudida pelo CGG e parcialmente recoberta pelos depósitos do Grupo Barreiras. Segundo Santos *et al.* (1998), a área aflorante sobrepõe apenas uma porção da litofácies Mnm1, presente entre os dois corpos granítico-gabroicos (Figura 3). No entanto, a partir de análise de anomalias magnetométricas, Rosa (2016) interpretou um único corpo granítico-gabroico contínuo e denominou a zona de cisalhamento secundária da ZCSMA, paralela a este corpo, como “Falha Capela”. Além disso, Rosa (2016), ao mapear este afloramento, identificou três litologias: Cornubianito (produto da litofácies do Domínio Macururé); Granodiorito e Granodiorito com granada (produto da assimilação de xenólitos das rochas metassedimentares do Domínio Macururé).

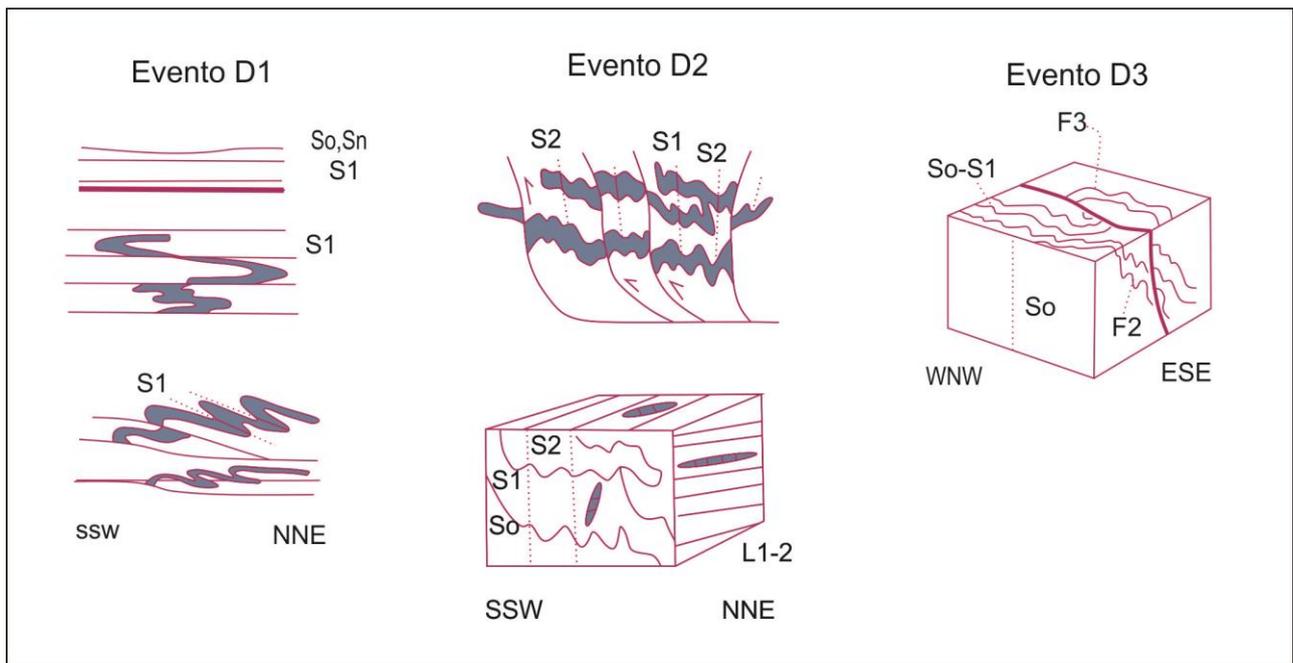


Figura 2: Desenho esquemático da evolução estrutural da Faixa de Dobramentos Sergipana. Evento D1: cisalhamento e encurtamento paralelo à camada. Evento D2: encurtamento perpendicular à orogenia em regime transpressivo sinistral. Evento D3: deslizamento paralelo à orogenia.
Fonte: Modificado de Del' Rey Silva, 1995.

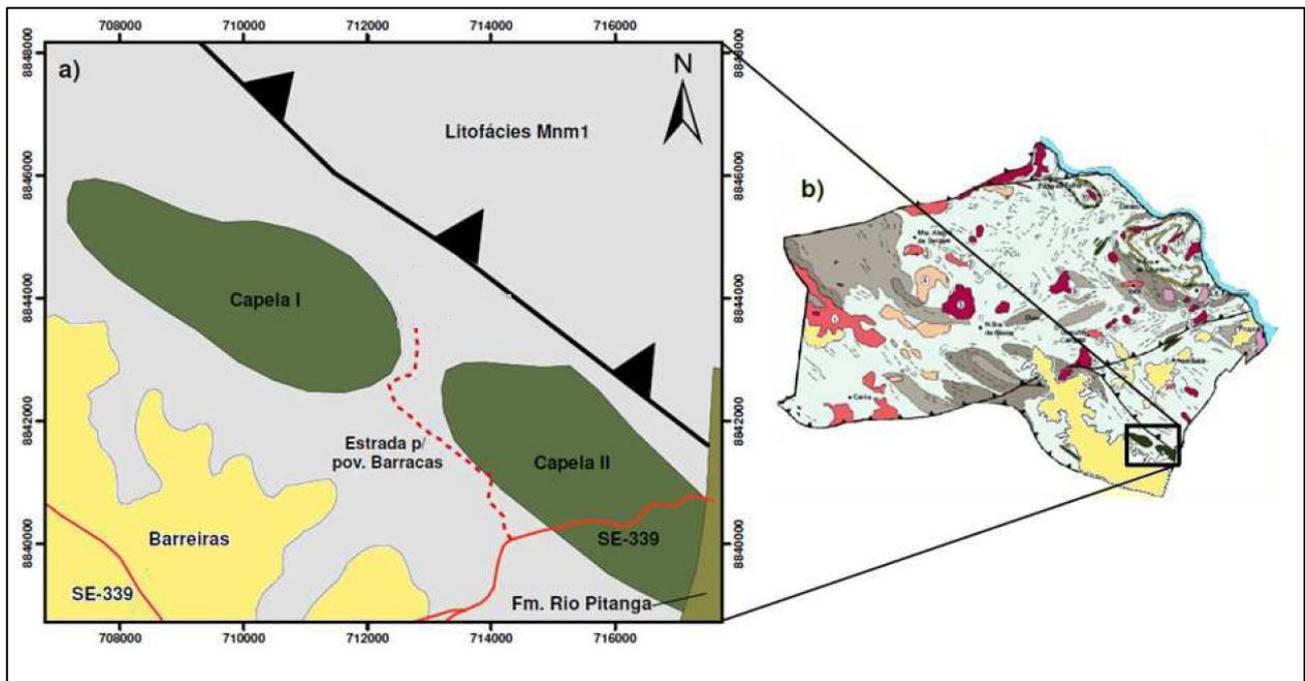


Figura 3 : A) Localização da área de estudo em relação à geologia local definida por Santos et al. (1998). B) Mapa geológico do Domínio Macururé compilado por Conceição et al. (2016) a partir de diversos autores.

O Domínio Macururé

O Domínio Macururé é representado essencialmente por rochas metassedimentares (mica-xistos granatíferos, metarritmitos, quartzitos, calcissilicáticas) e um número significativo de granitos que intrude o domínio, além de ocasionais corpos gabróicos (Oliveira et al., 2010). D'el-Rey Silva (1995 e 1999) interpreta as rochas metassedimentares do domínio como sedimentos depositados em mar profundo, em ambiente distal intimamente associado à margem passiva do Cráton São Francisco, portanto como uma continuidade dos sedimentos dos domínios Estância e Vaza Barris em direção ao norte.

Corpos Gabróicos e Graníticos

No CGG, Brito (2012), numerou os corpos de Capela 1 e 2, sendo o Capela 1 localizado mais a leste e representado por gabros e tonalitos, comumente associados com bolsões de macrocristais de granada ou piroxênio e xenólitos das rochas encaixantes. O corpo gabróico Capela 2, localizado mais a oeste, com características semelhantes, ocorrendo piroxenitos, gabros, tonalitos e Quartzo-Dioritos, também associado a xenólitos dos xistos do Domínio Macururé, além de bolsões de macrocristais de piroxênio e plagioclásio e ou granada + plagioclásio e quartzo. Segundo esse autor, os corpos gabróicos tiveram sua intrusão sintranscorrente à Zona de Cisalhamento São Miguel do Aleixo, sugerido devido ao alinhamento dos minerais e a forma alongada de sua estrutura. No Corpo Capela 2, Rosa et al. (2016), exemplificou uma nova forma de evolução, permitindo um melhor entendimento tectônico da região, dando seguimento aos conhecimentos produzidos pelos autores anteriores. Onde segundo suas pesquisas, primeiro formou-se as rochas do Domínio Macururé, as quais nesta região foram intrudidas por tonalitos duas micas, em pequeno volume, evidenciado por xenólitos dessa rocha no gabro. Posteriormente um magma gabróico assimila os tonalitos crustais e gera um terceiro magma, onde a alta temperatura fez com que ocorresse a fusão dos tonalitos, evidenciado por direções de fluxo magmático. Essas rochas geralmente estão associadas a grande quantidade de granada, o que indica uma alta temperatura e associação das rochas do Domínio Macururé. Por fim, são evidenciadas relações de cortes de granodioritos e tonalitos tardi tectônicos que se encontram fraturados por tectonismo tardio.

2.3 Métodos

Imagens de satélite

Deve-se ter muito cuidado com as imagens de satélite devido à escala, porém a tecnologia avançou bastante diminuindo o impacto deste problema, onde muitas imagens de alta resolução são disponibilizadas gratuitamente. Na fase de planejamento do campo foram utilizados dados do tipo *TOPODATA* e imagens de satélite do tipo *Landsat 8*, disponíveis de forma gratuita no site do *Earth Explorer* (<http://earthexplorer.usgs.gov/>), um sistema de busca da *United States Geological Survey* (USGS). Quando mensura-se a geologia, se deve levar em conta a relação da área imageada e o pixel do terreno. Por exemplo, imagens *Landsat* melhoradas por processamento podem ser ampliadas a uma escala de até 1: 25 000 e imagens SPOT (*Satellite Pour l'Observation de la Terre*) até 1: 15 000 mantendo os atributos geológicos (Martini, 2002).

As imagens *Landsat 8* utilizadas nesse trabalho são de alta resolução, composto por 8 bandas multiespectrais de resolução de 30 m, 1 banda pancromática de resolução de 15 m e mais duas bandas térmicas. As imagens são importadas em formato *GeoTIFF*, georreferenciadas e possuem projeção UTM, *Datum* WGS 1984, sendo necessário reprojeta-las para o hemisfério Sul. Elas são descarregadas em diferentes bandas, sendo necessário o seu tratamento e podem ser combinadas de diferentes formas, onde sua composição RGB pode ser de cores verdadeiras (bandas 4/3/2) ou de falsa cor (bandas 5/4/3, 6/5/4), estes são alguns exemplos. O comportamento das rochas nas imagens aqui no Brasil compreende uma combinação das respostas entre rocha, solo e vegetação. Para o estudo de rochas, estruturas ou água subterrâneas, as melhores bandas correspondem ao infravermelho próximo, com o apoio de uma banda visível centrada na faixa verde. Sendo as composições de falsa cor, as melhores representativas para interpretação da litologia (Martini, 2002). E foi justamente a composição de falsa cor que este trabalho optou para interpretação de feições geológicas e geomorfológicas, mas também a composição de cor verdadeira a fim de identificar seus diferentes atributos.

A seleção levou em consideração as características texturais da imagem e as particularidades da área, além de fatores que podem auxiliar na interpretação das imagens, como recobrimento de nuvens, ângulo e azimute da elevação solar para realce das estruturas geológicas, bandas correspondentes com o objetivo de estudo, dentre outros. Através da classificação supervisionada da imagem digital e também com a análise e interpretação visual destas imagens em formato analógico, realiza-se a individualização dos diferentes tipos litológicos, bem como a identificação de feições superficiais (Rosa et. al. 2018).

Os dados *TOPODATA*, precisamente do quadrante SC-24-Z-B, foram utilizados para interpretação de lineamentos estruturais, drenagem, modelo tridimensional, e junto com a imagem *Landsat 8*. Estes dados possuem espaçamento entre os pixels de 30 m e são obtidos no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>). Ele é gerado pelo processamento de dados da missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) que possui 90m de espaçamento entre os pixels e que podem ser acessados gratuitamente no site da EMBRAPA (<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/pb/pb.htm>). Seu processamento consiste na geração de grades de altitude, em um Modelo Digital de Elevação (MDE), transformado para um *surfer grid* e convertido em *Geotiff* (INPE, 2016).

Dados Aerogeofísicos

O uso de dados de magnetometria são ótimos para diferenciar a litologia pelas diferenças entre as feições magnéticas em superfície, associadas a lineamentos superficiais. Este é apenas um exemplo de como os dados aerogeofísicos compreendem uma incrível ferramenta para geologia (Barbosa *et al.*, 2013). Segundo Carrino *et al.* (2007) os altos valores de magnetometria podem indicar a presença de corpos máficos-ultramáficos na região. No entanto, a magnetometria não reflete necessariamente as propriedades das rochas e sim de minerais magnéticos, basicamente representados pela magnetita. Sendo assim, sua resposta irá depender de diversos fatores, os quais são determinados pelo tempo geológico, onde a concentração de magnetita pode alterar devido o metamorfismo e erosão no tempo. Logo, quando as rochas cristalinas estão aflorantes, suas assinaturas magnéticas podem ser interpretadas pelo desenho do relevo (Moraes, 2007).

Os dados aerogeofísicos de magnetometria, na escala 1: 100.000 podem ser adquiridos de forma gratuita no site do GEOBANK (<http://geobank.cprm.gov.br/>), plataforma da CPRM, assim como diversos dados georreferenciados, como gamaespectrometria. Estes dados já se encontram processados na plataforma, não sendo necessária sua manipulação. No entanto, com auxílio do software *ArcGIS versão 10.1* foi possível realizar cortes do *shapefile* e georreferenciamento, sendo utilizado o mapa de amplitude de sinal analítico - ASA.

Pesquisa de Campo

A pesquisa de campo realizou-se em 4 dias, com o objetivo de coletar amostras, coordenadas gps e tirar medidas estruturais. Durante a expedição, o trabalho consistiu em marcar pontos de afloramentos, fotografá-los, tirar medidas estruturais e descrevê-los da forma mais detalhada possível. E por fim, após a integração de todos os dados de pesquisa pre-campo, pesquisa

de campo e pós-campo confeccionou-se um mapa geológico com o auxílio do *software ArcGis versão 10.1*.

3. RESULTADOS

3.1 Mapa de curva de nível

Para a confecção dos mapas foi utilizado o programa ArcGis 10.3, sendo manipulados os limites anteriormente definidos pela CPRM e associados às curvas de nível como o mapa base de campo. A partir da imagem Landsat 8 retirada da EMBRAPA e realizando a interpolação com o mapa de unidades através dos recursos do *software ArcGIS*, se obteve as curvas de nível, onde juntamente com os dados de sombreamento confeccionou-se um mapa (Figura 4).

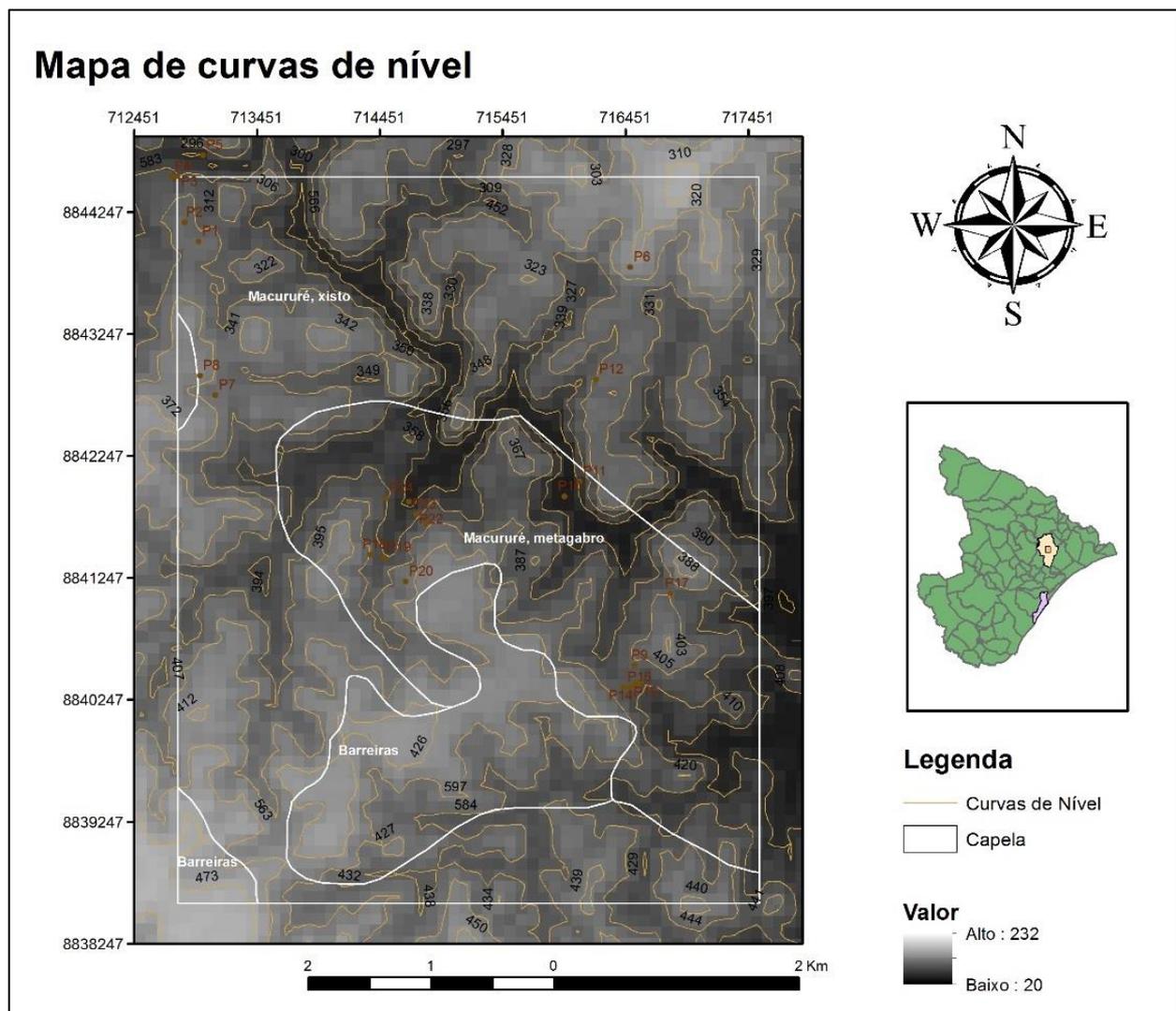


Figura 4: Mapa de curva de nível com sombreamento em plano de fundo. Os tons mais cinzas representam pontos mais altos, enquanto os pretos mais baixos.

3.2 Mapa Hipsométrico

A partir do mapa de curvas de nível foi elaborado o modelo tridimensional do corpo Capela 1, representado pelo mapa hipsométrico, mapas que representam a elevação de um terreno por meio de diferentes cores (Sá, 2014), sendo possível uma visão de profundidade das litologias (Figura 5). Segundo Dias (2016) este modelo permite a visualização de medidas estruturais, sendo este o passo posterior. A partir da interpretação do mapa hipsométrico, se delimitou os potenciais lineamentos da área de estudo. Este mapa se mostra extremamente útil, ao passo que permite uma visualização integrada da geologia e geomorfologia. E neste caso, mostra que as baixas altitudes se associam ao corpo grabróico-granítico, em quanto as altas, se relacionam ao Grupo Barreiras. Uma explicação é o tempo em que este último foi depositado na região.

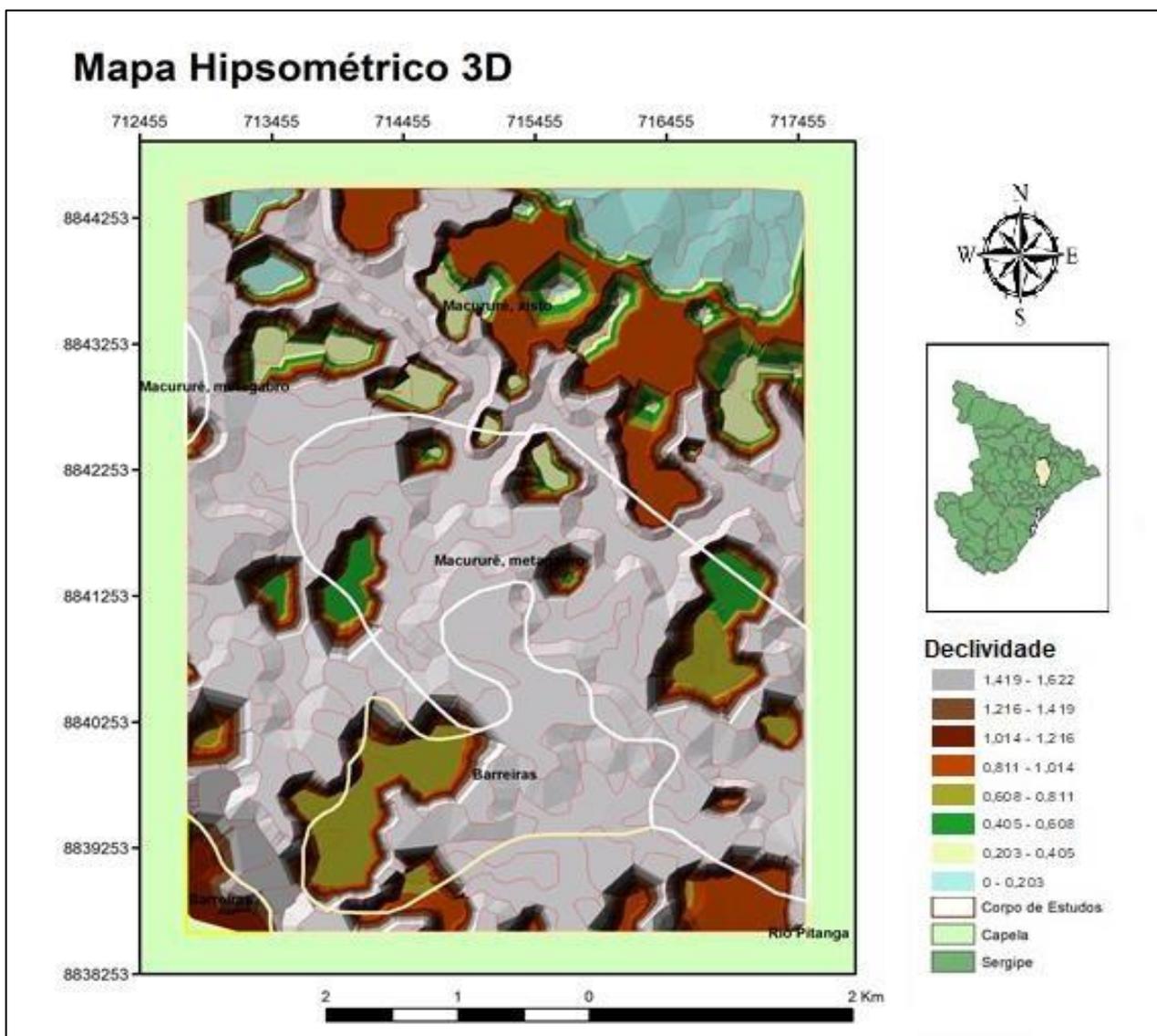


Figura 5: Mapa hipsométrico com pontos de declividade. As regiões de maior declividade coincidem com o Corpo Gabróico-Granítico.

3.3 Magnetometria

Na região foi utilizado o dado de Amplitude de Sinal Analítico – ASA, obtida na plataforma GEOBANK da CPRM (Fig. 6). Esta técnica foi utilizada para obter informações do campo magnético da região para a investigação das estruturas em subsuperfície. O campo magnético terrestre induz nas rochas e estruturas geológicas, ou seja, um campo magnético secundário, que se sobrepõe ou se contrapõe ao campo principal. Por este ser um método mais rápido e eficiente de aquisição e processamento das informações foi possível analisar a demarcação do corpo Gabrótico-Granítico e do Domínio Macururé. Na imagem é evidente a correlação gerada entre os dois corpos, onde confirma a necessidade de terem sido redefinidos os limites obtidos pelos estudos antigo.

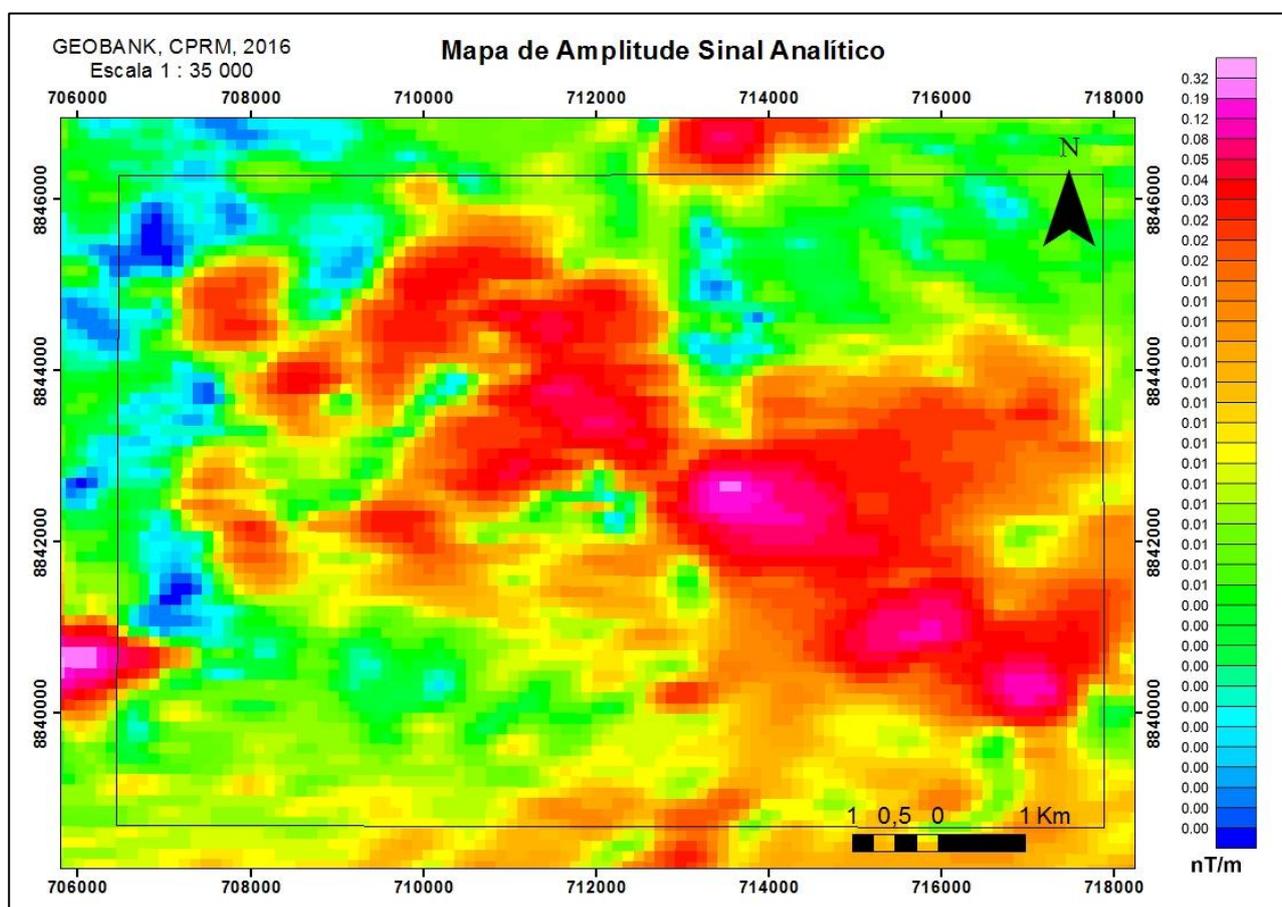


Figura 6: Imagem magnetométrica de Amplitude de Sinal Analítico - ASA com destaque para área de estudo. As cores indicam o nível Tesla que aumenta de intensidade do tom azul para o tom rosa. Isso indica uma resposta maior dos elementos U, Th e Pb. Observa-se um lineamento entre anomalias na direção NW-SE e outro perpendicular, de direção SW-NE, com descontinuidades (Modificado do GEOBANK, 2016).

3.4 Dados de Campo

Os dados de campo do Projeto Corpo Capela (PCC) foram essenciais para corroborar informações interpretadas via satélite, apesar de toda análise realizada em escritório, o campo continua sendo precioso para um estudo de excelência.

Domínio Macururé

Este é o grupo de rochas mais antigas da região do corpo Capela 1, datando o período Neoproterozóico, e na região de estudo podem ser encontrados de duas formas, como rocha encaixante, circundando o corpo gabróico-granítico, ou como xenólito inserido dentro da associação de rochas ígneas.

Ocorrem dois tipos de rochas do Domínio Macururé, os micaxistos e os metarenitos, ambos serão referidos nesse trabalho apenas como cornubianitos, pois se apresentam intensamente afetados pelo metamorfismo de contato. Os micaxistos são distinguidos pela sua foliação bem marcada, coloração acinzentada, granulação fina, textura lepidoblástica e porfiroblástica, com grãos estirados e orientados, onde os minerais constituintes são: quartzo, muscovita biotita, granada e minerais opacos. Em geral encontram-se intensamente dobrados, com direção de foliação preferencialmente NW-SE e mergulho de 20° a 40° para NE. Ocorrem também frequentemente boudins ao longo da foliação e marcando dobras (Figura 7).

A porção mais arenosa do Domínio Macururé ocorre na região na cor amarelada, estrutura maciça, grãos equidimensionais e textura sacaroide. Não são comumente visualizadas dobras e boudins nessas rochas.

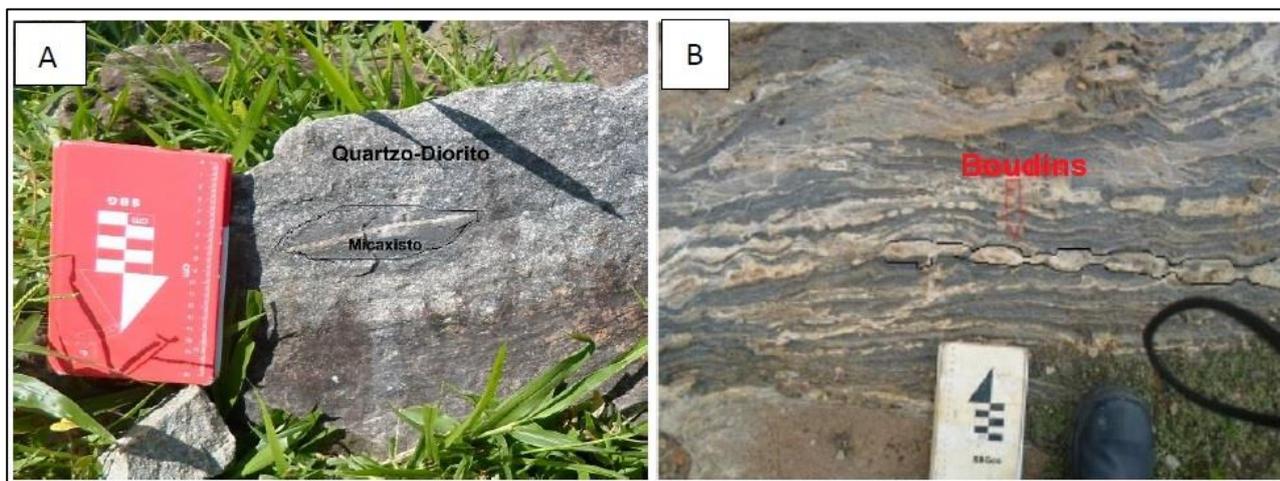


Figura 7: A. Associação do Quartzo-Diorito com os xenólitos de micaxisto do Domínio Macururé. B. Feições comuns em micaxistos do Domínio Macururé, como boudinagens.

Corpo Gabróico-Granítico

Constituem as litologias do aqui denominado Corpo Capela 1 (CC1) e afloram na forma de blocos, lajedo ou paredões. Predominam gabros, comumente associados a piroxenitos, além de quartzo-dioritos (comumente associados a xenólitos do Dom. Macururé). Mais raramente ocorrem granitos com enclaves máficos microgranulares.

Gabros e Piroxenitos

As rochas gabróicas do CC1 são holocristalinas, fanerítica médias, equigranulares, subédricas e apresentam essencialmente cristais de plagioclásio e piroxênio, eventualmente ocorrem cristais de biotita e raramente cristais de quartzo. Xenólitos de rocha encaixante são eventualmente encontrados, porém mais comumente são encontradas concentrações de granada, como xenocristais, tendo uma variação no tamanho dos seus cristais entre 0,1 e 2 cm. Essas rochas apresentam comumente fluxo magmático registrado (Figura 8. A), com direções bem variáveis ao longo do corpo, NE-SW, W-E e NW-SE.

Os piroxenitos ocorrem intimamente associados aos gabros. Eles são facilmente identificados devido a sua coloração toda preta e sua mineralogia essencialmente mono-minerálica, de piroxênio e raramente de cristais de biotita e plagioclásio. A rocha é holocristalina, melanocrática, granulometria média, equigranular, subédrica (Figura 8.B). Raramente são encontrados xenólitos da rocha encaixante e xenocristais de granadas nessas rochas (Figura 8.C).



Figura 8: Exemplo de amostra do gabro *stricto sensu* no ponto PCC-91, composto por piroxênio, plagioclásio e biotita.

Quartzo-Dioritos

Essa litologia ocorre de forma muito abundante, a rocha é acinzentada, holocristalina, com granulometria fina à média, inequigranular, cristais subédricos e sua mineralogia é composta por plagioclásio, quartzo, piroxênio, biotita, granada (Figura 9 A). É muito comum a presença de xenólitos do Macururé nessas rochas, assim como grandes concentrações de granada de tamanho médio a grosso. Essas rochas também registram fluxo magmático, inclusive foram identificados afloramentos com inúmeros xenólitos do Domínio Macururé alinhados, sem evidências de deformação no estado sólido (Figura 9 B). As direções do fluxo são NE-SW, W-E e NW-SE. Nessas rochas podem ser encontrados bolsões de piroxênio, associado com plagioclásio e eventualmente granada, muito comumente de tamanho médio a grosso.

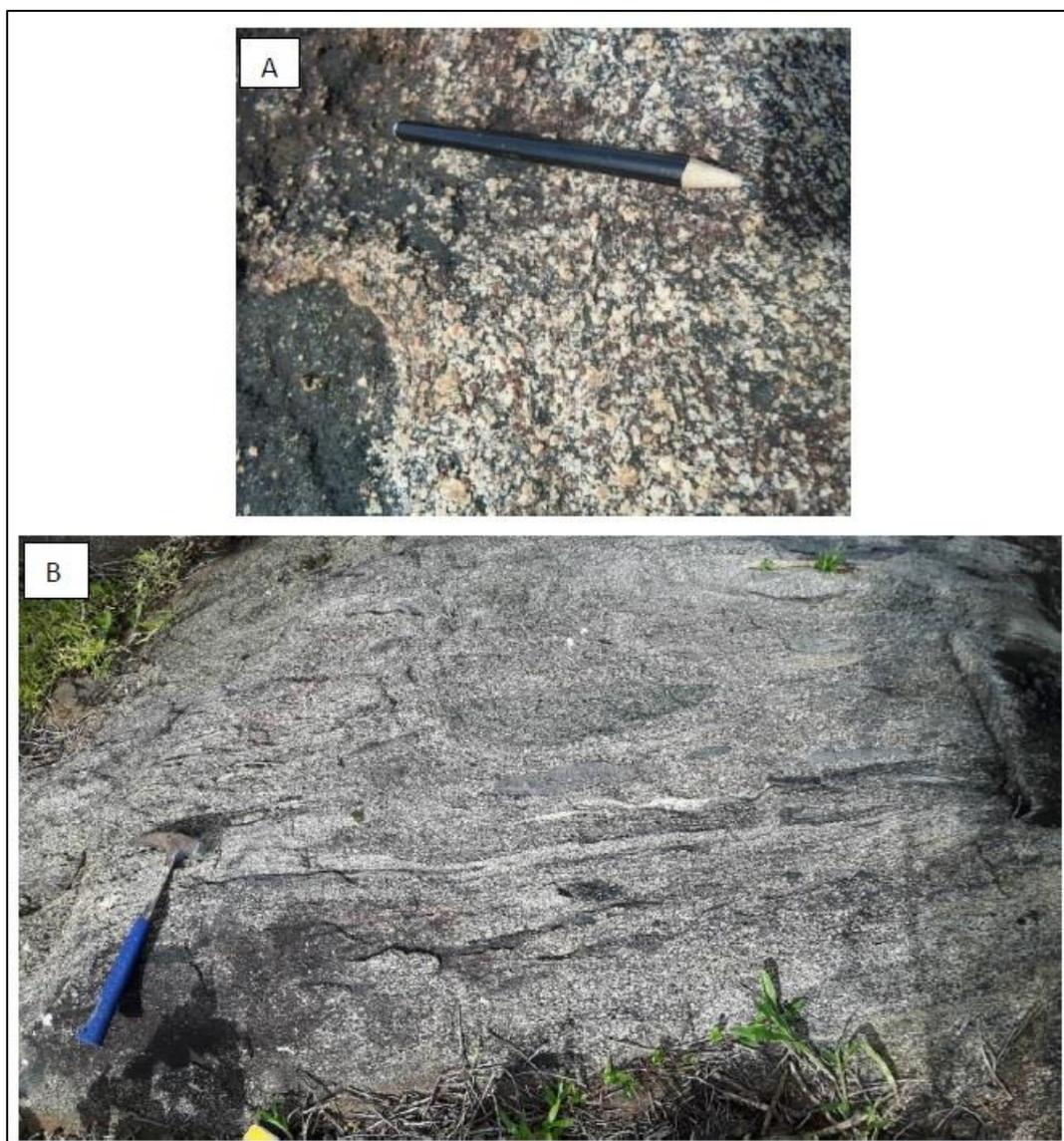


Figura 9: A. Quartzo-Diorito B. Quartzo diorito com xenólitos de rochas do Macururé alinhadas por fluxo magmático.

3.5 Integração dos Corpos Gabróicos-Graníticos

Com as interpretações realizadas para o CGG Capela 1 e o mapa prévio realizado por Rosa et. al. (2018) do CGG Capela 2 foi possível correlacionar os dois mapas para então formar o Corpo Gabróico-Granítico Capela (Figura 10). Apesar de já haver sugerido em sua tese de conclusão de curso o fato de os dois corpos compreenderem um único corpo. Rosa (2016) não havia confeccionado um mapa unificado, sendo assim, com a ajuda da equipe de autores deste artigo, foi possível concluir o trabalho de mapeamento geológico da região. Para isso utilizou-se das geotecnologias, que possibilitaram a identificação de novas feições geológicas e um entendimento mais amplo da geologia da área.

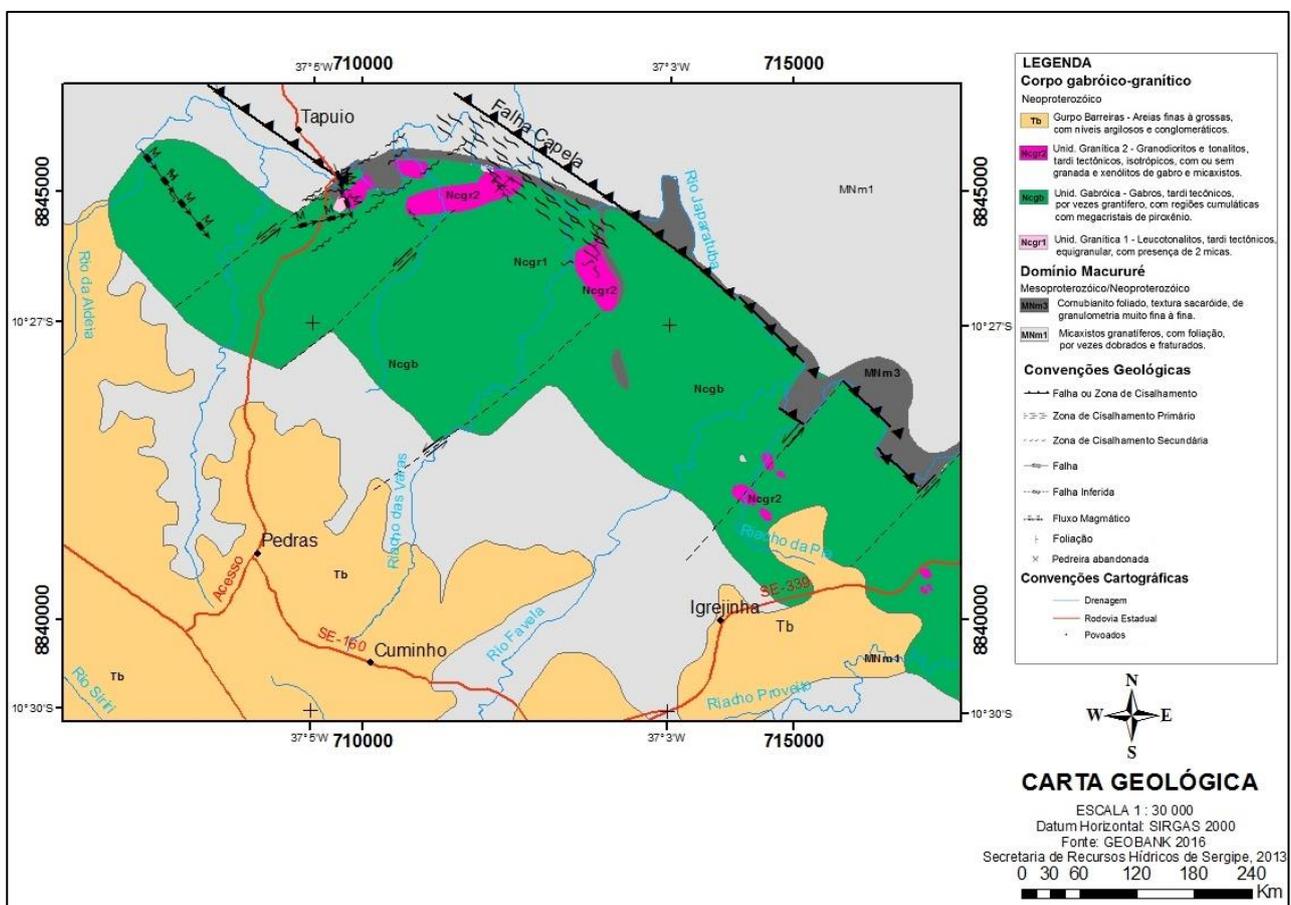


Figura 10: Mapa geológico integrado do Corpo Gabróico-Granítico Capela. Para sua confecção foram utilizados diferentes tipos de geotecnologias, em especial de sensoriamento remoto, permitindo então a sua delimitação, através da associação do CGG Capela 1 e Capela 2.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A área de estudo foi dividida entre os sedimentos do Grupo Barreiras, as rochas metamórficas do Domínio Macururé e as rochas ígneas do corpo gabróico-granítico (CGG) de acordo com autores anteriores Santos *et al.*, (1998), Britto (2012) e Santos (2014). O Domínio

Macururé foi subdividido em duas unidades na área de estudo, uma formada pelos micaxistos e a outra pelos cornubianitos. O CGG foi subdividido em três unidades, a unidade gabróica e as unidades graníticas 1 e 2, que são representadas na escala do mapeamento deste trabalho.

Segundo as diretrizes do projeto Radam Brasil (2013), as informações da geomorfologia trazem respostas para a geologia. Sendo que na região predomina o relevo acidentado com diversas colinas. A sul, ao longo do Grupo Barreiras, a topografia é mais alta e em geral mais aplainada e apresenta várias grotas devido à dissecação dessa unidade geológica. Já a norte, após o Rio Japarutuba, ocorre o aumento das altitudes, mas ainda sim, menor que o nível de altitude do Grupo Barreiras. O relevo com dissecação abrupta é bem característico nessa região, onde afloram as rochas do Domínio Macururé. E no centro da área de estudo, ocorre o predomínio de colinas aplainadas, com solo bastante intemperizado, e é onde o CGG ocorre. O Rio Japarutuba funciona como um divisor de litologias apenas na parte nordeste, mas não em todo o percurso, e é nele que se instala a zona de cisalhamento, também citado por Britto (2012) e Menezes (2017) e ocorrem os afloramentos de cornubianitos. Estas rochas são as únicas rochas que apresentam deformação de cisalhamento. Os gabros compreendem a maioria dos afloramentos e não apresentam deformação no estado sólido; no entanto, os cristais e xenólitos estão orientados pelo fluxo magmático.

A unidade gabróica apresenta uma variação na mineralogia da rocha. Sendo o gabro *stricto sensu* ao se misturar com o leucotonalito forma o granodiorito ou o tonalito híbrido, sem granada, conforme a concentração de K-feldspato. Quando estes assimilam rochas do Domínio Macururé ou o gabro na sua composição, a granada aparece na mineralogia, podendo alcançar tamanhos centimétricos. Este fato evidencia as quantidades distintas em que o gabro assimila do Domínio Macururé e a alta temperatura do processo. Com a associação dos micaxistos ocorre o aumento da concentração de muscovita na rocha.

A unidade granítica é dividida em unidades 1 e 2. A unidade 1 é composta por leucotonalitos caracterizados pela presença da muscovita e flogopita. O leucotonalito se apresenta em forma de xenólito no gabro, evidenciando ser mais antiga que o gabro e, provavelmente, o volume de magma não foi tão grande em comparação ao do gabro. A unidade 2 intruiu posteriormente o gabro e esta compreende uma variedade de rochas granodioríticas e tonalíticas, as quais representam processos de assimilação crustal e cristalização fracionada, que geraram uma grande variedade de rochas no CGG.

Estruturalmente, a falha secundária à Falha de São Miguel do Aleixo, a qual havia sido descrita por Britto (2012), foi redefinida e denominada como Falha Capela (FC) (Rosa et al. 2018) e mantém-se neste trabalho. Dados espaciais e de campo mostram que existe um *trend* SW-NE, interpretado como falhas transcorrentes sinistrais. Estas falhas cortam o CGG e também a FC, que apresenta um rejeito considerável. A falha é observada em imagem de magnetometria na área de

estudo e na imagem de satélite, ao observar o curso do Rio Japaratuba. Essa falha provavelmente facilitou a intrusão do CGG na região por meio de reativação da mesma no período tardi-tectônico.

5. CONCLUSÕES

- 1) Foram encontrados ao longo do CGG Capela 1 três grupos principais de rochas:
 - gabros e piroxenitos, sem ou com poucos xenólitos e xenocristais
 - quartzo-dioritos com muitos xenólitos ou xenocristais
 - granito tardio com enclaves máficos microgranulares e raros xenólitos e xenocristais.
- 2) O corpo gabróico-granítico não é limitado pela ZC como anteriormente descrito (Santos et al. 1998, Brito, 2012). O contato intrusivo dele ultrapassa a região da zona de cisalhamento na direção NE, porém, devido a possíveis reativações dessa zona podem ser visualizadas algumas evidências de deformação no estado sólido, porém de baixa temperatura, pois só é visualizada no granito (rocha mais quartzosa deformando em mais baixa temperatura).
- 3) Os dados de magnetometria confirmaram o formato do corpo, previamente definido pelo mapeamento geológico e sugere ainda a existência de falhas rúpteis de direção NE-SW deslocando o corpo, de forma similar como foi descrito para o corpo Capela 2.
- 4) Evidências de campo, demonstrado por fraturas, evidenciam tectonismo tardio.
- 5) Para melhor compreensão, é necessária a continuação do estudo, através de microscopia, geoquímica e mais dados de campo. Esses novos dados poderão contribuir para melhores resultados e para uma melhor evolução do conhecimento geológico da região.
- 6) A integração de geotecnologia mostrou-se eficiente para o mapeamento geológico. Sendo assim, a metodologia mostra-se eficiente para áreas intemperizadas.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. E. G; WEINBERG, R. F; CORDANI, U.G. Extruding the Borborema Province (NE-Brazil): a two-stage Neoproterozoic collision process. **Terra Nova**, Natal, v. 26, n. 2, p. 157-168, 2013.

BARBOSA, I. O; PIRES, A. C. B; LACERDA, M. P. C; CARMELO, A. C. Geology, airborne geophysics, geomorphology and soils in the individualization of the Niquelândia mafic-ultramafic complex, Goiás State, Brazil. **Revista Brasileira de Geofísica**, São Paulo, v. 31(3), p. 463-481, 2013.

BRITO NEVES, B.B; SIAL, A.N; ALBUQUERQUE, J.P.T. Vergência centrífuga residual no Sistema de Dobramentos Sergipano. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.7, p.102-114, 1977.

BRITTO, E. S. **Mapeamento dos corpos gabroicos da região sul da folha de Gracho Cardoso**, 2012, 58f. Monografia (graduação em geologia) - Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2012.

BUENO, J. F. **Geoquímica E Cronologia De Alojamento De Granitos Colisionais Na Faixa Sergipana, Nordeste Do Brasil**, 2008 Tese de doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.: [s.n.].

BUENO, J. F., Souza, J.J., Araújo, M. N. C. Oliveira, E. P. **Evolução tectono-cronológica da estrutura de interferência de Nossa Senhora de Lourdes, Faixa Sergipana, NE-Brasil**, 2009. **Revista Brasileira de Geociências.**, São Paulo, 39(4): 608-623

CARRINO, T. A; SOUZA FILHO, C. R; LEITE, E. P. Avaliação do uso de dados aerogeofísicos para mapeamento geológico e prospecção mineral em terrenos intemperizados: o exemplo de Serra Leste, Província Mineral de Carajás. **Revista Brasileira de Geofísica**, São Paulo. v. 25, n. 3, p. 307-320, 2007.

CARVALHO, M.J. **Evolução tectônica do Domínio Marancó-Poço Redondo: registro das orogêneses Cariris Velhos e Brasiliana na Faixa Sergipana, NE Brasil**, 2005, 175f. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

COELHO, F. P. **Integração de dados geológicos, hidrogeológicos e geofísicos na prospecção de água no semi-árido Sergipano**. 2008, 182f. Monografia (Dissertação de Mestrado). Observatório Nacional, Rio de Janeiro, 2008.

CONCEIÇÃO, J. A; ROSA, M. L. S; CONCEIÇÃO, H. Sienogranitos leucocráticos do Domínio Macururé, Sistema Orogênico Sergipano, Nordeste do Brasil: Stock Glória Sul. **Brazilian Journal of Geology**, São Paulo. v.46, n.1, 2016.

DANTAS, T. V. P. **Mapeamento Geológico/ Geomorfológico com o uso de geotecnologias do Domínio Vaza Barris, Faixa de Dobramento Sergipana**. 2015. 128 f. Monografia (dissertação de mestrado) - Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2015.

DAVISON, I; SANTOS, R. A. Tectonic Evolution of the Serpipano Fold Belt, NE, Brazil, during the Brasiliano Orogeny. **Precambrian Research**, v.45, p:319-342. 1989.

D'EL-REY SILVA, L.J.H. Tectonic evolution of the Sergipano Belt, NE Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 25, n.1, p. 315-332, 1995.

D'EL-REY SILVA, L.J.H, **Basin infilling in the southern-central part of the Segipano Belt (NE Brazil) and implications for the evolution of Pan-African/Brasiliano cratons and Neoproterozoic sedimentary cover. In: Bueno, J. F. Geoquímica E Cronologia De Alojamento De Granitos Colisionais Na Faixa Sergipana, Nordeste Do Brasil, 2008.** Campinas-SP.: [s.n.].

DIAS, E. R. **Geração de Modelo Digital de Elevação utilizando dados SRTM como subsídio ao planejamento e gestão territorial do município de Lucena/PB, 2016.** *Caderno de Geografia*, v.26, n.45, p.158.

GEOBANK. **Projeto Aerogeofísico.** Disponível em: <http://geobank.cprm.gov.br/>. Acesso em: 20/09/2016.

HUMPHREY, F.L; ALLARD, G.O. The Proprid geosyncline, anewly recognised tectonic element in the Brazilian shield. **In Internacional geological congress, 1968.**, Prague, v.4, p. 123-139.

INPE. **TOPODATA: Banco de dados geomorfométricos do Brasil.** 2016. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em: 18/05/2017

LIMA, M. M. C; SILVA, T. R; FERREIRA, V. P; Silva, J. M. R. Metasedimentary rocks of the northern portion of the Macururé Domain, Sergipano Belt, Northeastern Brazil: Geochemical characterization of their protoliths and tectonic implications. **Estudos Geológicos**, UFPE, Recife, vol. 24, n.2, p. 89-107, 2014.

LISBOA, V. A. C; SIMÕES, C. B. S; RIOS, D. C; CONCEIÇÃO, H. Potencial ornamental do Maciço Glória Norte, Domínio Macururé, Sistema Orogênico Sergipano. **Geologia USP, Série Científica**, São Paulo. v. 16, n. 3, p. 143-151, 2016.

MARTINI, P. R. Imagens para mapeamento geológico e levantamento de recursos minerais: resumos para uso dos centros de atendimento a usuários- ATUS do INPE. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE.** v.8984, n.62, p. 3B5-3B12. 2002.

MENEZES, L. S. **Aerofotogrametria com drone aplicada em mapeamento geológico obtido por sensoriamento remoto em escala de detalhe (1:800), afloramento do Domínio Macururé, Município de Capela-SE.** 2017. 49 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Geologia) - Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, 2017.

MORAES, L. G. **Processamento, interpretação e integração dos dados aerogeofísicos do projeto Rio do Sangue – MT, aplicados ao mapeamento geológico e à prospecção mineral.** 2007. Monografia (dissertação de mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

NEVES, S. P; SILVA, J. M. R; BRUGUIER, O. The transition zone between the Pernambuco-lagoas Domain and the Sergipano Belt (Borborema Province, NE Brazil): Geochronological constraints on the ages of deposition, tectonic setting and metamorphism of metasedimentary rocks. **Journal of South American Earth Sciences.** v. 72, p. 266-278, 2016.

OLIVEIRA, E. P; WINDLEY, B. F; ARAÚJO, M. N. C. The Neoproterozoic Sergipano orogenic belt, NE Brazil: A complete plate tectonic cycle in western Gondwana. **Precambrian Research**, v. 181, p. 64-84, 2010.

PEREIRA, S. F; CONCEIÇÃO, J. A; ROSA, M. L. S; CONCEIÇÃO, H. Stock de Dentro, Domínio Macururé, Sistema Orogênico Sergipano: Geologia, Petrografia e Geoquímica. **Scientia Plena**, São Cristovão, v. 13, n.2, p. 1-4, 2017.

PROJETO RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais. Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação e Uso Potencial da Terra. Folhas SC 24/25 Aracaju/Recife. **IBGE**, v.30, p. 379-443, 1983.

ROSA, L. R. J; LIMA, S. S; ALMEIDA, J. A. P. Utilização do anáglifo combinando imagens Landsat 8 e dados SRTM para interpretação da geologia e geomorfologia. In: Congresso Brasileiro de Geologia. Salvador. **Anais**. 2014, p. 1341.

ROSA, L. R. J. **Utilização De Técnicas Integradas De Mapeamento Geológico Para Detalhamento Do Corpo Gabroico-Granítico De Capela, Faixa De Dobramentos Sergipana**. 2016, 79f. Monografia, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

ROSA, L. R. J; MACHADO, A; LENZ, C; SANTOS, L. O; MENEZES, L. S. **Análise multiespacial para mapeamento geológico: estudo de caso no corpo gabroico-granítico, Faixa de Dobramentos Sergipana**. 2018. Caderno de Geografia. Univerisdade Pontífica Católica, Minas Gerais, v. 28, n, 53, p. 337-361.

SÁ, N. **Criando um mapa hipsométrico no QGIS, 2014**. Acesso em <<http://narceliodesa.com/mapa-hipsometrico-no-qgis/>>, acesso em 08/05/2018.

SANTOS, L. O. **Estudo Petrográfico e Geoquímico dos Corpos Gabroicos-Graníticos de Capela e Dores, Domínio Macururé, Cinturão Sergipano**. 2014. 72p. Monografia (Trabalho de Conclusão em Geologia), Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2014.

SANTOS, L. R. **Petrologia do Stock Canindé Velho, sistema orogênico sergipano, NE Brasil**. 2016. 146f. Dissertação (Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2016.

SANTOS, R.A; MARTINS, A.A.M., NEVES, J.P., LEAL, R.A. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Sergipe. **CPRM/Codise**, Aracaju, p.107, 1998.

SILVA, J. M. R. **Evolução tectono-metamórfica de uma parte da faixa sul-alagoana, sistema sergipano-nordeste do Brasil**, 1992. Monografia (Tese de doutoramento) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

SILVA FILHO, A. F; GUIMARÃES, I. P; SANTOS, L; ARMSTRONG, R; SCHUMUS, W. R. V. Geochemistry, U e Pb geochronology, Sm e Nd and O isotopes of ca.50 Ma long Ediacaran High-K Syn-Collisional Magmatism in the Pernambuco Alagoas Domain, Borborema Province, NE Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**. v. 68, p 134-154, 2016.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS; SEPLANTEC; GOVERNO DO ESTADO DE SERGIPE. Sergipe: **Atlas Digital sobre Recursos Hídricos**. 2013. Disponível em: <http://www.seplantec-srh.se.gov.br/>. Acesso em 20/09/2017.

Trabalho enviado em 26/02/2019
Trabalho aceito em 15/04/2019