



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Geologia

Henrique Bruno

**Correlação entre o segmento sul da Faixa Ribeira e o segmento norte da  
Faixa Dom Feliciano: Integração geológico-geofísica da porção pré-  
cambriana do estado de Santa Catarina**

Rio de Janeiro

2017

Henrique Bruno

**Correlação entre o segmento sul da Faixa Ribeira e o segmento norte da Faixa Dom Feliciano: Integração geológico-geofísica da porção pré-cambriana do estado de Santa Catarina**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Geociências, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Tectônica, Petrologia e Recursos Minerais.

Orientador: Prof. Dr. Julio Cesar Horta de Almeida

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Monica da Costa Pereira Lavalle Heilbron

Rio de Janeiro

2017

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/C

B898 Bruno, Henrique.  
Correlação entre o segmento sul da Faixa Ribeira e o segmento norte da Faixa Dom Feliciano: Integração geológico - geofísica da porção pré-cambriana do estado de Santa Catarina / Henrique Bruno. – 2017.  
94 f. : il.

Orientador: Julio Cesar Horta de Almeida.  
Coorientadora: Monica da Costa Pereira Lavalle Heilbron.

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia.

1. Geologia estrutural - Santa Catarina - Teses. 2. Geofísica - Teses. 3. Sedimentos (Geologia) - Teses. 4. Orogenia – Santa Catarina - Teses. 5. Gondwana (Geologia) – Teses. I. Almeida, Julio Cesar Horta de. II. Heilbron, Monica da Costa Pereira Lavalle. III Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Geologia. IV. Título.

CDU: 551.243(816.4)

Bibliotecária Responsável: Priscila Freitas Araujo/ CRB-7: 7322

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Henrique Bruno

**Correlação entre o segmento sul da Faixa Ribeira e o segmento norte da Faixa Dom Feliciano: Integração geológico-geofísica da porção pré-cambriana do estado de Santa Catarina**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Geociências, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Tectônica, Petrologia e Recursos Minerais.

Aprovada em 02 de fevereiro de 2017.

Banca Examinadora: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Julio Cesar Horta de Almeida (Orientador)

Faculdade de Geologia - UERJ

\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Monica da Costa Pereira Lavalle Heilbron (Coorientadora)

Faculdade de Geologia - UERJ

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Marcelo dos Santos Salomão

Faculdade de Geologia - UERJ

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Leonardo Fadel Cury

Universidade Federal do Paraná - UFPR

Rio de Janeiro

2017

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho aos meus orientadores, Prof. Julio Almeida e Prof<sup>a</sup>. Monica Heilbron, pelo apoio em todas as etapas dessa dissertação.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores e grandes amigos Prof. Julio Almeida e Prof<sup>a</sup>. Monica Heilbron, por acreditarem em mim, por serem exemplos de profissionais e por todas as oportunidades de crescimento profissional e pessoal. Toda a minha gratidão e apreço.

Ao Prof. Marcelo Salomão por toda a ajuda empregada durante todo o projeto e pelas valiosas discussões geológicas e pela leitura crítica realizada no texto desta dissertação.

À minha família, por todo o suporte, paciência e incentivo na minha escolha de seguir uma carreira acadêmica.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa Tektos, Prof. Sérgio Williams, Prof. Luiz Guilherme Eirado, Prof<sup>a</sup> Camila Nogueira, Prof. Claudio Valeriano, Prof<sup>a</sup> Caroline Peixoto, entre tantos outros, que de alguma forma contribuíram para minha formação e destinaram parte de seu tempo para auxiliar no desenvolvimento desse projeto.

Ao LET – Laboratório de Estudos Tectônicos, por oferecer a infraestrutura necessária para o desenvolvimento da dissertação.

Aos amigos geólogos Amanda Lira, Caroline Adolphsson, Caroline Oliveira, Eduardo Socoloff, Luís Filipe, Maria Clara Lima entre tantos outros por todo o apoio e companheirismo durante essa árdua jornada.

Aos colegas de mestrado, Michael McMaster, Aimée Guida e Davi Miguens, que compartilharam essa experiência comigo e juntos participamos de diversos projetos e experiências inesquecíveis.

Às funcionárias do Programa de Pós-Graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis, Juçara e Marianni, por todo o esforço para resolver todos os problemas e pelo apoio durante a duração do mestrado.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de mestrado concedida.

Não sei como o mundo me vê, mas eu me sinto como um garoto brincando à beira-mar, contente em achar aqui e ali, uma pedra mais lisa ou uma concha mais bonita, mas tendo sempre diante de mim, ainda por descobrir, o grande oceano de verdades.

*Isaac Newton*

## RESUMO

BRUNO, Henrique. **Correlação entre o segmento sul da Faixa Ribeira e o segmento norte da Faixa Dom Feliciano**: Integração geológico-geofísica da porção pré-cambriana do estado de Santa Catarina. 2017. 94 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

As questões envolvendo a amalgamação de blocos tectônicos durante a orogenia Brasileira/Pan-Africana vêm sendo objeto de estudo de diversos trabalhos nos últimos anos. Apesar do crescente número de ferramentas aplicadas ao conhecimento geológico, ainda existem diversas indagações acerca da evolução do supercontinente Gondwana. O objetivo principal desse trabalho é a hierarquização e discriminação dos limites entre blocos tectônicos conhecidos, integrando dados geológicos e geofísicos, para melhor entender a importância dessas grandes estruturas no sistema de colisões neoproterozoicas na porção sul do Gondwana Ocidental. Nesse contexto, destaca-se a relação entre as bacias neoproterozoicas deformadas durante a orogenia brasileira e as respectivas relações com os terrenos arqueanos/paleoproterozoicos que, na costa S/SE do Brasil, perfazem a Província Mantiqueira. A geologia da área de estudo é dominada por terrenos pré-cambrianos: Terreno Luís Alves, as sequências vulcanossedimentares das Bacias de Itajaí e de Campo Alegre, as sequências metassedimentares dos Terrenos Brusque e Paranaguá e suas suítes graníticas além dos granitoides do Terreno Florianópolis. A borda oeste da área de estudo é coberta pelos sedimentos e por rochas vulcânicas da Bacia do Paraná. As zonas de cisalhamento e de falhas que separam esses blocos crustais foram desenvolvidas durante o ciclo orogênico Brasileiro/Pan-Africano, que levou à formação do supercontinente Gondwana. Esses limites tectônicos geralmente separam blocos de diferente reologia e espessura crustal. A metodologia aplicada inclui a análise conjugada de dados de campo e de métodos potenciais (magnetometria e gravimetria) para criação de um modelo de evolução integrado da área de estudo. A integração de dados geológicos e geofísicos permitiu a identificação de importantes lineamentos estruturais e limites crustais. O modelo geodinâmico apresentado sugere que a sutura entre o bloco composto pelos Terrenos Brusque, Paranaguá e Florianópolis e o bloco composto pelo Terreno Luís Alves seja a Zona de Cisalhamento Itajaí Perimbó, e não a Zona de Cisalhamento Major Gercino como previamente sugerido. A partir disso, os metassedimentos do Terreno Brusque foram depositados sobre o embasamento do Terreno Florianópolis, parte do Cráton de Angola, e são correlacionados aos metassedimentos do Terreno Paranaguá como uma margem passiva que, em aproximadamente ca. 650 Ma, se tornou margem ativa, atuando como uma bacia do tipo *forearc*. A colisão entre os blocos teria ocorrido de maneira oblíqua, com o desenvolvimento: de uma transpressão dextral na Zona de Cisalhamento Itajaí Perimbó, separando o Terreno Luís Alves do Terreno Brusque; uma transcorrência sinistral representada pela Zona de Cisalhamento Palmital separando o Terreno Luís Alves do terreno Paranaguá; e uma frente de empurrão frontal, representada pelas Zonas de Cisalhamento Icapara e Serra Negra, separando o bloco já amalgamado dos Terrenos Luís Alves e Curitiba do Terreno Paranaguá.

Palavras-Chave: geologia estrutural; orogenia brasileira; terreno Brusque; gondwana.



## ABSTRACT

BRUNO, Henrique. **Correlation between the south segment of the Ribeira Belt and the north segment of the Dom Feliciano Belt**: Geological-Geophysical integration of the Precambrian rocks of the Santa Catarina state. 2017. 94 f. Dissertation (Masters in Geology) – Faculty of Geology, Rio de Janeiro State University, Rio de Janeiro, 2017.

The matters surrounding the amalgamation of tectonic blocks during the Brasiliano / Pan-African orogeny have been the main subject of study of several works in recent years. However, with the increasing number of tools applied to geological knowledge, there are still several questions about the evolution of the Gondwana supercontinent yet to be answered. The main objective of this work is the hierarchy and discrimination of the boundaries between the known tectonic blocks, integrating geological and geophysical data, to better understand the importance of these large structures in the system of neoproterozoic collisions in the southern portion of Western Gondwana. In this context, it is highlighted the relationship between the deformed neoproterozoic basins during the Brasiliano orogeny and their respective relations with the Archaean / Paleoproterozoic basement, making up the Mantiqueira Province on the S / SE coast of Brazil. The geology of the study area is dominated by precambrian terranes; Luís Alves Terrane, the vulcanosedimentary sequences of the Itajaí and Campo Alegre Basins, the metasedimentary sequences of the Brusque and Paranaguá Terranes and their granitic suites besides the granitoids of the Florianópolis Terrane. The western edge of the study area is covered by the sediments and volcanic rocks of the Paraná Basin. The shear zones and faults that separate these crustal blocks were developed during the Brasiliano / Pan-African orogenic cycle that led to the formation of the supercontinent Gondwana. These tectonic boundaries generally separate blocks of different rheology and crustal thickness. The applied methodology includes the combined analysis of field data and potential methods (magnetic and gravimetric) to create an integrated evolution model of the study area. The integration of geological and geophysical data allowed the identification of important structural lineaments and crustal boundaries. The presented geodynamic model suggests that the suture between the block composed of the Brusque, Paranaguá and Florianópolis Terranes and the block composed by the Luís Alves Terrane is the Itajaí Perimbó Shear Zone, and not the Major Gercino Shear Zone as previously suggested. Considering the Itajaí Perimbó Shear Zone as the suture zone, the metasediments of the Brusque Terrane were deposited on the basement of the Florianópolis Terrane, hereby declared as part of the Angola Craton, and are correlated to the metasediments of the Paranaguá Terrane as a passive margin that in approximately ca. 650 My became active margin, functioning as a forearc basin. The oblique collision between the blocks would have occurred with the development of a dextral transpression in the Itajaí Perimbó Shear Zone, separating the Luís Alves Terrane from the Brusque Terrane, a sinistral transcurrence represented by the Palmital Shear Zone separating the Luís Alves Terrane from the Paranaguá Terrane and a frontal thrust, represented by the Icapara and Serra Negra Shear Zones, separating the already amalgamated block from the Luís Alves and Curitiba Terranes of the Paranaguá Terrane.

Keywords: structural geology; brasiliano orogeny; Brusque terrane; gondwana.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Mapa geológico da Província Mantiqueira Meridional.....	19
Figura 2 –	Mapa de pontos na área de estudo e caminhamentos dos perfis realizados.....	22
Figura 3 –	Mapa de localização do Levantamento Aerogeofísico e filtro de Sinal Analítico utilizado na interpretação dos dados.....	27
Figura 4 –	Mapa da Anomalia Bouguer da área de estudo.....	29
Figura 5 –	Perfis gravimétricos retirados diretamente do software Geosoft, sem nenhum tipo de tratamento.....	30
Figura 6 –	Perfil gravimétrico editado.....	31
Figura 7 –	Mapa e perfis de profundidade da descontinuidade de Mohorovicic.....	32
Figura 8 –	Domínios Tectônicos da Província Mantiqueira.....	34
Figura 9 –	Domínios Tectônicos e as principais estruturas da porção pré-cambriana do estado de Santa Catarina.....	36
Figura 10 –	Mapa Geológico do Terreno Luís Alves na área de estudo.....	47
Figura 11 –	Mapa Geológico das Coberturas Vulcanossedimentares Neoproterozoicas na área de estudo.....	48
Figura 12 –	Mapa Geológico do Terreno Paranaguá na área de estudo.....	52
Figura 13 –	Mapa geológico do Terreno Brusque na área de estudo.....	55
Figura 14 –	Suítes graníticas intrusivas nos metassedimentos no Terreno Brusque..	57
Figura 15 –	Mapa Geológico do Terreno Florianópolis.....	59
Figura 16 –	Mapa Cronoestratigráfico da área de estudo.....	61
Figura 17 –	Diagramas de zircão detrítico referentes ao Terreno Brusque, Terreno Florianópolis e Terreno Paranaguá.....	62
Figura 18 –	Diagramas A/NK X A/CNK (SHAND, 1951) das suítes graníticas dos Terrenos, Paranaguá, Brusque e Florianópolis.....	65
Figura 19 –	Diagrama de Pearce (1996) Rb vs Y + Nb, indicando a ambiência tectônica dos granitoides dos Terrenos Paranaguá e Brusque.....	66
Figura 20 –	Padrões de condritos normalizados à ETRs das suítes graníticas do Terreno Brusque e do Terreno Paranaguá.....	67
Figura 21 –	Diagramas geoquímicos de alguns granitoides do Terreno	

	Florianópolis.....	68
Figura 22 –	Mapa com idades de cristalização dos granitoides do Terreno Brusque..	71
Figura 23 –	Mapa da Amplitude do Sinal Analítico e Compartimentação Tectônica da área de estudo.....	72
Figura 24 –	Compartimentação Tectônica no mapa de Amplitude do Sinal Analítico de todo o levantamento Aerogeofísico realizado pela CPRM.	75
Figura 25 –	Mapa geofísico da Anomalia Bouguer da Área de Estudo com a localização dos perfis gravimétricos.....	76
Figura 26 –	Perfis gravimétricos da Anomalia Bouguer comparados com a geologia e superfície.....	78
Figura 27 –	Mapa de integração da anomalia Bouguer com a topografia atual da área de estudo.....	79
Figura 28 –	Mapa de integração da anomalia Bouguer com a topografia atual da área de estudo.....	81
Figura 29 –	Perfis com individualização dos terrenos tectônicos com base na Descontinuidade de Mohorovicic.....	82
Figura 30 –	Modelo de Evolução Geodinâmica, em perfil, para a Porção sul do Gondwana Ocidental.....	86
Figura 31 –	Modelo de Evolução Geodinâmica, em planta, para a Porção Sul do Gondwana Ocidental.....	87
Figura 32 –	Configuração do Gondwana Ocidental com os possíveis análogos do lado brasileiro e do lado Africano.....	88

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Informações das Seções Geológicas.....	22
Tabela 2 –	Parâmetros 78 do Levantamento Aerogeofísico.....	23
Tabela 3 –	Sistema de Medições do Levantamento Aerogeofísico.....	23
Tabela 4 –	Distribuição de densidades utilizadas na confecção de perfis gravimétricos.....	30
Tabela 5 –	Padrões utilizados para confecção do mapa e dos perfis de descontinuidade de Mohorovicic.....	31
Tabela 6 –	Síntese da evolução do Terreno Luís Alves.....	39

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	Duas dimensões
ANP	Agência Nacional de Petróleo
ASA	Amplitude do Sinal Analítico
Ca	Aproximadamente
CGSG	Complexo Granulítico de Santa Catarina
CPRM	Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil
DISEGE	Divisão de Sensoriamento Remoto e Geofísica
<i>Et al</i>	E colaboradores
Ga	Bilhões de anos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGRF	Campo Geomagnético Internacional de Referência
Ma	Milhões de anos
N	Norte
NE	Nordeste
NW	Noroeste
S	Sul
SE	Sudeste
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SW	Sudoeste
TTG	Tonalito-Trondhjemito-Granodiorito
UTM	Universe Transversor Mercator
WGS	World Geodetic System
ZCIP	Zona de Cisalhamento Itajaí-Perimbó
ZCMG	Zona de Cisalhamento Major Gercino
ZCP	Zona de Cisalhamento Palmital

## LISTA DE SÍMBOLOS

M	Metros
mGal	MiliGal
nT/m	NanoTesla por metro
Km	Quilômetros
+/-	Mais ou menos

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
1	<b>LEVANTAMENTO DO PROBLEMA, OBJETIVOS E MOTIVAÇÃO</b> .....	17
2	<b>ATIVIDADES, FERRAMENTAS E MÉTODOS</b> .....	20
2.1	<b>Pesquisa Bibliográfica – Compilação de Dados</b> .....	20
2.2	<b>Etapa de Campo – Reconhecimento Geológico</b> .....	21
2.3	<b>Métodos Geofísicos – Magnetometria e Gravimetria</b> .....	23
2.3.1	<u>Magnetometria</u> .....	25
2.3.2	<u>Gravimetria</u> .....	28
2.4	<b>Tratamento de Dados Estruturais – Confecção de Mapas Temáticos</b> .....	33
3	<b>CONFIGURAÇÃO TECTÔNICA DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	34
3.1	<b>Terreno Curitiba</b> .....	37
3.2	<b>Terreno Luis Alves e suas Coberturas Vulcanossedimentares</b> .....	38
3.3	<b>Terreno Paranaguá</b> .....	40
3.4	<b>Terreno Brusque</b> .....	42
3.5	<b>Terreno Florianópolis</b> .....	44
4	<b>CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	45
4.1	<b>Terreno Luís Alves</b> .....	45
4.2	<b>Bacias de Itajaí e de Campo Alegre</b> .....	48
4.3	<b>Terreno Paranaguá</b> .....	51
4.4	<b>Terreno Brusque</b> .....	53
4.5	<b>Terreno Florianópolis</b> .....	58
5	<b>INTERPRETAÇÃO DOS DADOS GEOLÓGICOS – HIPÓTESES DE EVOLUÇÃO DA ÀREA DE ESTUDO</b> .....	60
6	<b>INTEGRAÇÃO GEOLÓGICO-GEOFÍSICA</b> .....	73
6.1	<b>Magnetometria</b> .....	73
6.2	<b>Gravimetria</b> .....	77
7	<b>DISCUSSÃO – IMPLICAÇÃO TECTÔNICA DOS RESULTADOS APLICADOS EM UM MODELO GEODINÂMICO DE EVOLUÇÃO DOS TERRENOS PRÉ-CAMBRIANOS DO ESTADO DE SANTA CATARINA</b> .....	83

<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>89</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>90</b>



## INTRODUÇÃO

Essa é uma dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis, da Faculdade de Geologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro como requisito parcial à obtenção do título de Mestre. Ao longo dos anos, o Tektos – Grupo de Pesquisa em Geotectônica, seguindo a tônica da evolução científica atual, vem desenvolvendo projetos no que tange a evolução tectônica do supercontinente Gondwana, contando com um acervo de dados substanciais que são utilizados no desenvolvimento de teses e dissertações.

As questões envolvendo a amalgamação de blocos tectônicos durante a orogenia Brasileira/Pan-Africana vem sendo objeto de estudo de diversos trabalhos nos últimos anos. Apesar do crescente número de ferramentas aplicadas ao conhecimento geológico, ainda existem diversas indagações acerca da evolução do supercontinente Gondwana. Nesse contexto, destacam-se a relação entre as bacias neoproterozoicas deformadas durante a orogenia brasileira e as respectivas associações com os terrenos arqueanos/paleoproterozoicos, que na costa S/SE do Brasil perfazem a Província Mantiqueira.

A presente dissertação é disposta em 8 capítulos, descritos a seguir.

O Capítulo 1, intitulado Levantamento do Problema, Objetivos e Motivação, define o âmbito principal da pesquisa a ser discutido na presente dissertação. Ao longo do capítulo é feita a exposição do conhecimento atual acerca do assunto abordado no tema, além de definir os principais objetivos, com um resumo da metodologia aplicada. Na esfera geral da pesquisa científica, destaca-se a relevância do tema proposto à evolução do conhecimento da área.

O segundo capítulo, Atividades, Ferramentas e Métodos, detalha a metodologia aplicada no desenvolvimento da dissertação, enumerando as tarefas realizadas e sua aplicabilidade aos resultados obtidos, além de uma revisão teórica dos métodos geofísicos utilizados para o desenvolvimento da dissertação. Ressalta-se a utilização dos *softwares* e as técnicas de análise dos dados utilizados com as devidas referências aos produtos obtidos.

O Capítulo 3, Configuração Tectônica da Área de Estudo, traz informações obtidas na literatura sobre as reconstruções tectônicas do Gondwana Ocidental, com ênfase em uma tectônica de blocos continentais e seus principais limites tectônicos.

O Capítulo 4, Caracterização Geológica da Área de Estudo, expõe em mais detalhes a geologia da área de estudo, incluindo informações sobre ambientes de formação das unidades pré-cambrianas, bem como informações geocronológicas e geoquímicas extraídas da

literatura. Ao final do Capítulo 4 é feita uma primeira discussão, ressaltando as interpretações geológicas do autor frente aos dados bibliográficos. O Capítulo 5, Interpretação dos Dados Geológicos – Hipóteses de Evolução Tectônica da área de Estudo, traz novas interpretações dos dados geológicos de acordo com os dados obtidos na bibliografia e traz novas possibilidades para a evolução tectônica da área de estudo.

O Capítulo 6, Integração Geológico-Geofísica, é focado na interpretação dos dados geofísicos, caracterizando os filtros e as técnicas utilizadas para cada método. Expõe os resultados obtidos com o processamento dos dados geofísicos e a integração com os dados de geologia de superfície. Nessa parte da dissertação, são demonstradas as correlações entre os métodos potenciais e a geologia, trazendo informações relevantes no que tange à evolução tectônica da área.

O Capítulo 7, Discussão – Implicação Tectônica dos Resultados Aplicados em um modelo Geodinâmico de Evolução dos Terrenos Pré-Cambrianos do Estado de Santa Catarina, explora discussões relevantes relacionadas ao tema geral da pesquisa, trazendo possíveis correlações regionais para os dados adquiridos e comparando com os modelos pré-existentes.

O Capítulo 8, Conclusões, traz as conclusões atingidas após todo o processo de desenvolvimento do projeto. Possui caráter expositivo e interpretativo, de maneira resumida, expõe a relevância dos resultados no âmbito proposto pela pesquisa científica.

No presente trabalho, a nomenclatura adotada para os diferentes domínios geotectônicos refere-se ao termo terreno, baseado nas características estruturais e metamórficas, sendo delimitados por falhas ou zonas de cisalhamento. Esse conceito é aplicado devido às incertezas em relação à paleogeografia original dessas unidades, atualmente adjacentes (HOWELL, 1995).

## 1 LEVANTAMENTO DO PROBLEMA, OBJETIVOS E MOTIVAÇÃO

No âmbito da temática abordada, destaca-se que, ao longo de toda a Província Mantiqueira, a linha de costa do Brasil segue paralela às estruturas regionais. A partir do Terreno Luís Alves, geograficamente localizado entre os estados do Paraná e de Santa Catarina, o litoral passa a ser perpendicular à orientação dos principais limites tectônicos (Figura 1-I). Essa diferença na direção da linha de costa brasileira em relação ao principal *trend* das estruturas regionais foi a principal motivação para o desenvolvimento desse projeto e como consequência buscar a elucidação da tectônica referente à evolução da porção sul do Gondwana Ocidental (Figura 1-II).

A área de estudo (Figura 1-III) é limitada, a norte, pela divisa entre os estados de Paraná e Santa Catarina e, a sul, pela ilha de Santa Catarina, onde se localiza a cidade de Florianópolis, compreendendo a porção Pré-Cambriana do estado de Santa Catarina.

O contexto geológico da área de estudo (Figura 1-II) inclui a porção sul da Faixa Ribeira, constituída pelo Terreno Paranaguá, e a porção norte da Faixa Dom Feliciano representada pelo Terreno Brusque. As duas faixas possuem embasamento paleoproterozoico composto por um complexo granítico-gnáissico-migmatítico, coberturas metassedimentares e granitoides neoproterozoicos. Na área de estudo, esses dois cinturões orogênicos são delimitados pelo Terreno Luís Alves e pelo Terreno Curitiba constituídos por um núcleo arqueano-paleoproterozoico, e por suas coberturas vulcanossedimentares neoproterozoicas, as Bacias de Itajaí e de Campo Alegre. À sul do Terreno Brusque encontra-se o Terreno Florianópolis, arco magmático composto por granitoides neoproterozoicos relacionados à sequência de colisões referentes à orogenia brasileira.

Os limites tectônicos entre os terrenos mencionados anteriormente, separam blocos crustais de diferentes reologias e espessuras, critério esse utilizado no desenvolvimento dessa dissertação. Esses limites correspondem principalmente a zonas de cisalhamento (Figura 1-III), e foram desenvolvidos na aglutinação de blocos durante a formação do Gondwana ocidental. Na área de estudo são destacadas as Zonas de Cisalhamento: Itajaí-Perimbó, de componente transpressiva dextral, que separa o Terreno Luís Alves do Terreno Brusque; Palmital, de componente transcorrente sinistral, que limita o Terreno Luís Alves e o Terreno Paranaguá; Major Gercino, de componente transpressiva dextral, que separaria o Terreno Brusque do Terreno Florianópolis.

À luz do conhecimento da bibliografia expedita destacam-se ainda outras grandes suturas na região: as Zonas de Cisalhamento Alexandra e Serrinha, frentes de cavalgamento que separam o Terreno Curitiba e o Terreno Paranaguá.

O objetivo principal desta dissertação é a hierarquização e a discriminação dos limites entre os blocos tectônicos conhecidos, integrando dados geológicos e geofísicos, para melhor entender a importância dessas grandes estruturas no sistema de colisões neoproterozoicas na porção sul do Gondwana Ocidental. Espera-se que com os resultados obtidos nessa dissertação, seja dado mais um passo no conhecimento sobre a evolução do supercontinente Gondwana.

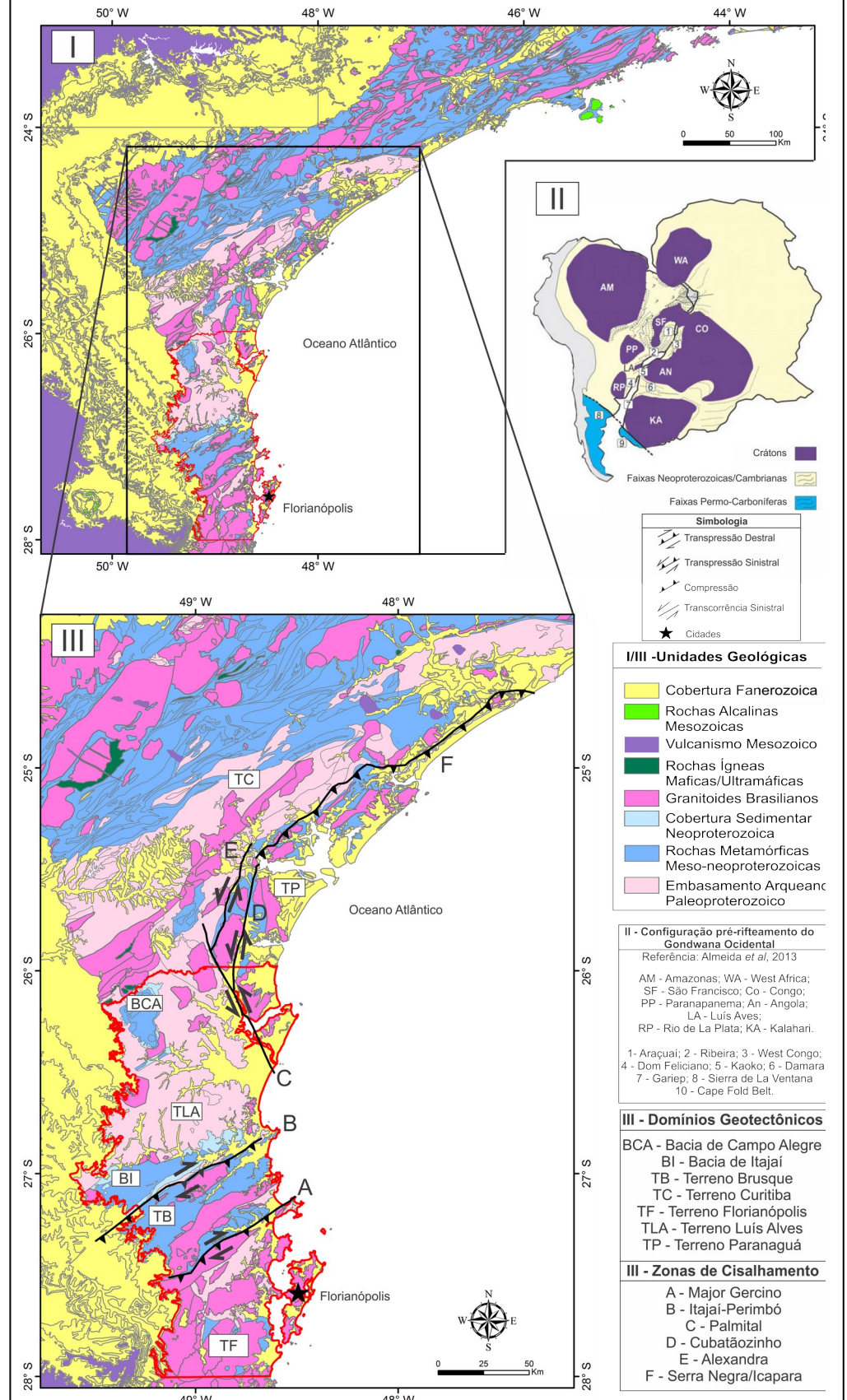
Destaca-se a pré-existência de um banco de dados na área de estudo, incluindo o Projeto “Tectônica Rúptil Meso-Cenozóica e Magmatismo Associado: Estudo Integrado do Embasamento Adjacente à Bacia de Santos, S-SE do Brasil”, parceria entre o Tektos - Grupo de Pesquisa em Geotectônica e a Petrobras – Petróleo Brasileiro S.A. Este projeto conta com diversas informações geológicas de campo, análises geoquímicas e geocronológicas. Além disso, diversos projetos de pesquisas, teses e dissertações serviram como base para a elaboração desta dissertação.

Após a análise dos dados previamente descritos na bibliografia disponível, salienta-se que as principais suturas descritas anteriormente não coincidem com as encontradas após as análises preliminares baseadas em dados magnéticos e gravimétricos bem como a integração com os dados de geologia de superfície.

Esta divergência motivou aprofundar a investigação geológica e integrá-las às informações geofísicas contribuindo para a identificação de importantes lineamentos estruturais, o reconhecimento dos limites crustais supracitados e a criação de um possível modelo de evolução estrutural para a área de estudo.

Legenda: I – Porção meridional da Província Mantiqueira. II – Configuração pré-rifteamento do Gondwana Ocidental. III – Contexto geológico da área de estudo. O polígono em vermelho refere-se à área de estudo.

Figura 1: Mapa geológico da Província Mantiqueira Meridional.



Fonte: O autor, 2017. Baseado nas informações contidas no Projeto Rifte Santos.

## 2 ATIVIDADES, FERRAMENTAS E MÉTODOS

A metodologia aplicada consiste na integração entre diferentes atividades e ferramentas com o objetivo de responder à temática central proposta. A conexão entre dados de geologia de superfície, obtida através da compilação de dados pré-existentes e de informações coletadas através do trabalho de campo (realização de perfis regionais), com os dados geofísicos gravimétricos e magnetométricos, devidamente processados e interpretados, configuram o escopo central do capítulo a seguir.

### 2.1 Pesquisa Bibliográfica – Compilação de Dados

A primeira parte do projeto consistiu na pesquisa bibliográfica, incluindo artigos científicos, teses, dissertações e na compilação de dados pré-existentes na área de estudo. Entre os principais autores destacam-se Almeida *et al.* (2013), Basei *et al.* (2008, 2009, 2010; 2011a,b), Bittencourt *et al.* (2008), Cury (2009), Faleiros (2008), Florisbal *et al.* (2012a,b,c), Heilbron *et al.* (2004,2008), Hueck *et al.* (2016), Passarelli *et al.* (2009,2011) Phillip *et al.* (2004), Silva *et al.* (2005), Wildner *et al.* (2015) entre outros.

O principal acervo de dados utilizado inclui o Projeto “Tectônica Rúptil Meso-Cenozóica e Magmatismo Associado: Estudo Integrado do Embasamento Adjacente à Bacia de Santos, S-SE do Brasil”, parceria entre o Tektos – Grupo de Pesquisa em Geotectônica e a Petrobras – Petróleo Brasileiro S.A.

Este projeto apresenta uma variedade de informações relacionadas à geologia estrutural, petrografia, geoquímica e geocronologia da área, que engloba todo o embasamento emerso da Bacia de Santos. O projeto contou com 16 pesquisadores de diversas áreas, com alunos de pós-graduação e estagiários. Os produtos gerados a partir desse projeto incluem mapas temáticos tectônicos e um banco de dados com todas as informações obtidas nos três anos de realização do mesmo. Para a elaboração da presente dissertação foram selecionados em torno de 600 pontos (Figura 2), dentro da área de estudo, com informações relevantes às

estruturas da área, incluindo medidas de foliações, lineações, falhas e fraturas. Foram extraídas do projeto aproximadamente 500 medidas de foliação e de acamamento, 273 informações sobre diques, 100 medidas de lineações (mineral, estiramento e interseção), 650 de fraturas, 160 de falhas e 30 de zonas de cisalhamento.

Os dados magnéticos da área de estudo foram adquiridos através de solicitação de dados técnicos para fins acadêmicos, feitos à Divisão de Sensoriamento Remoto e Geofísica (DISEGE) da CPRM (Serviço Geológico do Brasil) sob o projeto Aerogeofísico Paraná-Santa Catarina (Código 1095) do Programa de Geologia do Brasil (Figura 3-I).

## 2.2 Etapa de Campo – Reconhecimento Geológico

A partir do reprocessamento dos dados expeditos, com ênfase na evolução estrutural da área de estudo, fez-se necessário a realização de trabalho de campo com objetivo de adensar as informações já obtidas. Para a etapa de campo, foram utilizadas as cartas topográficas Joinville (SG-22-Z-B) e Florianópolis (SG-22-Z-D), na escala 1:250.000, obtidas através do banco de dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Para localização dos terrenos geológicos, foi utilizado o Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina na escala 1:500.000 desenvolvido pela CPRM (Serviço Geológico do Brasil) referente ao Programa Geologia do Brasil, Subprograma de Cartografia Geológica Regional (WILDNER *et al.*, 2015).

No trabalho de campo, a localização dos pontos foi realizada utilizando o sistema de coordenadas geográficas e referencial geodésico WGS 84 (World Geodetic System) Zona 22 S. Destaca-se a utilização de imagens de satélites obtidas através do software Google Earth Pro para localização no campo.

O objetivo principal do trabalho de campo foi o reconhecimento geológico de todos os Terrenos presentes na área de estudo, com enfoque nas prováveis zonas de sutura entre os mesmos. Foram levantadas seis seções regionais (Figura 2), de direções N-S, NW-SE e E-W, transversais e paralelas ao trend regional das camadas (NE-SW), com escala 1:250.000, majoritariamente ao longo de rodovias estaduais e federais (Tabela 1).

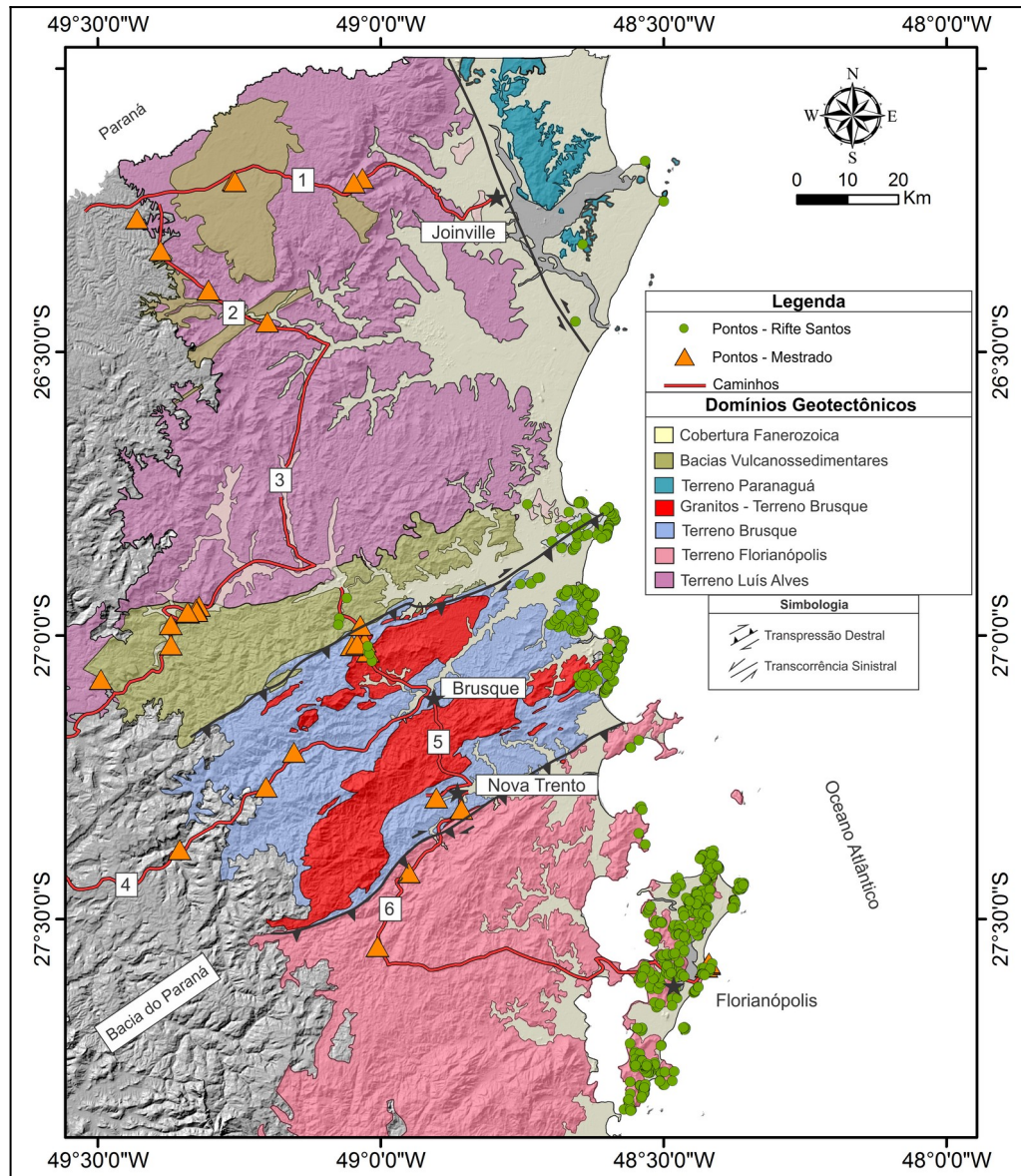
Tabela 1 – Informações das seções geológicas

Perfil	Localização	Rodovias	Terrenos
1	Joinville – Rio Negrinho	Estadual SC-418	Terreno Luís Alves e Bacia de Campo Alegre
2	Rio Negrinho – Pomerode	Estadual SC-112/SC-416	Terreno Luis Alves
3	Pomerode – Rio do Sul	Federal BR-470	Terreno Luís Alves e Bacia de Itajaí
4	Rio do Sul – Brusque	Federal BR-470	Terreno Brusque
5	Brusque – Nova Trento	Estadual SC-108	Terreno Brusque
6	Nova Trento – Florianópolis	Estaduais SC-108 e SC-281	Terreno Florianópolis

Fonte: O autor, 2017.

Figura 2: Mapa de pontos na área de estudo e caminhamentos dos perfis realizados





Fonte: O autor, 2017. Geologia adaptada de Wildner *et al.* (2015).

### 2.3 Métodos Geofísicos – Magnetometria e Gravimetria

A terceira etapa do trabalho consistiu no processamento de dados magnetométricos e gravimétricos visando a integração com as informações geológicas. A gravimetria e a magnetometria perfazem parte da geofísica e são chamadas de métodos potenciais, considerados de extrema importância para a investigação das propriedades das rochas.

O sistema de projeções adotado foi o UTM (*Universe Transversor Mercator*) e *datum* horizontal WGS-84. Os parâmetros do aerolevanteamento são descritos na tabela abaixo (Tabela 2):

Tabela 1: Parâmetros do Levantamento Aerogeofísico.

Altura de Vôo	100 metros
Espaçamento médio entre as linhas de vôo	500 metros
Espaçamento médio entre as linhas de controle	10.000 metros
Direção das Linhas de Vôo	N-S
Direção das Linhas de Controle	E-W
Intervalo Médio de Amostragem	7,6 metros
Período do Levantamento	Novembro/2009 a Agosto/2011

Fonte: CPRM, 2011.

O sistema de medição utilizado pelo programa de levantamento geofísico é descrito na tabela a seguir (Tabela 3):

Tabela 2: Sistema de Medições do Levantamento Aerogeofísico.

Sistema Aeromagnético com Sensor de Vapor de Césio	Scintrex CS-3
Sistema de Aquisição e Navegação GPS	Trimble AgGPS 132DGPS “Real Time”
Radar Altimetro	PR-FAG: KNG 405 PT-WOT/PR-LDS: Collins Alt-50
Magnetômetro Monitor	GEM, GSM-19

Fonte: CPRM, 2011.

Os dados gravimétricos foram obtidos através da concessão de dados públicos às universidades junto à ANP (Agência Nacional de Petróleo). Os projetos estão inseridos no enquadramento de dados geofísicos, não sísmicos. Foram solicitados três programas com dados magnéticos e gravimétricos: o primeiro corresponde a um levantamento marítimo contendo dados magnéticos e gravimétricos. Esse projeto possui como empresa concessionária a Petrobras e foi levantado em 1993. Os parâmetros de aquisição dos dados possui direção de linhas de aquisição variadas, espaçamento das linhas entre 3 e 50 km, intervalo de amostragem de 100m e abrange uma área de 196.006 Km<sup>2</sup>.

O segundo representa um levantamento terrestre contendo dados gravimétricos. Esse projeto também é concessionário da Petrobras com direção de vôo e espaçamento das linhas variado e taxa de amostragem de 0,060 pt/Km<sup>2</sup>. Os dados gravimétricos cedidos pela ANP foram agrupados e interpolados com dados obtidos em Sandwell *et al* (2013). Esses dados foram obtidos através do Grupo de Pesquisa – *Satellite Geodesy*, do Instituto de Oceanografia da Universidade de San Diego, Califórnia através do website: <http://topex.ucsd.edu>.

A aplicação de técnicas de processamento e de interpretação dos dados geofísicos foi realizada através do *software Geosoft* (Plataforma *Oasis Montaj* – versão 6.4.2), desenvolvido

para integração, visualização e interpretação de dados multidisciplinares no âmbito das Geociências, além da integração com outros aplicativos como o *ArcGis*.

Para realização da modelagem de dados gravimétricos e magnetométricos foi utilizada a extensão GM- SYS Profile Modelling da Geosoft. Essa extensão permite a criação de modelos geológicos integrados aos dados geofísicos. Permite a interpolação, filtragem, modelagem, determinação de profundidade do embasamento além de outros processamentos. É um *software* desenvolvido para indústria, tanto mineradora como petrolífera, mas suas atribuições vêm se mostrando eficazes também no estudo envolvendo evolução tectônica.

Através do Geosoft foram escolhidas as ferramentas que mais se adequavam à modelagem qualitativa geológico-estrutural da área de estudo. Dentre esses filtros, destaca-se o Sinal Analítico, utilizado nos mapas magnetométricos; a anomalia Bouguer e a profundidade da descontinuidade de Mohorovicic nos dados gravimétricos. Além dos mapas gerados a partir da aplicação desses filtros, foram produzidos perfis gravimétricos para modelagem em 2D, Profundidade X Extensão, com a geologia de superfície e perfis de profundidade da descontinuidade de Mohorovicic.

A aplicação de diferentes filtros nos dados geofísicos foi utilizada para determinação de descontinuidades físicas que podem ser interpretadas como estruturas geológicas, nesse caso limites tectônicos ou zonas de sutura. A realização de perfis de anomalia gravimétrica, em conjunto com os perfis geológicos objetivou a integração entre os dados e, por fim, a modelagem tectônica da área.

### 2.3.1 Magnetometria

A magnetometria é a área da geofísica que utiliza as informações do campo geomagnético e a partir delas tenta-se inferir a distribuição de minerais com propriedades magnéticas. É baseado na observação dos dados adquiridos através de magnetômetros que podem ser terrestres, marítimos, aéreos ou até mesmo obtidos através de satélites.

O método da aeromagnetometria, utilizado nessa dissertação, é muito difundido na pesquisa de áreas onde um mapeamento convencional se mostra insuficiente, como em áreas muito intemperizadas ou com cobertura vegetal espessa, ou para auxiliar uma compartimentação de cunho regional. É caracterizado como um método rápido e eficaz, geralmente utilizado em conjunto com outros métodos geofísicos para avaliação de alvos

exploratórios e como nesse caso, mapeamentos regionais. No caso da presente dissertação, o método foi utilizado para separar domínios com diferentes características magnéticas e caracterizar estruturas em subsuperfície.

As variações, ou anomalias, no campo magnético da Terra obedecem a lei de Coulomb, que é comparável à lei gravitacional de Newton, porém leva em consideração a variação da polarização magnética da Terra. A Lei de Coulomb descreve a interação eletrostática entre partículas puntiformes eletricamente carregadas, com dimensão e massa desprezíveis.

O campo magnético terrestre induz nas rochas e estruturas geológicas um campo magnético secundário, que se sobrepõe ou se contrapõe ao campo principal. Estas modificações do campo magnético podem ser analisadas para a investigação das fontes causadoras das anomalias. Portanto, o método da magnetometria mede distorções locais no campo magnético terrestre geradas pela concentração de minerais magnéticos nas rochas ou a zonas de falha (DRANSFIELD *et al.*, 1994).

Existem três classes principais de comportamento magnético, baseado na susceptibilidade magnética dos materiais: diamagnetismo, paramagnetismo e ferromagnetismo.

Todos os materiais possuem propriedades diamagnéticas, porém essa característica é geralmente mascarada pelas propriedades ferromagnéticas e paramagnéticas. Por definição, um material diamagnético possui susceptibilidade magnética baixa e negativa, ou seja, a magnetização se desenvolve na direção oposta do campo magnético aplicado. Já os materiais paramagnéticos possuem susceptibilidade magnética baixa e positiva. Essa relação entre a baixa susceptibilidade magnética nesses materiais é dada pela pequena interação entre os momentos magnéticos. Porém em alguns metais como ferro, níquel e cobalto os átomos ocupam posições próximas o suficiente para realizar troca de elétrons entre si, causando um campo molecular forte, gerando um material com comportamento magnético alto, chamado de ferromagnetismo.

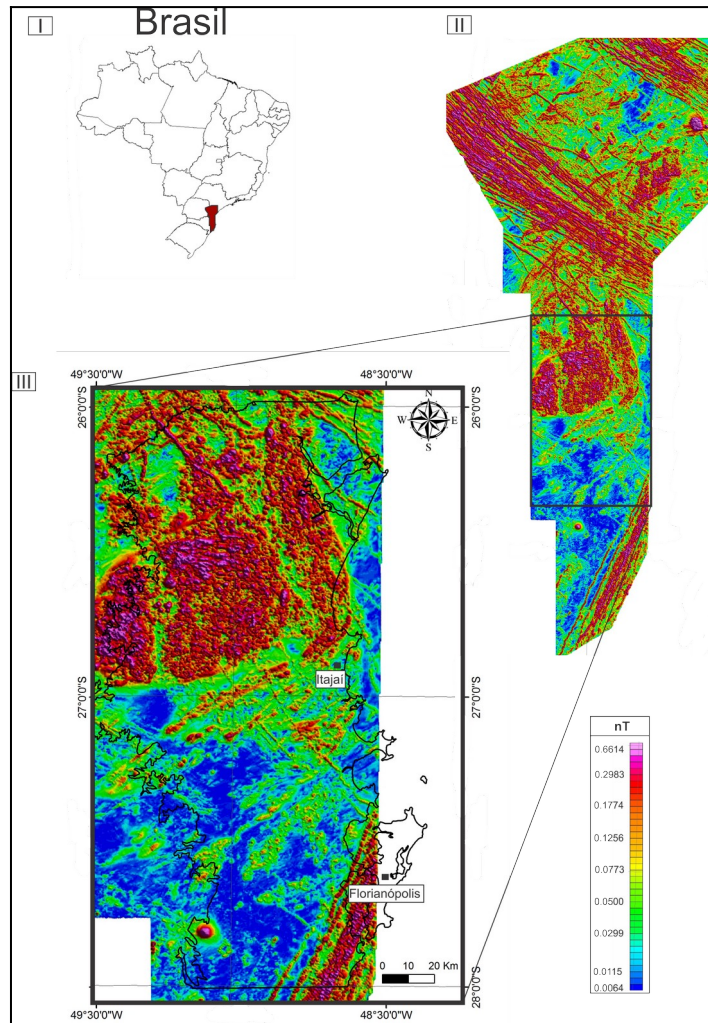
Para se caracterizar as propriedades magnéticas de uma rocha, deve-se levar em consideração a assembleia heterogênea de minerais que a compõem. Destaca-se que a maioria das matrizes minerais de rocha são silicatos ou carbonatos, diamagnéticos por definição, enquanto minerais secundários, como argilominerais, que geralmente encontram-se disseminados na matriz, são paramagnéticos. Ressalta-se que a determinação das propriedades magnéticas das rochas é a fraca e esparsa concentração de minerais ferromagnéticos na matriz das rochas, adquirindo então importância geológica e geofísica.

As anomalias magnéticas variam em amplitude de nT (nanotesla) e refletem rochas (metamórficas, intrusões básicas...), mineralizações, estruturas profundas e feições antrópicas. As medidas são realizadas através do aparelho denominado magnetômetro e podem ser adquiridas em terra, por aviões, satélites artificiais e em navios.

As causas mais comuns de anomalias magnéticas incluem diques, sills falhados, deformados e truncados, fluxo de lavas, intrusões básicas, rochas do embasamento metamórfico e corpos mineralizados de magnetita.

No processamento de dados magnetométricos utilizou-se o filtro Amplitude do Sinal Analítico (ASA) para hierarquizar e caracterizar os diferentes domínios tectônicos e as possíveis suturas. ASA é caracterizado como um filtro de mapeamento de bordas de corpos, principalmente onde a magnetização remanescente é significativa. Seus resultados são dependentes da profundidade, da extensão e do ângulo de mergulho do corpo bem como da direção do campo magnético da Terra. A partir da correção dos dados magnéticos, foi realizada uma interpolação dos dados e para aplicação de métodos de realce de anomalias. A Figura 3 ilustra o resultado final da aplicação da ASA.

Figura 3 - Mapa de localização do Levantamento Aerogeofísico e filtro de Sinal Analítico utilizado na interpretação dos dados.



Legenda: I – Localização geográfica do Levantamento Aerogeofísico realizado pela CPRM. II – Filtro Amplitude do Sinal Analítico aplicado para todo levantamento. III – Recorte da área de estudo do ASA.

Fonte: O autor, 2017.

Para obter o resultado desejado com o tratamento dos dados magnéticos, no caso dos dados aeromagnetométricos, existe um fluxograma de processamento de dados que deve ser aplicado para que seja atingido um produto de alta qualidade. O primeiro passo desse processamento deve ser a correlação de paralaxe, que implica a correção da defasagem entre os instantes de medida do aparelho medidor e o sistema de posicionamento. A seguir, deve ser realizada a remoção da variação magnética diurna, o nivelamento dos perfis e remoção do Campo Geomagnético Internacional de Referência (IGRF).

### 2.3.2 Gravimetria

A gravimetria estuda as variações do campo gravitacional terrestre causadas pela distribuição de massas, ou seja, a presença de rochas de diferentes densidades (contraste de densidade). A partir desse pode-se perceber a presença de uma anomalia gravimétrica associada à existência de um corpo rochoso ou uma estrutura com densidade anômala. A anomalia gravimétrica resulta de uma distribuição não homogênea de densidade na Terra.

As medições da gravidade são efetuadas através de um equipamento denominado gravímetros, com o suporte de um sistema de posicionamento global.

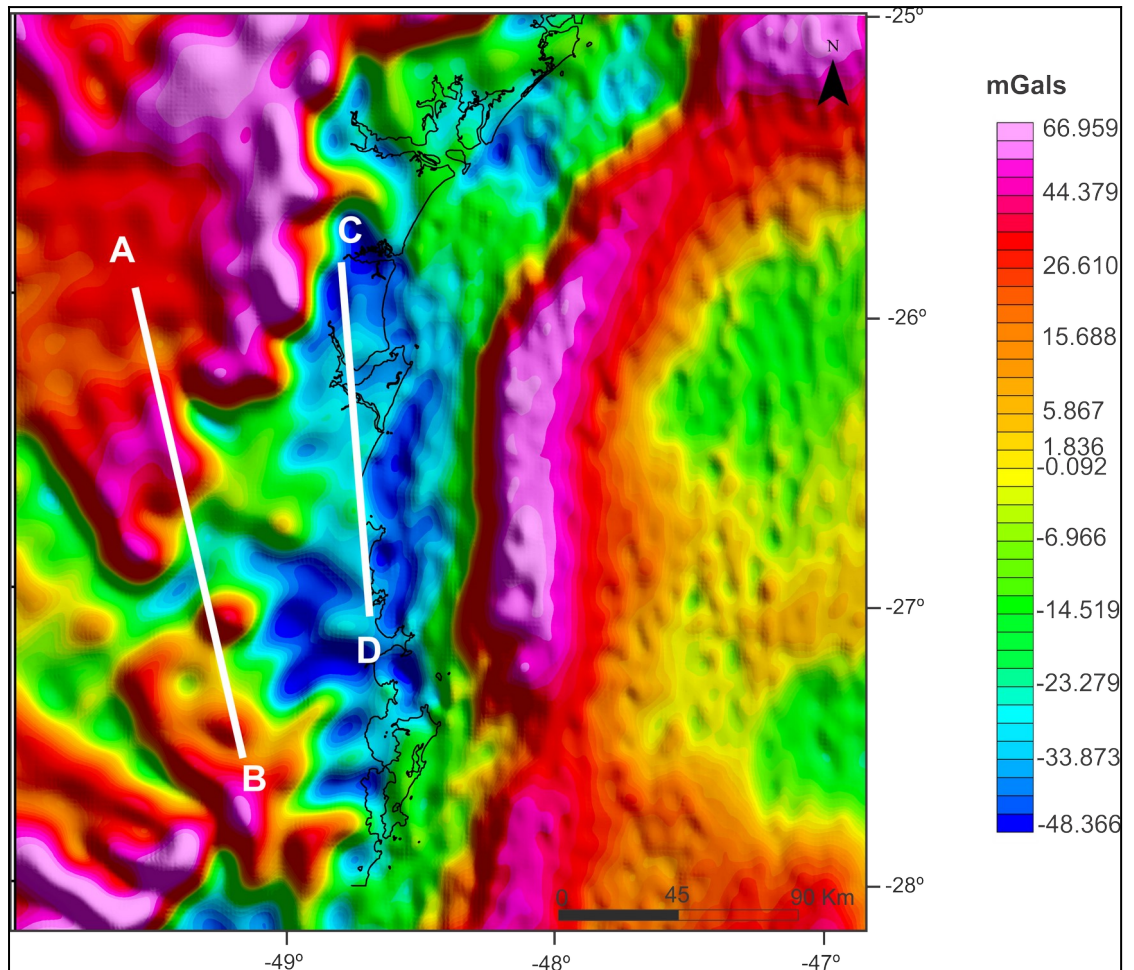
Em termos de representação o formato da Terra é representado por um esferoide ou um elipsoide de rotação, assumindo que a Terra encontra-se em equilíbrio hidrostático. Essas informações são suportadas pelas observações de anomalias isostáticas e *free air*, indicando que os continentes e os oceanos estão em equilíbrio isostático entre si.

Aplicando os conceitos de isostasia, é possível compreender as diferenças em grande escala entre as anomalias Bouguer de densidade sobre o continente e sobre o oceano. Essa anomalia considera a massa existente entre o geoide e a superfície física da terra, com a remoção das massas topográficas. A utilização da anomalia Bouguer compensa o efeito da camada de rocha cuja espessura corresponde à diferença de elevação entre os níveis de medição e de referência. A anomalia Bouguer leva em consideração diferentes fatores como latitude, longitude, altitude e a rotação da terra. Em geral, as anomalias sobre os continentes são negativas, especialmente sobre cadeia de montanhas onde a crosta é especialmente espessa. Em contraste, anomalias Bouguer fortemente positivas são achadas em regiões oceânicas, tipicamente relacionadas a uma crosta mais fina.

A interpretação quantitativa da anomalia gravimétrica consiste em determinar a fonte da anomalia, ou seja, as características físicas do corpo ou estrutura geológica causadora da anomalia. As características físicas são profundidade, extensão lateral e contraste de densidade.

Com base nos dados gravimétricos, foi produzido o mapa de anomalia Bouguer da área de estudo (Figura 4).

Figura 3: Mapa da Anomalia Bouguer da área de estudo



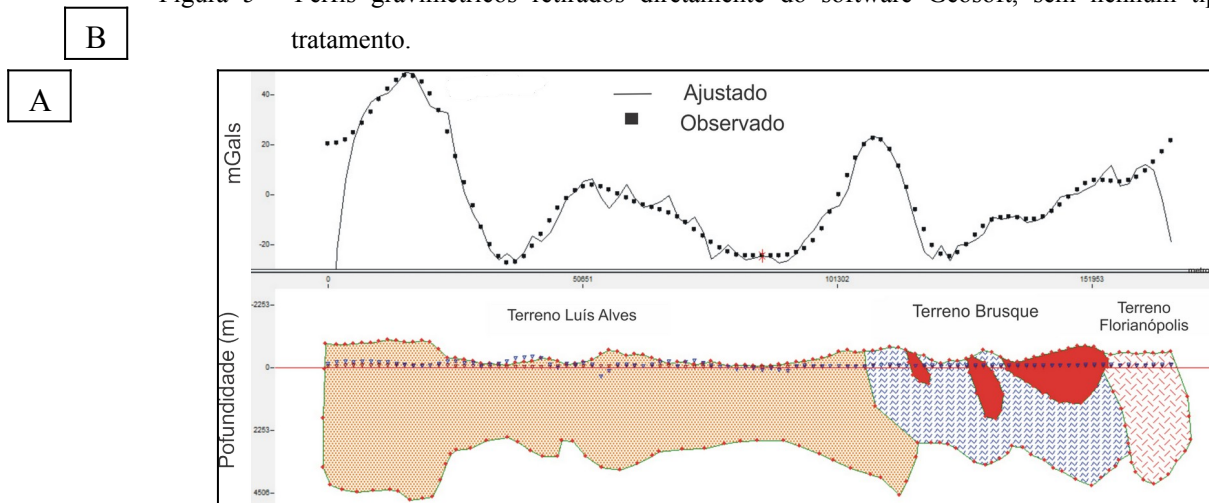
Legenda: Mapa da Anomalia Bouguer referente aos dados obtidos com a localização dos perfis gravimétricos analisados.

Fonte: O autor, 2017.

Na confecção dos perfis gravimétricos, foram utilizados os dados fornecidos pela anomalia Bouguer e pelas densidades das unidades de mapeamento, visando a elaboração de uma modelagem 2D integrando os perfis geofísicos aos perfis geológicos e os domínios tectônicos (Figura 5).



Figura 5 - Perfis gravimétricos retirados diretamente do software Geosoft, sem nenhum tipo de tratamento.



Legenda: A - Perfis gravimétricos correlacionados ao perfil geológico (B). Observar a diferença entre as curvas de valores observados e ajustados no perfil.

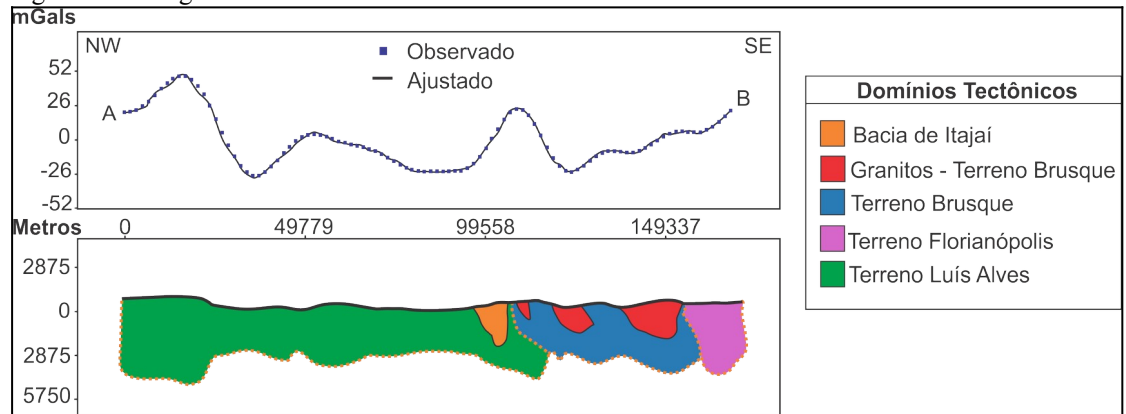
Fonte: O autor, 2017.

Observando-se a necessidade de realizar um melhor ajuste entre as curvas de valores gravimétricos e os valores ajustados, o perfil geológico foi detalhado, inserindo as densidades das unidades de mapeamento (Tabela 3 - Figura 6).

Tabela 4 Distribuição de densidades utilizadas na confecção de perfis gravimétricos.

Unidade	Intervalo de Densidade
Terreno Luís Alves	2.97 – 2.80 g/c <sup>3</sup>
Rochas Vulcânicas – Terreno Luís Alves	2.75 – 2.80 g/c <sup>3</sup>
Bacias Vulcanossedimentares – Campo Alegre e Itajaí	2.60 – 2.75 g/c <sup>3</sup>
Complexo Metamórfico Brusque	2.65 – 2.75 g/c <sup>3</sup>
Granitoides do Complexo Metamórfico Brusque	2.60 – 2.75 g/c <sup>3</sup>
Terreno Paranaguá	2.67 - 2.75 g/c <sup>3</sup>
Terreno Florianópolis	2.65 g/c <sup>3</sup>

Figura 4: Perfil gravimétrico editado



Legenda: Perfil gravimétrico com as curvas de gravimetria observada e ajustada coincidentes devido à aplicação de diferentes densidades para cada domínio tectônico.

Fonte: O autor, 2017.

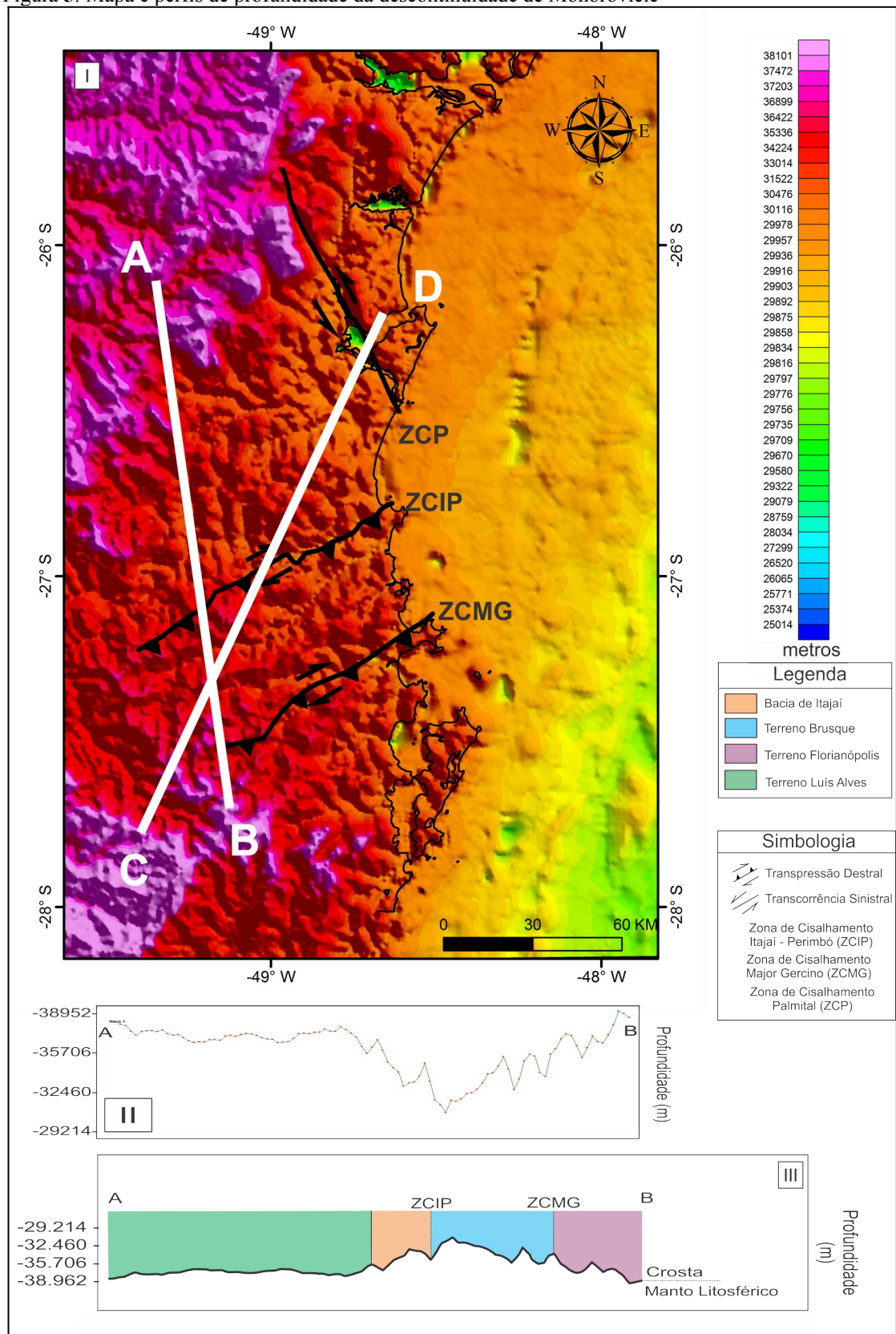
Para elaboração do mapa de profundidade da Descontinuidade de Mohorovicic (Figura 7-I) foi utilizada a extensão Isostatic Residual do *software Geosoft*. O principal objetivo da utilização desse filtro foi entender o comportamento da crosta nos principais limites tectônicos e interpretar se a espessura da crosta reflete a tectônica pré-cambriana responsável pela amalgamação do Gondwana. Essa extensão calcula a profundidade do limite entre a crosta e o manto litosférico com base na topografia, na densidade do terreno, no contraste da densidade Moho e na profundidade de compensação do nível do mar (Tabela 4). A topografia foi obtida através das imagens SRTM – Shuttle Radar Topography Mission.

A partir do mapa foram desenvolvidos perfis (Figura 7-II) para observação em 2D dessas informações, que também foram editados para melhor visualização e integrados com a geologia local (Figura 7-III).

Tabela 3: Padrões utilizados para confecção do mapa e dos perfis de descontinuidade de Mohorovicic

Bouguer density on land	2,67 g/c <sup>3</sup>
Bouguer density at sea	1.03 g/c <sup>3</sup>
Moho density contrast, land	2.8 g/c <sup>3</sup>

Figura 5: Mapa e perfis de profundidade da descontinuidade de Mohorovicic



Legenda: I - Mapa integrado da Anomalia Bouguer com a topografia adquirida através do SRTM. As cores estão relacionadas à espessura crustal. II – Perfil A-B da espessura da crosta processado através do *software* Geosoft. III – Perfil com integração dos domínios geológicos.

Fonte: O autor, 2017.

## 2.4 Tratamento de Dados Estruturais – Confecção de Mapas Temáticos

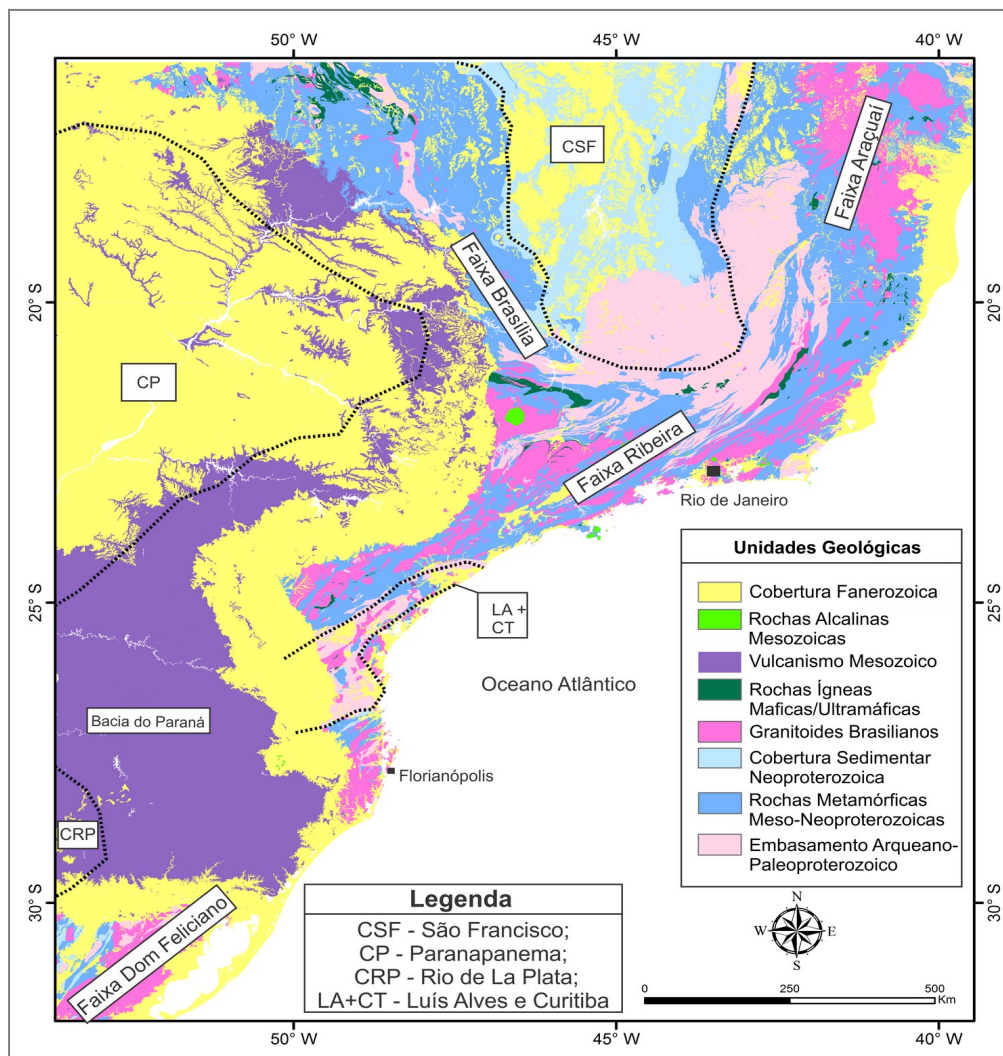
Com base nos dados estruturais disponíveis e os obtidos através da campanha de campo, foi gerado um modelo estrutural de evolução da área de estudo. Esses dados foram analisados de uma maneira regional, portanto não cabe no âmbito do presente trabalho, a apresentação de dados específicos da etapa de campo. A partir da interpretação dos dados geofísicos referentes aos métodos potenciais bem como a sua integração com os dados de geologia de superfície foram desenvolvidos mapas temáticos, em ambiente SIG, com a utilização do *software* ArcGis 10.2.

Como parte final da dissertação, foram gerados mapas de compartimentação tectônica, mapas cronoestratigráficos e mapas geológicos dos diferentes Terrenos. A elaboração desses mapas temáticos possibilitou a reinterpretação dos limites tectônicos existentes na área de estudo, corroborado pela integração da geologia de superfície com os métodos geofísicos. Esses mapas serão apresentados nos próximos capítulos.

### 3 CONFIGURAÇÃO TECTÔNICA DA ÁREA DE ESTUDO

A porção pré-cambriana do estado de Santa Catarina encontra-se majoritariamente relacionada à Faixa Dom Feliciano, que se estende por aproximadamente 1100 km desde Montevideu (Uruguai) até o limite entre os estados de Santa Catarina e Paraná (Brasil) e está inserida no contexto da Província Mantiqueira (Figura 8), definida por (ALMEIDA *et al.*, 1981). Essa Província foi definida a fim de agregar os cinturões orogênicos brasileiros localizados ao longo da costa SE brasileira, em uma faixa de direção preferencialmente NNE-SSW com mais de 3000 km de extensão. Está geograficamente localizada, quase que em sua totalidade, paralela à costa do Brasil.

Figura 6: Domínios Tectônicos da Província Mantiqueira



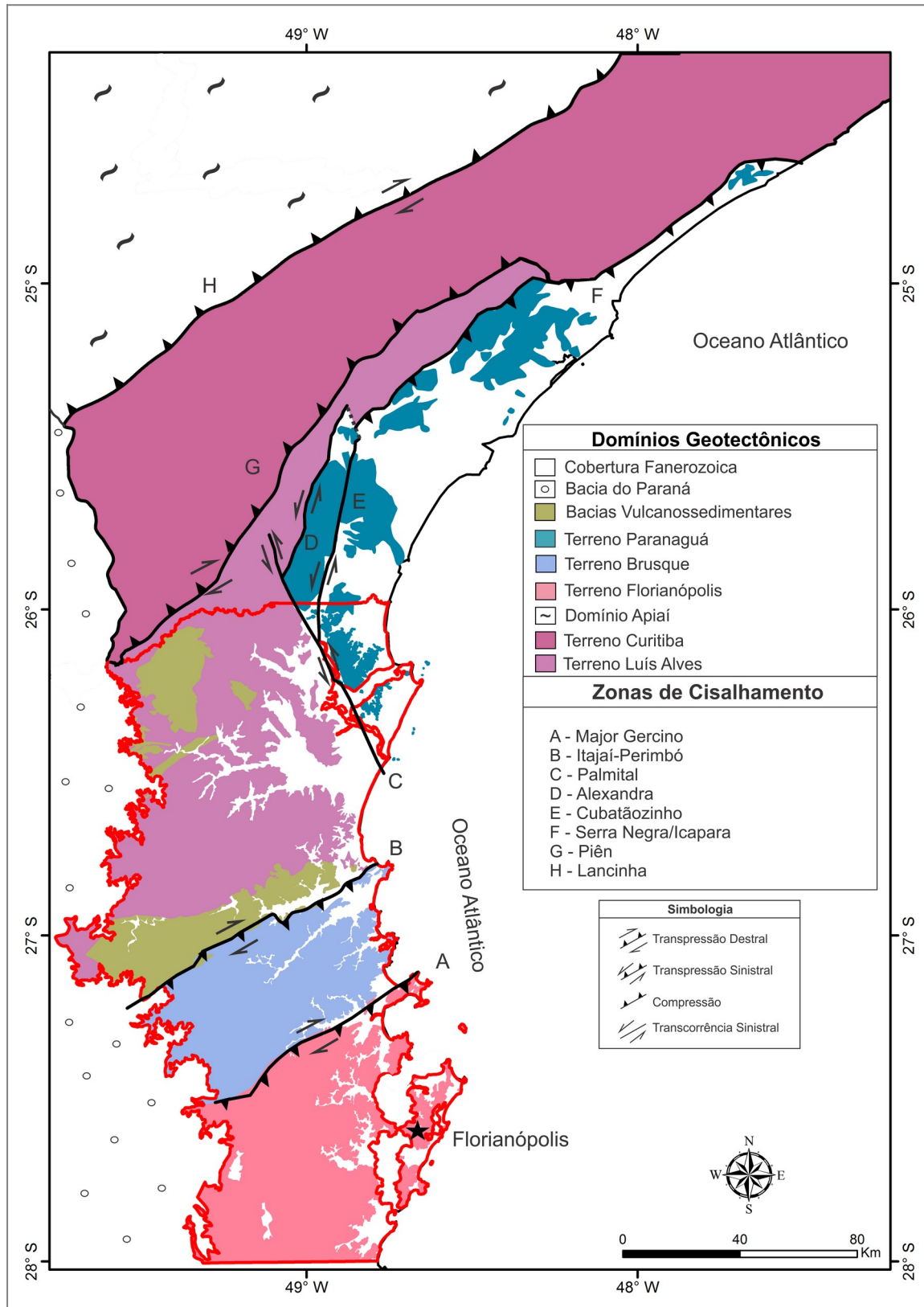
Legenda: Mapa da Província Mantiqueira com as unidades geológicas separadas por idade.  
Fonte: O autor, 2017.

De acordo com Silva *et al.*, (2005) a Província Mantiqueira tem sua história evolutiva desenvolvida por colisões continentais oblíquas, diacrônicas, entre crátons sul-americanos e africanos. Nesse contexto, destacam-se os principais blocos cratônicos envolvidos no processo da formação do Gondwana Ocidental. Na porção brasileira: Amazônico, Rio de La Plata, Paranapanema e São Francisco. Na porção africana destacam-se os blocos Congo e Kalahari. Esses blocos continentais extensos representam diversos estágios de uma evolução geodinâmica, incluindo principalmente colisões e subduções de margens passivas neoproterozoicas, datadas num intervalo entre 900 e 520 Ma (HEILBRON *et al.*, 2004)

A Província Mantiqueira é caracterizada por uma ampla distribuição de granitoides neoproterozoicos a cambrianos, incluindo tipos pré, sin e pós-tectônicos, bacias sedimentares sin-orogênicas relacionadas aos arcos magmáticos e as respectivas bacias de ante-arco, remanescentes de assoalho oceânico, bacias vulcanossedimentares tardi-a-pós-orogênicas e os embasamentos correspondentes. Esse sistema orogênico é caracterizado por possuir sistemas estruturais constituídos majoritariamente por zonas de cisalhamento transcorrentes, de cinemática dominante dextral, orientadas NE-SW, que se prolongam continuamente em toda sua extensão.

Destacam-se na área de estudo deste trabalho quatro grandes domínios tectônicos que nessa dissertação serão chamados de: i) Terreno Luís Alves e suas coberturas vulcanossedimentares (Bacia de Itajaí e Bacia de Campo Alegre), ii) Terreno Paranaguá, iii) Terreno Brusque e iv) Terreno Florianópolis. Nesse capítulo serão descritos os domínios tectônicos supracitados, além do Terreno Curitiba, que baliza a noroeste os Terrenos Luís Alves e Paranaguá (Figura 9).

Figura 9 - Domínios Tectônicos e as principais estruturas da porção pré-cambriana do estado de Santa Catarina



Legenda: Mapa de domínios tectônicos da porção pré-cambriana do estado de Santa Catarina com destaque para as principais estruturas que separam os diferentes terrenos.

Fonte: O autor, 2017. Baseado em informações obtidas através do Projeto Rifte-Santos, Cury (2009), Basei *et al.* (2011a, b) e Wildner *et al.* (2015).

### 3.1 Terreno Curitiba

O Terreno Curitiba é uma unidade tectônica localizada no sul do Brasil, entre os estados de São Paulo e Paraná sendo interpretado como um terreno alóctone formado por granito-gnaisses-migmatíticos em fácies granulito. É majoritariamente formado por rochas arqueanas superimpostas por rochas paleoproterozoicas (BASEI *et al.*, 1997). Em conjunto com o Terreno Luís Alves, limite SSE do Terreno Curitiba, representam dois fragmentos continentais, amalgamados durante o Neoproterozoico em ca. 605 Ma. São as unidades tectônicas responsáveis por separar a Faixa Ribeira da Faixa Dom Feliciano. Diferente do Terreno Luis Alves, o Terreno Curitiba foi intensamente afetado por uma migmatização neoproterozoica e fusão crustal durante a orogenia brasileira (BASEI *et al.*, 1997).

Esse terreno é formado por um embasamento chamado de Complexo Atuba, uma sequência de rochas supracrustais metamorfizadas em fácies anfíbolito chamado de Complexo Turvo-Cajati, sequências metassedimentares denominadas de Capiru/Setuva, além da Suíte Rio Piên, interpretada como um complexo granítico intercalado com sequências máfico-ultramáficas que limita os Terrenos Curitiba e Luís Alves.

O Complexo Atuba (SIGA JR. 1995) é um núcleo arqueano-paleoproterozoico constituído por ortognaisses de fácies anfíbolito superior a granulito com metamorfismo regional em fácies anfíbolito e granulito, com duas migmatizações associadas. A primeira ocorrida no paleoproterozoico e a segunda ocorrida no neoproterozoico ca. 600 Ma (FALEIROS, 2008). Esse embasamento é intrudido por granitoides anorogênicos alcalinos-peralcalinos, denominados Suíte Serra do Mar (BASEI *et al.*, 2010).

O Complexo Turvo-Cajati é interpretado como um prisma acrescionário com uma tectônica de imbricamento. As sequências Capiru/Setuva corresponde a coberturas metassedimentares metamorfizadas em fácies xisto verde a anfíbolito.

A Suíte Rio Piên, segundo Siga Jr (1995), ocorre em uma faixa alongada de direção NE, em contato com o Complexo Atuba e o terreno Luis Alves através de zonas de cisalhamento (FALEIROS, 2008).

A colagem entre os Terrenos Curitiba e Luís Alves envolveu consumo de crosta oceânica, parcialmente preservada na região das cidades de Piên - São Bento do Sul (PR). Essa zona de subducção formada pela convergência dos dois terrenos, gerou um magmatismo cálcio-alcalino com assinatura de arco magmático associado a complexos máfico-ultramáficos e ofiolitos desmembrados (HARARA *et al.*, 2004). O contato entre esses dois terrenos é



marcado por uma área de intensa deformação, caracterizada pela Zona de Cisalhamento Piên (BASEI *et al.*, 2008).

### 3.2 Terreno Luis Alves e suas Coberturas Vulcanossedimentares

O Terreno Luis Alves é uma unidade tectônica formada por gnaisses migmatíticos de associação TTG estável desde o fim do Paleoproterozoico, com idade de resfriamento em 1.8 Ga. Hartmann *et al.*, (2000) sugere a presença de três eventos metamórficos em fácies granulito ou anfíbolito, e um evento de retrometamorfismo relacionado a zonas de cisalhamento com formação de clorita e epidoto.

O embasamento do Terreno Luís Alves, chamado de Complexo Granulítico de Santa Catarina (CGSC), é caracterizado por possuir afinidade geoquímica de TTG representado por uma sucessão, desde o neoarqueano ao paleoproterozoico, de gnaisses bandados félsicos a intermediários com hiperstênio, e predominância de rochas graníticas e migmatitos, com ocorrências locais de gnaisses kinzigíticos além de rochas máficas/ultramáficas.

De uma maneira geral, é considerado um terreno em fácies granulito de metamorfismo em média pressão. Esse embasamento é recoberto por bacias vulcanossedimentares neoproterozoicas. O *trend* estrutural na porção sul do Terreno Luís Alves é N30°E/51°NW e *strike* NW-SE na porção norte. Esse terreno é correlacionado a um arco intra-oceânico rhyaciano de idade ca. 2.715 Ma com metamorfismo em ca. 2.170 Ma (HARTMANN *et al.*, 2000).

Ressalta-se que apesar do envolvimento do Terreno Luís Alves na tectônica do neoproterozoico, a sua estrutura interna foi preservada durante os eventos termo tectônicos brasileiros. A presença de bacias vulcanossedimentares neoproterozoicas e granitoides do tipo A indeformados foram desenvolvidos em um regime extensional, entre 600 e 580 Ma, representando a influencia do regime tectônico adjacente ao terreno.

A história geotectônica do Terreno Luís Alves (Tabela 6) tem seu início com a estabilização tectônica atingida no final do Ciclo Transamazônico em 1.9 Ga e destaca-se a ausência de deformação gerada pela orogenia brasileira no neoproterozoico. Dados gravimétricos expeditos (MANTOVANI *et al.*, 1989) indicam que a espessura crustal do Terreno Luís Alves atinge aproximadamente 45 km, sugerindo que tenha sofrido um

espessamento no fim do paleoproterozoico, com o CGSC empurrado sobre crosta gerada durante o paleoproterozoico (BASEI *et al*, 1997).

Tabela 4: Síntese da evolução do Terreno Luís Alves.

<b>Unidade</b>	<b>Litotipo</b>	<b>U-Pb (Ga) – Idades em zircão</b>
<b>Bacias Neoproterozoicas e Granitóides</b>		
Bacia de Itajaí	Rochas sedimentares com vulcanismo félsico subordinado	0.58-0.56
Bacias de Campo Alegre, Guaratubinha e Corupá.	Vulcânicas félsicas e rochas sedimentares subordinadas	0.60-0.59
Suíte Serra do Mar	Granitoides Tipo-A	0.59-0.58
<b>Embasamento Paleoproterozoico</b>		
Complexo Granulítico de Santa Catarina	Resfriamento regional	1.8-1.7
	Evento metamórfico M4 - Retrometamorfismo – Clorita e epidoto em rochas afetadas por Zonas de Cisalhamento	2.0-1.9
	Granitoides deformados	2.25-2.15
	Evento metamórfico M3 – fácies Granulito	2.17
	Evento metamórfico M2 – fácies Anfibolito	2.17
	Evento metamórfico M1 – fácies Granulito	2.67
	Atividade ígnea - TTG	2.7

Fonte: Modificado de Basei *et al.* (2009) & Hartmann (2010).

Durante o neoproterozoico, destaca-se o *emplacement* de granitos anorogênicos pertencentes à Província Graciosa, proposta por Kaul (1984). Correspondem a corpos alcalinos a aluminosos, alinhados em um *trend* NNE, paralelo à linha de costa moderna (VLACH & GUALDA, 2007). De acordo com Siga Jr *et al.*(2000), os granitos possuem um clímax de idade de  $588,5 \pm 4,7$  Ma, medido com U/Pb em zircão, e possuem contribuição mantélica.

Além dos granitoides supracitados, ressalta-se a presença de coberturas neoproterozoicas que apresentam grande contraste com as rochas do CGSC. Essas bacias vulcanossedimentares são representadas por sedimentos discordantes com o embasamento e intrusões ígneas. Dentre essas coberturas destacam-se principalmente as bacias de Campo

Alegre e Corupá, ambas em Santa Catarina e Guaratubinha no Paraná. Essas bacias são consideradas remanescentes de uma mesma unidade, por apresentarem características litológicas semelhantes (BASEI *et al*, 1998). São preenchidas por sedimentos terrígenos e por rochas sedimentares piroclásticas com ocorrência de rochas vulcânicas ácidas e básicas.

Destaca-se ainda a presença da bacia, considerada, do tipo *foreland* de Itajaí, relacionada ao processo de amalgamação do Gondwana. O desenvolvimento dessa bacia durou aproximadamente 15 Ma, com registros de vulcanismo ácido até 565 Ma (BASEI *et al*, 2008). O embasamento composto pelo Terreno Luis Alves é considerado como área fonte para a sequência basal da Bacia de Itajaí (BASEI *et al.*, 2008), com início da deposição há aproximadamente 600 Ma e o Terreno Brusque é tido como área fonte para as sequências superiores da bacia. Ressalta-se que esse terreno, considerado alóctone, se tornou proximal à bacia entre 580 e 565 Ma.

Em 560 Ma a deposição da Bacia de Itajaí foi encerrada, quando o sistema de *nappes* do Terreno Brusque foi posicionado por cima da bacia, resultando em deformação e metamorfismo de baixo grau. Basei *et al* (2011b) destacam que o encerramento da sedimentação é marcado pelo magmatismo félsico da Formação Apiúna, representado por diques e domos que cortam toda a sequência sedimentar. Em 520 Ma, após a estabilização tectônica da Bacia de Itajaí, ocorreu a intrusão do leucosienogranito Subida, considerado anorogênico.

A tectônica formadora da Bacia de Itajaí, ainda é alvo de algumas indagações e possui duas hipóteses de acordo com diferentes autores. Basei *et al.*(2011b), Rostirolla *et al* (1999) e Guadagnin (2010) consideram a bacia como do tipo *foreland* com mecanismo de subsidência flexural, enquanto Citroni (1993) defende a idéia de uma bacia do tipo rifte.

### 3.3 Terreno Paranaguá

O Terreno Paranaguá é um domínio tectônico considerado parte do segmento sul da Faixa Ribeira (HEILBRON *et al.*, 2010). É composto basicamente por um complexo ígneo constituído de três suítes (Morro Inglês, Rio do Poço e Canavieiras-Estrela) e duas unidades encaixantes, o complexo São Francisco do Sul e a Sequência Rio das Cobras.

O Complexo São Francisco do Sul é composto por gnaisses migmatíticos de protólito ígneo e é considerado o embasamento do Terreno Paranaguá. Os principais litotipos

encontrados são gnaisses dioríticos, quartzo monzodioritos, granodioritos, trondhjemitos e monzogranitos. Possui duas fases de cristalização, uma no paleoproterozoico de 2.072 +/- 48 Ma datada e, no centro do cristal (zircão) e uma no neoproterozoico de 626 +/-25 Ma datada na borda, interpretada como referente à evolução do Terreno Paranaguá na orogenia brasileira (CURY, 2009).

A Sequência sedimentar Rio das Cobras, com metamorfismo variando de fácies xisto verde à granulito, ocorrendo como faixas alongadas encontradas de maneira dispersa em meio ao complexo ígneo. Os zircões detríticos dessa unidade são caracterizados oriundos de fontes neoproterozoicas e paleoproterozoicas com distribuição esparsa no mesoproterozoico e no arqueano. São majoritariamente metassedimentos pelíticos constituídos por xistos, quartzitos e calcissilicáticas.

O complexo ígneo é composto majoritariamente por granitos leucocráticos com assinatura de arco magmático maduro, possuindo corpos sin a tardi-colisionais. Esse evento magmático foi datado entre 600 – 580 Ma com evidências de um magmatismo precoce entre 620 – 610 Ma.

Ressalta-se que o Terreno Paranaguá é limitado, a leste, pela linha de costa brasileira na sua porção oriental e na porção ocidental. O contato à sudoeste com o Terreno Luís Alves é controlado pelo lineamento Palmital de componente transcorrente sinistral (SIGA JR, 1995) e o contato à noroeste pelas Zonas de Cisalhamento Serra Negra e Alexandra. Esses limites tectônicos possuem extrema importância no que tange à amalgamação desse terreno ao bloco composto pelos Terrenos Luís Alves e Curitiba.

As zonas de cisalhamento Serra Negra, que separa o Terreno Paranaguá do Luís Alves, e Icapara, que separa o Terreno Paranaguá do Curitiba, representam uma frente de colisão com vergência para NNW e componente de movimentação oblíqua. São consideradas como frentes de cavalgamento referentes a um regime transpressivo, associado à características de rampa lateral (CURY, 2009).

Já as zonas de cisalhamento Cubatãozinho, Alexandra e Palmital possuem características transcorrentes com cinemática sinistral e componente oblíqua, com predomínio de direções NNE-SSW e mergulhos para E. Essa componente oblíqua é caracterizada pela presença de lineações *strike slip* e *down dip* (CURY, 2009). As Zonas de Cisalhamento Palmital e Alexandra representam o limite tetônico entre o Terreno Paranaguá e o Terreno Luís Alves, e a Zona e Cisalhamento Cubatãozinho, paralela à Zona de Cisalhamento Alexandra, corta as unidades internas do Terreno Paranaguá, com as mesmas características transcorrentes sinistrais (CURY, 2009).

Destaca-se que a transição entre as tectônicas, representadas pelas zonas transcorrentes e as frentes de cavalgamento, se dá por falhas de abatimento com direções N-S ou NNW-SSE, que ocorrem na porção central do Terreno Paranaguá (CURY, 2009).

### 3.4 Terreno Brusque

O Terreno Brusque, segundo Basei *et al.* (2011a), encontra-se exposto entre a ZCIP e a ZMGC, e é representado por rochas supracrustais, metassedimentos, metavulcânicas e granitoides, na parte norte da Faixa Dom Feliciano com provável continuidade para a Faixa Kaoko, correspondente no continente africano.

A Faixa Dom Feliciano, possui aproximadamente 1200 km de comprimento, se estendendo pela costa brasileira desde o estado de Santa Catarina até o Uruguai, e 150 km de largura, na direção N-S. É dividido em três segmentos crustais, separados por zonas de falhas:

- i) Cinturão de granitoides cálcio-alcalinos a alcalinos deformados
- ii) Cinturão metavulcanossedimentar composto por rochas ígneas e sedimentares metamorfizadas em fácies anfíbolito e xisto verde
- iii) Bacias do tipo Foreland

Dois modelos de evolução geotectônica para o Terreno Brusque são advogados na literatura: de acordo com Basei (2008), o Terreno Brusque teria sua evolução iniciada em uma bacia de margem continental neoproterozoica, chamada de Bacia Brusque, com desenvolvimento de crosta oceânica. O início do seu desenvolvimento seria com uma fase rifte no Toniano (940-840 Ma) com sedimentação até aproximadamente 640 Ma e possível colisão com o arco magmático de Florianópolis há ca. 600 Ma. Já Campos & Philipp (2007) propõem que a Bacia Brusque foi desenvolvida em um sistema de rifte que evolui para margem continental sem a geração de crosta oceânica. Destacam que as rochas máficas e ultramáficas mostram assinatura toleítica continental, não sendo assim relacionadas à geração de crosta oceânica.

A história evolutiva dessa bacia é marcada por sucessivas subduções e colisões durante todo o Neoproterozoico, com possível delaminação crustal ou *slab break-off*, iniciadas em 850 Ma com abertura do Oceano Adamastor até ca. 530 Ma, relacionado aos eventos tectono-magmáticos associados à amalgamação do Gondwana. Destaca-se que o transporte das unidades tem vergência para oeste, em direção às micropalcos de Luís Alves,

Curitiba e aos Crátons Paranapanema e Rio de la Plata. O principal *trend* estrutural das unidades tem direção NE, paralelo ao alinhamento dos granitóides e dos contatos geológicos.

A principal foliação observada nas rochas metassedimentares e metavulcânicas é uma superfície metamórfica de transposição (S2), caracterizada por um dobramento intrafolial da foliação S1 e gerada durante o clímax metamórfico. Destaca-se que essa foliação corresponde à primeira foliação (S1) nas rochas metavulcânicas ácidas, sugerindo um diacronismo dos eventos vulcânicos (BASEI *et al.* 2011a). A fase deformacional D3, caracterizada por grandes dobras recumbentes com flancos invertidos gerados simultaneamente a falhas de empurrão de baixo ângulo, devido a simultaneidade de eventos é determinada por Basei *et al.* (2011a), que descreve as fases deformacionais D2 e D3 como processos contínuos. A quarta fase de deformação é caracterizada por dobrar a foliação S2. Resultando em dobras centimétricas assimétricas com clivagem de crenulação no plano axial. As principais lineações minerais definidas por muscovita, sericita e biotita possuem um *trend* SW 45-80 com mergulho aproximado de 15° (BASEI *et al.* 2011a).

Como mencionado anteriormente, o Terreno Brusque, é limitado pelas Zonas de Cisalhamento Itajaí-Perimbó e Major Gercino. A Zona de Cisalhamento Itajaí-Perimbó (ZCIP) é um importante limite tectônico na porção pré-cambriana do estado de Santa Catarina e é caracterizada por separar o Terreno Luís Alves do Terreno Brusque. É descrita como uma estrutura dúctil-rúptil com foliação milonítica sub-vertical com strike predominantemente NE-SW (BASEI *et al.* 2011b).

Rostirolla *et al.* (2003) concluem que a “Zona de Falha Perimbó” sofreu uma complexa história de reativação polifásica tendo característica de falha associada à margem de placa no Proterozoico, e de falha intracratônica no Fanerozoico, sendo reativada principalmente no Permiano e Permo-triássico como falhas normais e transcorrentes (lateral esquerda), produzidas pela Orogenia La Ventana.

A Zona de Cisalhamento Major Gercino, separa o Terreno Brusque do Terreno Florianópolis e é definida como parte de uma descontinuidade de escala litosférica na Faixa Dom Feliciano configurando uma estrutura proeminente nos terrenos proterozoicos no sul do Brasil e no Uruguai (BASEI *et al.*, 2008). Na porção pré-cambriana do estado de Santa Catarina, essa estrutura é composta de protomilonitos a ultramilonitos, de caráter dúctil-rúptil, cinemática destrai e *trend* NE (PASSARELLI *et al.*, 2011).

Basei *et al.* (1992) corroborado por Passarelli (1996) consideram que a ZCMG representa uma etapa de justaposição de dois terrenos de histórias tectônicas distintas, sendo

então caracterizada como uma sutura neoproterozoica que separa o Terreno Brusque do Terreno Florianópolis.

Já Florisbal *et al.*, (2012c) concluem a contemporaneidade do magmatismo granítico dos dois lados da Zona de Cisalhamento Major Gercino não a configura como uma estrutura de sutura entre dois terrenos no intervalo de 630 – 590 Ma. Nesse período, a ZCMG se comportou como uma zona de cisalhamento transcorrente dextral controlando o alojamento de granitos pós-colisionais. Porém sinalizam que pode ser provável que a Zona de Cisalhamento Major Gercino tenha sido uma zona de sutura antes de 630 Ma, e que estudos adicionais são necessários para corroborar essa afirmativa.

### 3.5 Terreno Florianópolis

O Terreno Florianópolis, de acordo com Basei *et al.* (2008), corresponde provavelmente a um arco magmático neoproterozoico instalado sobre o Cráton Kalahari, que colidiu com o Cráton Luís Alves durante o fechamento da margem passiva da Bacia Brusque, em ca. 600 Ma. A polaridade da subducção relacionada ao orógeno Dom Feliciano, de acordo com Basei *et al.* (2011b), é inversa, com vergência para leste, baseado no zoneamento geoquímico das rochas granitoides pós-colisionais e na vergência da deformação. Esse fato é corroborado por Goscombe & Gray (2007) que afirmam que a crosta oceânica envolvida na geração dos arcos magmáticos mergulhou sob o cráton Kalahari.

A ambiência tectônica das rochas graníticas à sul da Zona de Cisalhamento Major Gercino ainda é objeto de muitas indagações por diversos autores. Esse magmatismo plutônico foi interpretado como raiz de um arco magmático por Basei *et al.* (2000) enquanto Bitencourt & Nardi (2000) interpretam como um conjunto típico de ambiente pós-colisional. As rochas encaixantes desses granitos compreendem os ortognaisses dos Complexos Águas Mornas e Camboriú (CHEMALE *et al.*, 1995) e sequencias metavulcanossedimentares do Terreno Brusque (PHILIPP *et al.*, 2004).

O plutonismo pré a sin-colisional desse terreno é considerado de arco magmático maduro de margem continental ativa, de acordo com assinatura geoquímica e isotópica dos corpos. São granitoides cálcio-alcálicos de médio a alto K, com componente dominante derivada de fusão de fonte continental (HEILBRON *et al.*, 2004).

## 4 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDO

Neste capítulo serão descritas as principais unidades que compõem os diferentes terrenos na área de estudo. A partir dos dados obtidos até o momento, descritos no Capítulo 2, foram feitas interpretações relacionadas à evolução geodinâmica da área de estudo. Foi gerado um Mapa Tectono-Estratigráfico com as respectivas relações tectonoestratigráficas entre os terrenos, a partir do qual, foi possível separar esses terrenos e criar mapas temáticos, a fim de melhor entender a evolução tectônica da porção pré-cambriana do estado de Santa Catarina.

### 4.1 Terreno Luís Alves

O Terreno Luís Alves é representado por rochas pré-cambrianas separadas em diferentes unidades conforme observado na Figura 10. Em verde, destacam-se as unidades arqueanas-paleoproterozoicas formadas pelo chamado Complexo Granulítico de Santa Catarina. As unidades arqueanas são o Ortognaisse Luís Alves, a Unidade Máfica-Ultramáfica Barra Velha, os Paragnaisse Luís Alves e o Charnockito Postema. Destaca-se a presença de granitos paleoproterozoicos, neoproterozoicos e paleozoicos.

A unidade mais antiga (e que perfaz aproximadamente 50% do Terreno Luís Alves na área de estudo) é representada pelo Ortognaisse Luís Alves, composto por gnaisses enderbíticos, charnoenderbítico e trondhjemitos com enclaves máfico-ultramáficos. Esses gnaisses possuem afinidade geoquímica predominantemente TTG (Tonalito-Trondhjemitito-Granodiorito) (BASEI *et al.*, 2009). As idades de formação dessa unidade variam entre 2.716 e 2.170 Ma (método U/Pb) e foram metamorfizados em fácies granulito (BASEI *et al.*, 2009). A pressão estimada para esse evento metamórfico é de 527 kb (FORNARI, 1998) e temperaturas de aproximadamente 800°C (HARTMANN *et al.*, 2000). Localmente, ao longo de zonas de cisalhamento, esse evento metamórfico foi seguido por um retrometamorfismo em fácies xisto verde (BASEI *et al.*, 1998).

A Unidade Máfica-Ultramáfica Barra Velha é formada por piroxenitos, gabros e noritos e representam um grupo de rochas básicas, claramente intrusivas nos gnaisses granulíticos félsicos, que também foram afetadas pelo metamorfismo de alto grau. Os paragnaisse do Luís Alves representam as unidades metassedimentares do Complexo



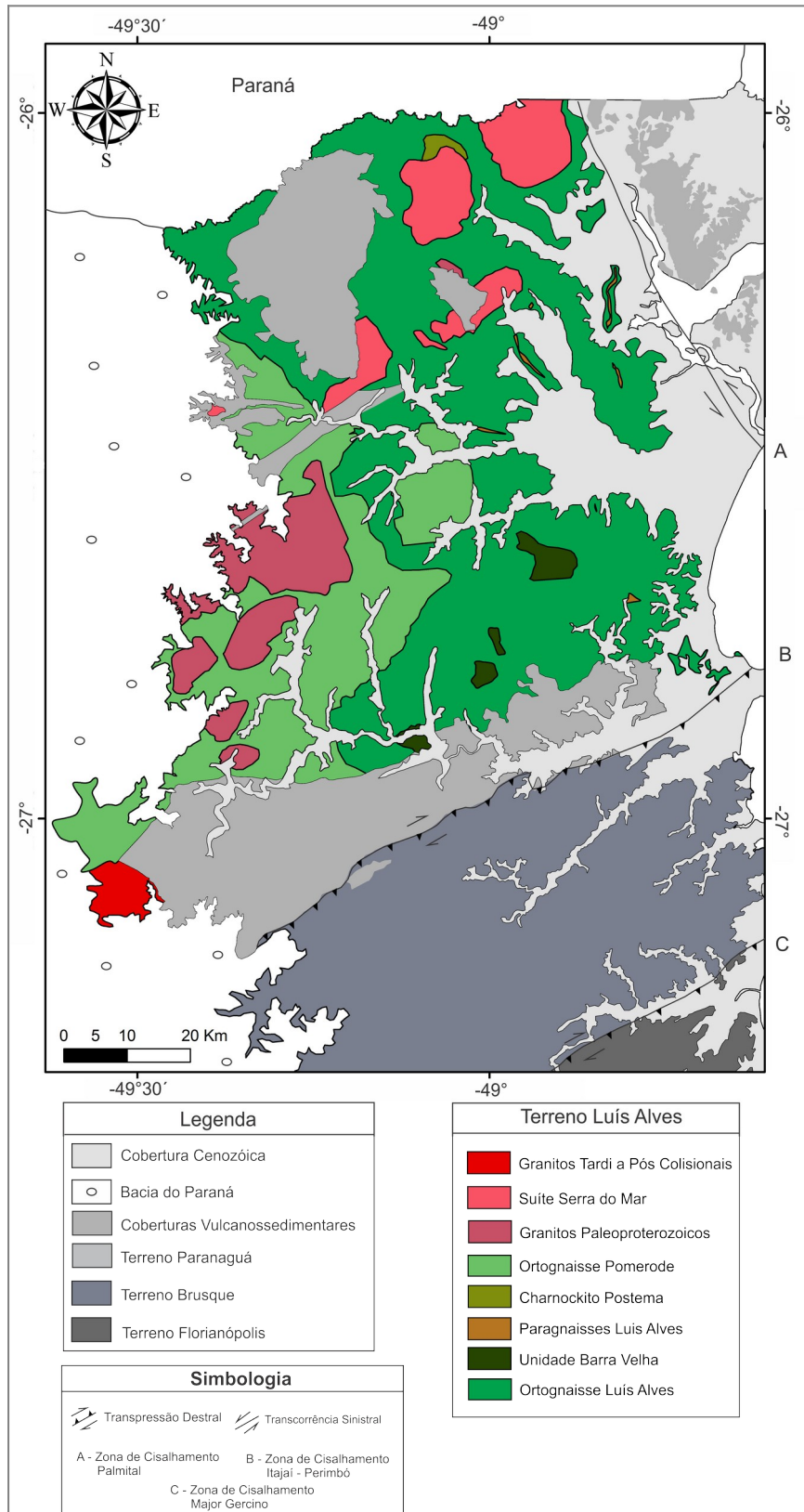
Granulítico de Santa Catarina e ocorrem como lentes de quartzito ricos em fuchsite, formações ferríferas, gnaisses kinzigíticos e rochas calcissilicáticas subordinadas. O Charnockito Postema é representado por um metagranito protomilonítico a milonítico, foliado a bandado com paragênese formada por quartzo, piroxênio, hornblenda e biotita.

A unidade dos ortognaisses paleoproterozoicos é chamada de Ortognaisse Pomerode. São gnaisses tonalíticos a granodioríticos, foliados com enclaves de metagabros e hornblendito. As unidades compostas por ortognaisses são descritas como rochas verdes acinzentadas leuco a mesocráticas, com granulometria média a fina e com bandas quartzo-feldspáticas centimétricas e paragênese de minerais máficos (anfíbólio, piroxênio e biotita).

A foliação gnáissica é observada no Terreno Luís Alves quase que em sua totalidade, com orientação N30E/51NW (BASEI *et al.*, 2009). Localmente observa-se milonitização, lineação de estiramento mineral e pegmatitos quarto-feldspáticos.

Os granitos paleoproterozoicos variam entre monzogranitos protomiloníticos a miloníticos, granodioritos de granulação grossa com uma foliação incipiente e sienogranitos porfirítico, foliados de granulação média a grossa. Já os granitos neoproterozoicos (representados pela Suíte Serra do Mar) são caracterizados como granitos anorogênicos, não deformados, isótopos de natureza alcalina ou peralcalina. No caso dos granitos paleoproterozoicos, a fase máfica é composta por biotita e anfíbólio e nos granitos neoproterozoicos, biotita, anfíbólio, piroxênio e rara olivina. Possuem um intervalo de idade entre 600 e 580 Ma (WILDNER *et al.*, 2015). Os granitos neoproterozoicos estão alinhados num *trend* NNE e podem conter xenólitos das rochas encaixantes. Por último podem ser observados os granitos tardi a pós-colisionais cambrianos do tipo A, que cortam os sedimentos da Bacia de Itajaí.

Figura 10 - Mapa Geológico do Terreno Luís Alves na área de estudo.



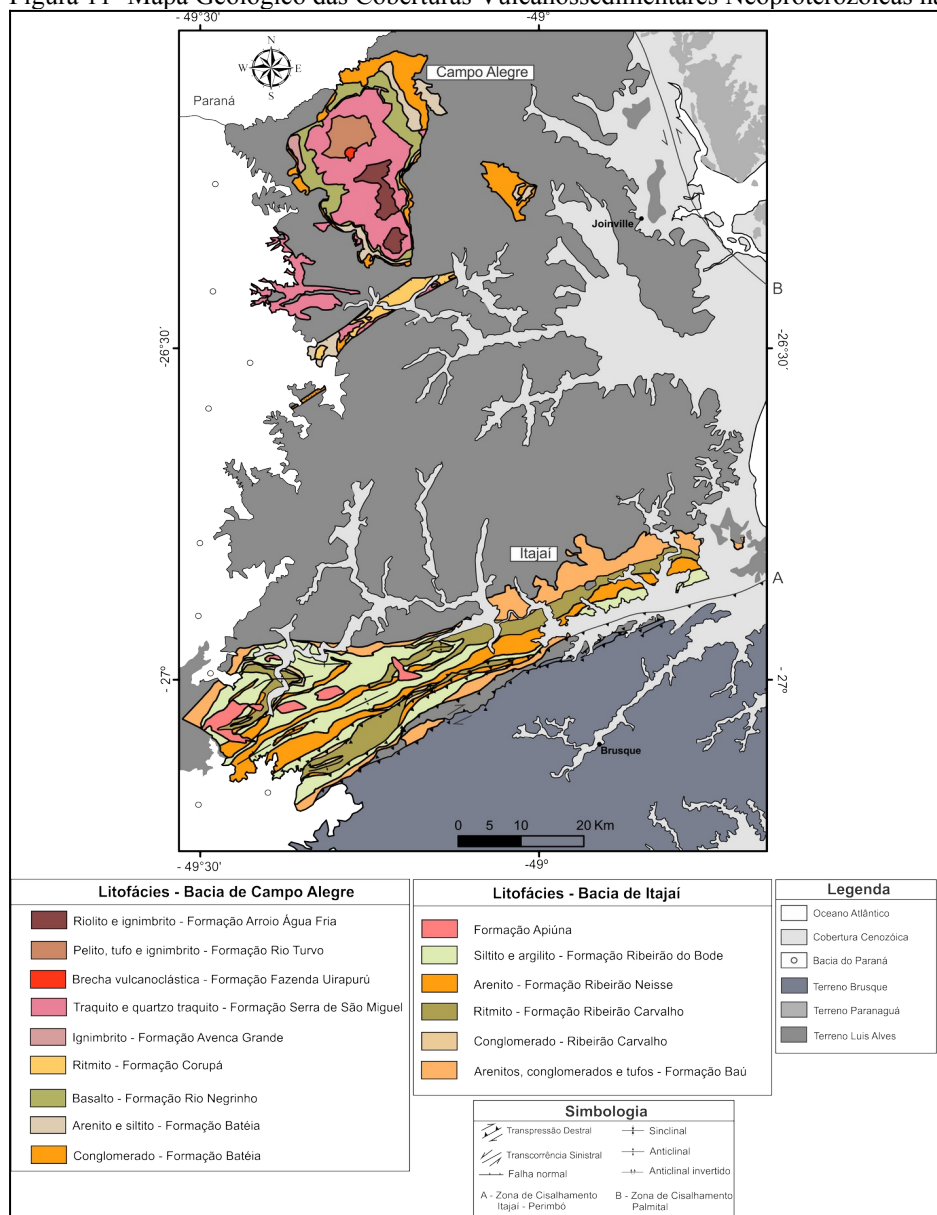
Legenda: Mapa geológico do Terreno Luís Alves. Em verde destacam-se os ortogranulitos arqueanos-paleoproterozoicos e as unidades máficas-ultramáficas de mesma idade. Em vermelho escuro, os granitos anorogênicos paleoproterozoicos e em tons de vermelho claro os granitos neoproterozoicos.

Fonte: O autor, 2017. Baseado nas informações contidas em Wildner *et al.* (2015).

## 4.2 Bacias de Itajaí e de Campo Alegre

As coberturas vulcanossedimentares neoproterozoicas do Terreno Luís Alves são alvo de diversas especulações relacionadas à sua gênese. As unidades sedimentares encontram-se discordantemente e as unidades vulcânicas ocorrem intrusivas no embasamento do Complexo Granulítico de Santa Catarina. No estado de Santa Catarina, é possível observar duas dessas coberturas, as Bacias de Campo Alegre e Itajaí (Figura 11).

Figura 11 -Mapa Geológico das Coberturas Vulcanossedimentares Neoproterozoicas na área de estudo



Legenda: Mapa geológico das fácies sedimentares das coberturas vulcanossedimentares do Terreno Luís Alves. Em tons de vermelho, destacam-se as rochas vulcânicas ácidas.

Fonte: O autor, 2017. Baseado nas informações contidas em Wildner *et al* (2015), Basei *et al* (2011) e Citroni *et al* (2001).

A Bacia de Campo Alegre é caracterizada como a maior bacia vulcanossedimentar desenvolvida durante a transição proterozoico-fanerozoico no sul do Brasil e junto com os granitos anorogênicos do Terreno Luís Alves, marcam um episódio extensional que ocorreu entre os eventos do Brasileiro e da orogenia Rio Doce (CAMPOS NETO, 2000). Discute-se que a origem das rochas sedimentares e vulcânicas dessa bacia tenha tido três diferentes estágios (CITRONI *et al*, 2001):

- i) Estágio pré-vulcânico: sedimentação fluvial controlado pela subsidência da borda norte do Terreno Luís Alves. Esse estágio é representado pela Formação Batéias constituído por duas litofácies; a litofácies basal representada por conglomerados com seixos e blocos, angulosos a subarredondados com matriz arenosa feldspática e cimentação ferruginosa e a litofácies do topo, constituída por arenitos arcoseanos com estratificação cruzada tabular de pequeno porte com lentes de conglomerados intercalados com siltitos arenosos no topo.
- ii) Estágio vulcânico: ascensão de magma, básico e ácido, e subsidência da bacia relacionada à falhas de direção NNW. Pertencem a esse estágio a Formação Rio Negrinho, composta por derrames e intrusões básicas (570 +/- 30 Ma U/Pb), a Formação Corupá, relacionada a litofácies de ritmito, com intercalações rítmicas de arenito maciço com estratificação plano-paralela e depósitos turbidíticos, a Formação Avenca Grande, caracterizada por depósitos de fluxo piroclástico, a Formação Serra de São Miguel, vulcanismo ácido da sequência, com derrames traquíticos a quartzo-traquíticos com membros riolíticos e a Formação Fazenda Uirapurú, correspondente a uma litofácies de brecha vulcanoclástica composta por fragmentos e blocos angulosos de obsidiana.
- iii) Estágio de colapso da caldeira: deposição de sedimentos lacustrinos intercalados com cinzas vulcânicas, além de lavas ácidas e ignimbritos. As Formações Rio Turvo e Arroio Água Fria correspondem ao topo da sequência da Bacia de Campo Alegre. A primeira é uma litofácies de pelito, tufo e ignimbritos composto por sedimentos finos e siltitos turbidíticos com níveis vulcanoclásticos finos e a segunda uma litofácies de riolitos e ignimbritos composta por rochas riolíticas, ignimbritos e tufos ácidos.

De acordo com Basei *et al* (2011b), a Bacia de Itajaí tem sua história evolutiva iniciada em ca. 600 Ma com a deposição das unidades basais sobre o embasamento da borda sul do Terreno Luís Alves. Essa deposição teria durado aproximadamente 40 Ma, com o fim

da sedimentação marcado pelo magmatismo félsico da Formação Apiúna que corta toda a sequência sedimentar em 550 Ma.

As duas grandes linhas de pensamento que balizam a evolução dessa bacia são:

- i) Basei *et al.* (2011b): Interpreta a Bacia de Itajaí como uma bacia do tipo *foreland* diretamente relacionada à evolução da Faixa Dom Feliciano. De acordo com seu modelo, o encurtamento tardio gerado pela aproximação do Terreno Brusque, levou à formação da Bacia de Itajaí, através de uma subsidência flexural, com a sequência basal da bacia tendo contribuição exclusiva do Terreno Luís Alves e a sequência superior contendo contribuição do Terreno Brusque.
- ii) Citroni (1993): Defende uma tectônica formadora do tipo rifte, iniciada através do relaxamento do Terreno Luís Alves, após as colisões neoproterozoicas adjacentes. As fases deformacionais que afetam a Bacia de Itajaí seriam correspondentes à aproximação do Terreno Brusque. Essa seria a mesma tectônica formadora de todas as bacias metavulcanossedimentares neoproterozoicas presentes na porção sul da Província Mantiqueira.

Em relação às litofácies sedimentares que compõem essa bacia (BASEI *et al.*, 2011b), tem-se que a formação basal (Formação Baú) é composta por arenitos, conglomerados e tufos vulcânicos associados e ocorrem em ambas as bordas da bacia composta por conglomerados de matriz mal selecionada. A próxima formação na sequência sedimentar é a Formação Ribeirão Carvalho, caracterizada por siltitos, lamitos e arenitos finos com granodecrescência ascendente intercalado com litofácies de conglomerado de matriz mal selecionada, com clastos de rochas vulcânicas de idade ca. 563 +/- 1 Ma U/Pb.

A Formação Ribeirão Neisse recobre a Formação Ribeirão Carvalho com contato gradacional e composta por arenitos arcosianos. Sobreposta a essa se encontra a Formação Rio do Bode composta por siltitos com laminação plano-paralela e ocasionais intercalações com conglomerados polimíticos e clastos vulcânicos (563 +/- 2 Ma U/Pb). A Formação Apiúna configura a camada mais jovem da Bacia de Itajaí e é composta por rochas riolíticas (549 +/- 2 Ma U/Pb - BASEI *et al.*, 2011b).

Estudos estruturais apresentados por Basei *et al.* (2011) sugerem a presença de dois eventos deformacionais na Bacia de Itajaí, caracterizados por fases de dobramento com diferentes planos axiais. A primeira (D1), com plano axial de strike E-W/ NE-SW, paralela ao comprimento da bacia. A segunda (D2), com plano axial N-S. Os empurrões, com direção de transporte para NW, são relativos à fase D1 e afetam principalmente a borda sul da bacia.

Ressalta-se que D1 e D2 referentes à Bacia de Itajaí são atribuídas às fases deformacionais que ocorreram após o clímax metamórfico do Terreno Brusque, com a maioria das estruturas primárias preservada. Após a estabilização tectônica da Bacia de Itajaí, já no Cambriano, ocorreu a intrusão do granito anorogênico Subida, em ca. 520 Ma.

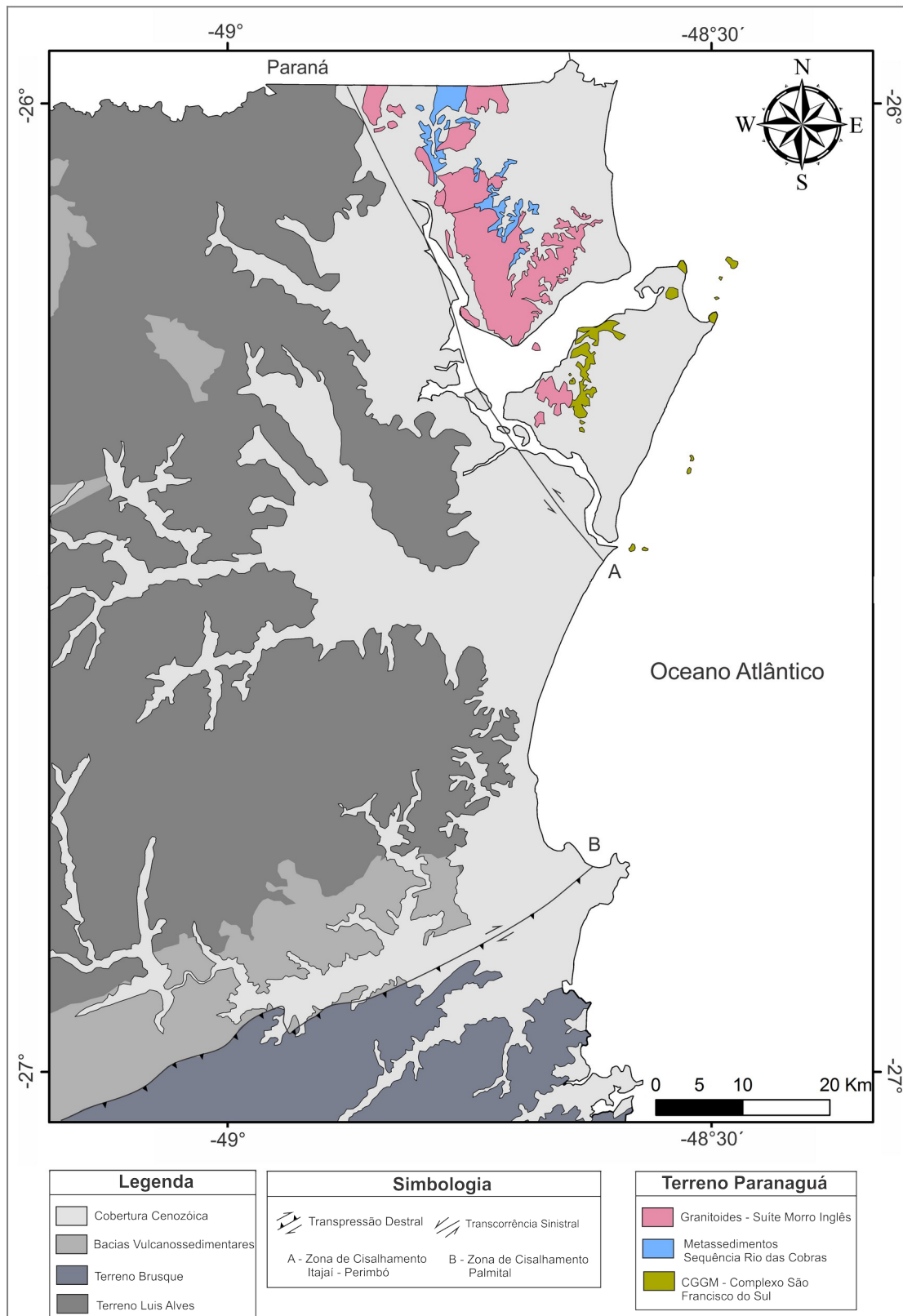
### 4.3 Terreno Paranaguá

O Terreno Paranaguá na área de estudo é composto pelo Complexo Granítico Granulítico Migmatítico São Francisco do Sul, os Metassedimentos da Sequência Rio das Cobras e a Suíte granítica Morro Inglês (Wildner *et al.*, 2015) (Figura 12). O embasamento, representando pelo Complexo São Francisco do Sul, é caracterizado por rochas gnáissicas de protólito ígneo, como dioritos, quartzo-monzodioritos, granodioritos, trondhjemitos e monzogranitos de idade 2.173 +/- 18 Ma (CURY, 2009).

A unidade metassedimentar é denominada Sequência Rio das Cobras e aparece como metassedimentos pelíticos, rochas calcissilicáticas e quartzitos. Em relação ao metamorfismo, destaca-se que, na região de Santa Catarina, essa sequência encontra-se majoritariamente em fácies xisto verde, enquanto nas porções mais a norte pode ser encontrada em fácies anfíbolito e granulito, com paragênese formada por cianita-granada-sillimanita-K-feldspato (CURY, 2009).

Os granitos da Suíte Morro Inglês são caracterizados por tipos leucocráticos de granulometria média a grossa, com mineralogia composta por k-feldspato, quartzo, biotita e anfíbólio com enclaves dioríticos e quartzo dioríticos. Localmente, apresentam fácies com foliação magmática e *mixing-mingling* além de estruturas miloníticas, quando a área de ocorrência encontra-se próximo às zonas de cisalhamento. Destacam-se as presenças de leucogranitos à duas micas e fácies rapakivi. Esses granitoides apresentam assinaturas litoquímicas condizentes com ambiente de formação em arcos magmáticos (CURY, 2009).

Mapa 12 - Mapa Geológico do Terreno Paranaguá na área de estudo



Legenda: Destacam-se em verde, as rochas paleoproterozoicas do embasamento do Terreno Paranaguá, em azul a sequência metassedimentar e em rosa a suíte granítica Morro Inglês.

Autor: O autor, 2017. Baseado em Cury (2009) e Wildner et al (2015).

#### 4.4 Terreno Brusque

A história evolutiva do Terreno Brusque iniciou com uma fase rifte no Toniano (940 e 840 Ma) e sedimentação até ca. 640 Ma, como indicado pelo vulcanismo ácido intercalado com a sequência sedimentar. Esse terreno, composto por uma sequência metavulcanossedimentar de baixo a médio grau metamórfico, pode ser agrupado em três unidades litoestratigráficas principais (Figura 13 - BASEI *et al.*, 2011a).

De acordo com Basei *et al.*, (2011a), a coluna estratigráfica do Terreno Brusque é composta na base pela formação Rio do Oliveira, seguida pela Formação Botuverá e o topo da sequência pela Formação Rio da Areia.

A Formação Rio do Oliveira é composta por uma litofácies básica composta por anfibolitos, metabasaltos vesiculares intercalados com rochas calcissilicáticas e xistos. Basei *et al.* (2011a) dataram zircões ígneos de um metagabro com idade de 936 +/- 40 Ma, sendo sugerido pelos autores, que essa rocha está associada ao início da tafrogenia que deu origem à Bacia Brusque. Além da litofácies básica, ocorre uma litofácies exalativa composta por turmalinitos bandados e metamargas, uma litofácies quartzítica e outra psamopelítica.

A Formação Botuverá é a unidade de origem estritamente sedimentar do Terreno Brusque e é composta por litofácies rítmicas, quartzíticas, psamíticas, pelíticas e cornubianíticas. Os principais litotipos encontrados são clorita-xistos, quartzo-muscovita xistos, granada xistos intercalados com ortoquartzitos maciços a foliados. As paragêneses minerais dependem do grau metamórfico que a unidade foi exposta, já que nesse caso, pode variar de baixo a médio, chegando à fácies anfibolito. Já a litofácies cornubianítica está relacionada ao metamorfismo de contato entre as sequências sedimentares e os granitos.

A Formação Rio da Areia é composta por unidades vulcânicas e sedimentares e está metamorfizada em fácies xisto verde. As principais litofácies são as pelito-carbonáticas, a calcissilicática, a quartzítica e a básica. Wildner *et al.* (2015) descrevem essas unidades como metamargas intercaladas com metassedimentos e eventualmente metabásicas, mármore calcíticos e dolomíticos, rochas básicas e ultrabásicas, metatufos básicos, metaperidotitos e metabasaltos variolíticos (*pillow lavas*) e ortoquartzitos.

Como já mencionado anteriormente, o Terreno Brusque é limitado a norte pela Zona de Cisalhamento Itajaí-Perimbó, que perfaz o contato com a Bacia de Itajaí e com o Terreno Luís Alves e pela Zona de Cisalhamento Major Gercino, define o contato a sul com o Terreno Florianópolis. Próximo ao contato com a ZCIP ocorre um sienogranito leucocrático com idade



de 843 $\pm$ 12 Ma (WILDNER *et al.*, 2015), podendo ser um componente félsico e estar relacionado à abertura da Bacia Brusque.

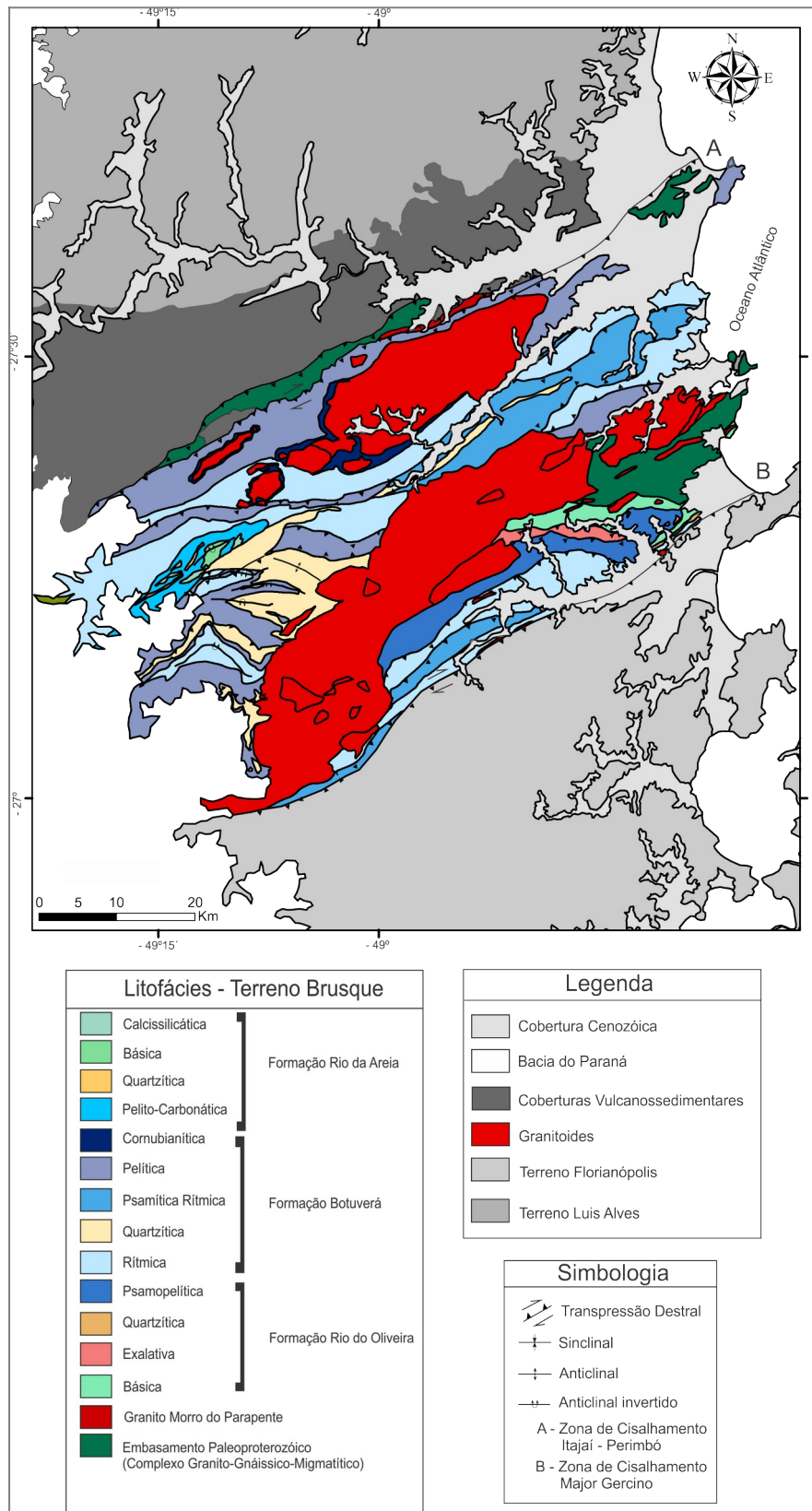
O metamorfismo do Terreno Brusque, de acordo com Basei *et al.*, (2011a) é um exemplo de metamorfismo sin-orogênico com plutonismo granítico em um ambiente transicional arco/*back-arc*, no qual a subducção da cadeia meso-oceânica gerou um fluxo de alta temperatura.

Estruturalmente, o *trend* principal é NE, paralelo aos principais contatos litológicos. O Terreno Brusque é considerado um sistema de *nappes* com vergência para NNW com foliação principal S2, desenvolvida durante o pico metamórfico. Grandes dobras recumbentes (fase D3) formaram-se de maneira contemporânea aos empurrões. A fase D4 é a principal agente deformacional após a formação da xistosidade.

O embasamento do Terreno Brusque é formado por um complexo granítico-gnáissico-migmatítico paleoproterozoico de idades que variam entre 2.201  $\pm$  7 Ma a 2.006  $\pm$  3 Ma (WILDNER *et al.*, 2015). Majoritariamente são observados migmatitos com estrutura estromática compostos por tonalitos, anfibolitos, granodioritos e paragneisses. Em alguns casos, como no Complexo Camboriú, destaca-se a presença de zircões retrabalhados no neoproterozoico de idade 598  $\pm$  6 Ma.

Em relação à sedimentação do Terreno Brusque, o trabalho sobre zircões detríticos apresentado por Basei *et al.*, (2008) destaca uma população de zircões paleoproterozoicos, um pico de sedimentação de rochas mesoproterozoicas e sedimentação neoproterozoica. Não há evidências de zircões arqueanos e a idade da principal fonte de sedimentos da Bacia Brusque é de ca. 2100 Ma, no Paleoproterozoico. A população de zircões no neoproterozoico, conforme Basei *et al.*, (2011a), relaciona-se com a idade máxima de sedimentação dessa bacia, em torno de ca. 600 Ma.

Figura 13 - Mapa geológico do Terreno Brusque na área de estudo



Legenda: Mapa das diferentes formações e respectivas litofácies do Terreno Brusque. Em vermelho, encontram-se as suítes graníticas.

Fonte: O autor, 2017. Baseado em informações contidas em Basei et al (2011a) e Wildner et al (2015).

As três suítes graníticas, São João Batista, Valsungana e Nova Trento (Figura 14), que intrudem a Sequencia Metavulcanossedimentar possuem idades em torno de ca. 600 Ma. Segundo Hueck *et al* (2016) esses granitos foram gerados através de fusão crustal e são majoritariamente peraluminosos, possuem afinidade cálcio-alcálica e são relacionadas ao principal evento metamórfico do Terreno Brusque.

A divisão das intrusões graníticas em três suítes é baseada em critérios mineralógicos e texturais, além das relações de campo (BASEI *et al*, 2011a). A suíte São João Batista é composta por pequenos corpos de granitos do tipo-S com afinidade peraluminosa, com mineralogia composta por moscovita, biotita, fluorita, turmalina, monazita. São leucomonzogranitos e sienogranitos com estrutura fanerítica. Possuem granulção fina a média, equigranular e ocorre em corpos alongados no trend das estruturas regionais. Por vezes é intrudido por granitos da Suíte Valsungana.

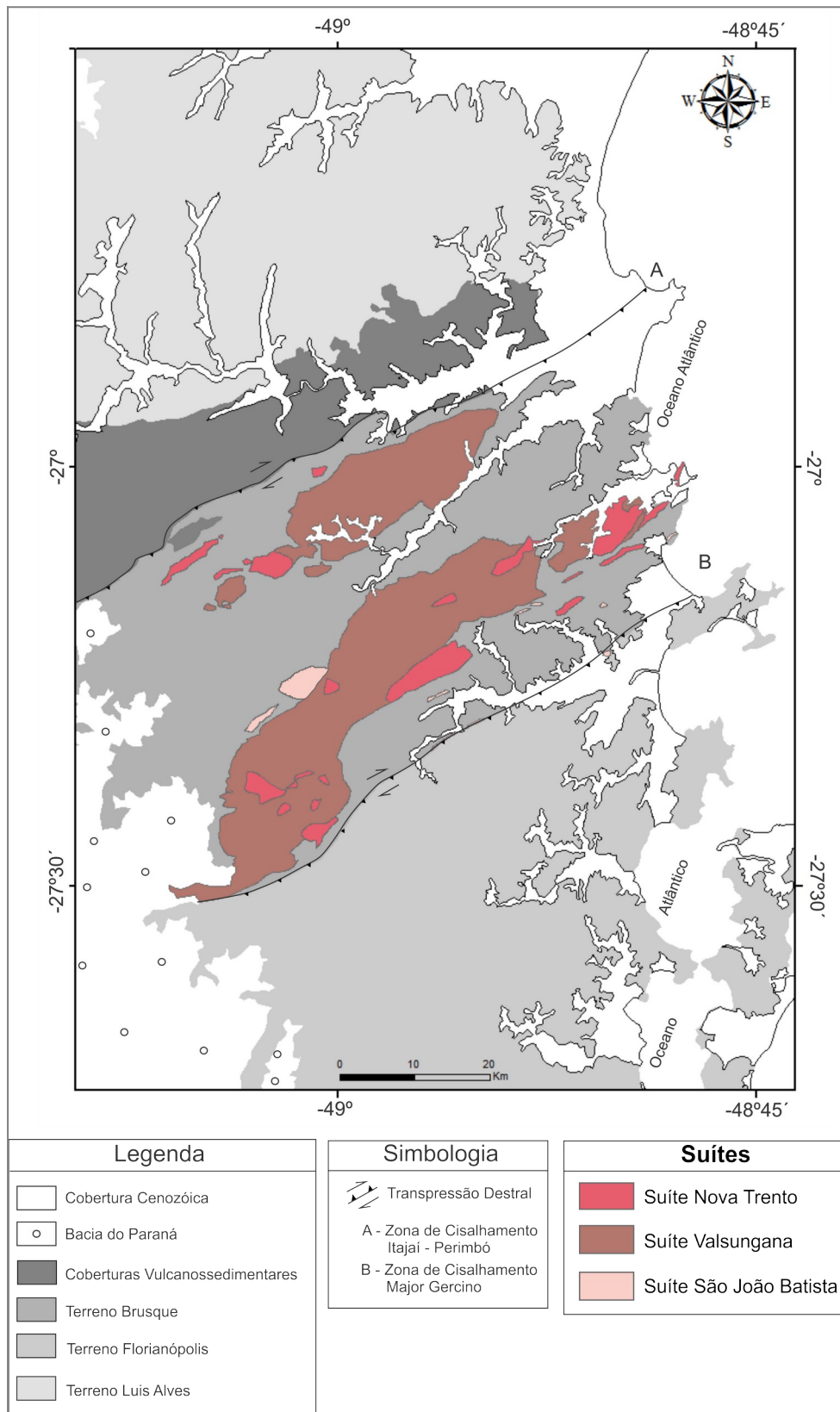
A Suíte Valsungana é representada por granitos leucocráticos de granulometria média a grossa, por vezes porfirítico, com megacristais de microclina. Apresenta enclaves máficos e xenólitos dos metassedimentos do Brusque. A maioria dos corpos graníticos são leucocráticos ou mesocráticos, com composição que varia entre monzogranitos, granodioritos e sienogranitos, com *trend* cálcio-alcálico. Possuem, por vezes, estruturas orientadas por fluxo magmático com matriz formada por plagioclásio, quartzo, biotita e acessórios, localmente apresentando megacristais de K-feldspato.

A Suíte Nova Trento corresponde a corpos graníticos equi a inequigranulares, de granulometria fina a média com raros xenólitos da suíte Valsungana. A mineralogia é composta por quartzo, microclina, albita, biotita, moscovita, granada e apatita. São rochas leucocráticas com composição de sieno a monzogranitos e granodioritos alinhados na direção NE-SW.

De acordo com os dados apresentados por Hueck *et al*. (2016), as suítes graníticas são apresentadas como pertencentes a um ambiente pós-colisional. Porém, quando observadas separadamente, a Suíte São João Batista apresenta dispersão de dados de granitos sin-colisionais a intraplacas, enquanto a Suíte Valsungana apresenta dispersão de assinaturas nos campos de granitos de arco, intraplaca e sin-colisionais. Já a Suíte Nova Trento, apresenta uma dispersão entre os campos de granitos de arco e intraplaca.

Os corpos das três suítes estão alinhados e paralelos tanto à foliação principal dos metassedimentos do Terreno Brusque quanto às zonas de cisalhamento transpressivas ZCMG e ZCIP, com direção aproximada de N50E (BASEI *et al*., 2011a).

Figura 14 - Suítes graníticas intrusivas nos metassedimentos no Terreno Brusque



Legenda: Suítes Graníticas do Terreno Brusque diferenciadas de acordo com os tons de rosa.  
 Autor: O autor, 2017. Modificado de Basei *et al* (2011a), Wildner *et al* (2015) e Hueck *et al* (2016).

#### 4.5 Terreno Florianópolis

O Terreno Florianópolis (Figura 15) é formado por um embasamento granítico-gnáissico-migmatítico chamado de Complexo Águas Mornas, por metassedimentos da Formação Queçaba e por corpos graníticos neoproterozoicos com *emplacement* controlado por uma tectônica transcorrente, entre 650 e 580 Ma (CHEMALE *et al.*, 2012). A tectônica geradora desses pulsos de magmatismo granítico ainda é alvo de discussões, com alguns autores como Bittencourt *et al.* (2008) e Florisbal *et al.* (2012a, b) consideram esses granitoides pós-colisionais enquanto Basei *et al.* (2000) e Silva *et al.* (2005) raiz de um arco magmático neoproterozoico.

O Complexo Águas Mornas representa uma associação de ortognaisses migmatíticos resultantes da fusão parcial da fração crustal primitiva. O paleossoma dessas rochas é constituído por ortoanfibolitos, metagabros, metabasitos e metadioritos e a fração neossomática é composta por monzogranitos. As idades de cristalização dessas rochas encontram-se em torno de 2.175 +/- 13 Ma com retrabalhamento neoproterozoico de 639 +/- 13 Ma (WILDNER *et al.*, 2015). Ocorrem de forma restrita rochas calcissilicáticas.

A Formação Queçaba representa metassedimentos constituídos por quartzitos, xistos e filitos com ocorrência restrita de metavulcânicas com metamorfismo em fácies xisto verde (WILDNER *et al.*, 2015). O contato com os granitoides do Terreno Florianópolis é tectônico, e segundo Basei *et al.* (2008), essa formação apresenta assinatura africana, não sendo assim, relacionada aos metassedimentos do Terreno Brusque.

Os granitoides da Suite Intrusiva Maruim são representados predominantemente por monzogranitos, granodioritos e granitos. Podem apresentar estruturas de fluxo magmático, enclaves máficos, xenólitos de anfibolito e enclaves de outros corpos graníticos nas bordas.

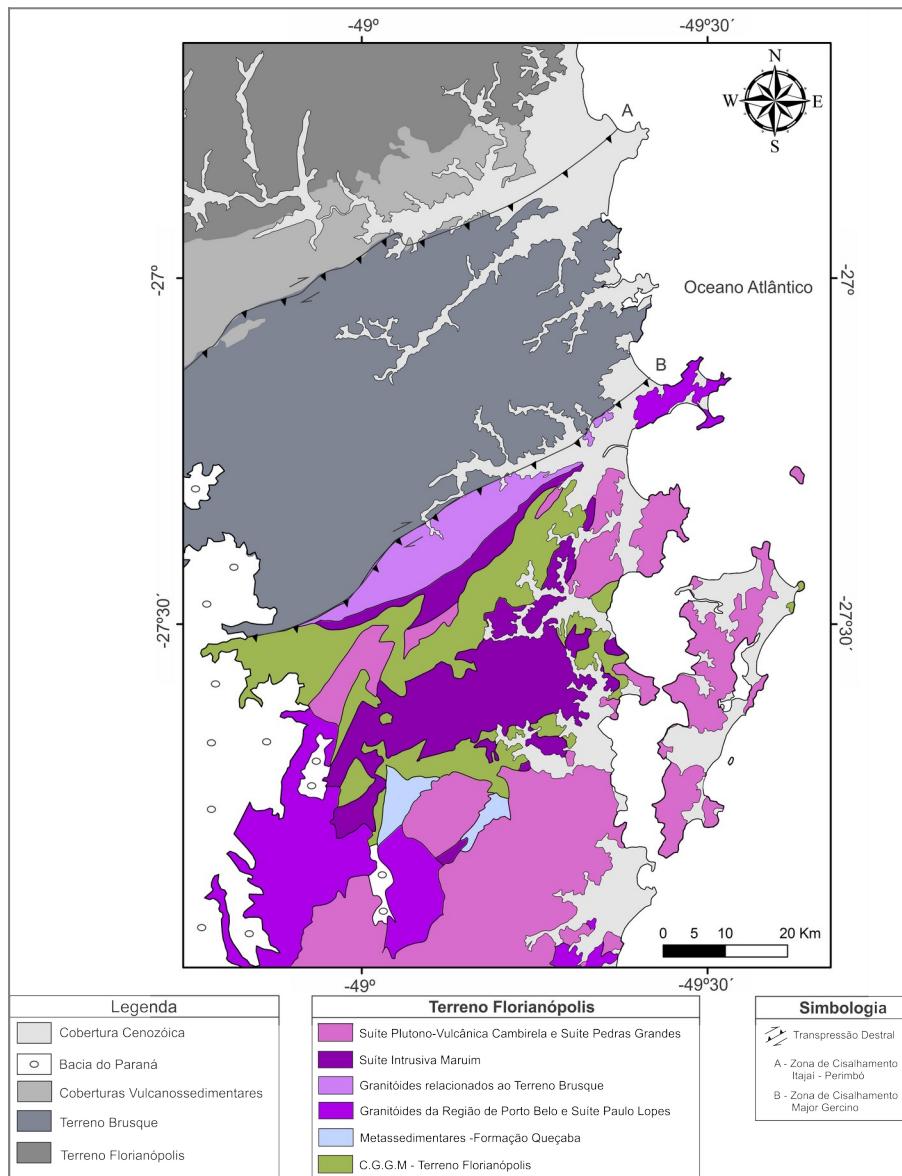
Os corpos graníticos da Região de Porto Belo e da Suíte Paulo Lopes são caracterizados como monzogranitos, granodioritos e sienogranitos, Apresentam texturas por vezes porfiríticas, granitoides migmatíticos, granulação média a grossa com xenólitos de rochas máficas. As idades encontram-se distribuídas entre 646 +/- 15 Ma e 590 +/- 3 Ma (WILDNER *et al.*, 2015).

Os granitoides aqui relacionados ao Terreno Brusque, encontram-se localizados próximos à Zona de Cisalhamento Major Gercino e correspondem a monzogranitos de coloração rosa com estruturas maciças ou orientadas por fluxo magmático com idades entre 614 e 609 Ma (WILDNER *et al.*, 2015). Ocorrem também milonitos e protomilonitos com

porfiroclastos de feldspato e quartzo evidenciando o caráter dextral do movimento e metamorfismo em fácies xisto verde. As idades variam de 580 a 560 Ma (WILDNER *et al.*, 2015).

Os corpos alcalinos da suíte plutono-vulcânica Cambirela são representados por riolitos, riodacitos e dacitos constituindo derrames com estruturas de fluxo e diques. Possui tufos ignimbríticos associados. Destaca-se também a Suíte Pedras Grandes, representada por sienogranitos, equigranulares de granulação média a grossa, podendo ter estrutura de fluxo. Alguns desses corpos apresentam textura rapakivítica, ocorrendo em leucosienogranitos porfiríticos.

Figura 7: Mapa Geológico do Terreno Florianópolis



Legenda: A representação desses corpos graníticos e a respectiva separação em diferentes grupos e suítes encontram-se de acordo com o mapa geológico estadual do estado de Santa Catarina, publicado em 2015. Autor: O autor, 2017. Baseado em Wildner *et al* (2015).

## 5 INTERPRETAÇÃO DOS DADOS GEOLÓGICOS – HIPÓTESES DE EVOLUÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A evolução tectônica da área de estudo é alvo de diversas discussões. Com a evolução do conhecimento à luz da bibliografia atual e utilização de diversas ferramentas é possível criar e discutir modelos geológicos. Esses modelos geológicos incorporam dados com o objetivo de colaborar na compreensão dos eventos geodinâmicos que culminaram na configuração atual dos terrenos. Destaca-se que um modelo envolve as informações obtidas e parte interpretativa, que, nesse último, representa a visão do autor.

A partir dos dados mostrados nos Capítulos 3 e 4, observou-se a necessidade de discutir os modelos presentes na bibliografia. Com o objetivo de entender a aglutinação desses terrenos pré-cambrianos, foi produzido um mapa cronoestratigráfico da área de estudo (Figura 16), onde as unidades foram divididas de acordo com as respectivas idades.

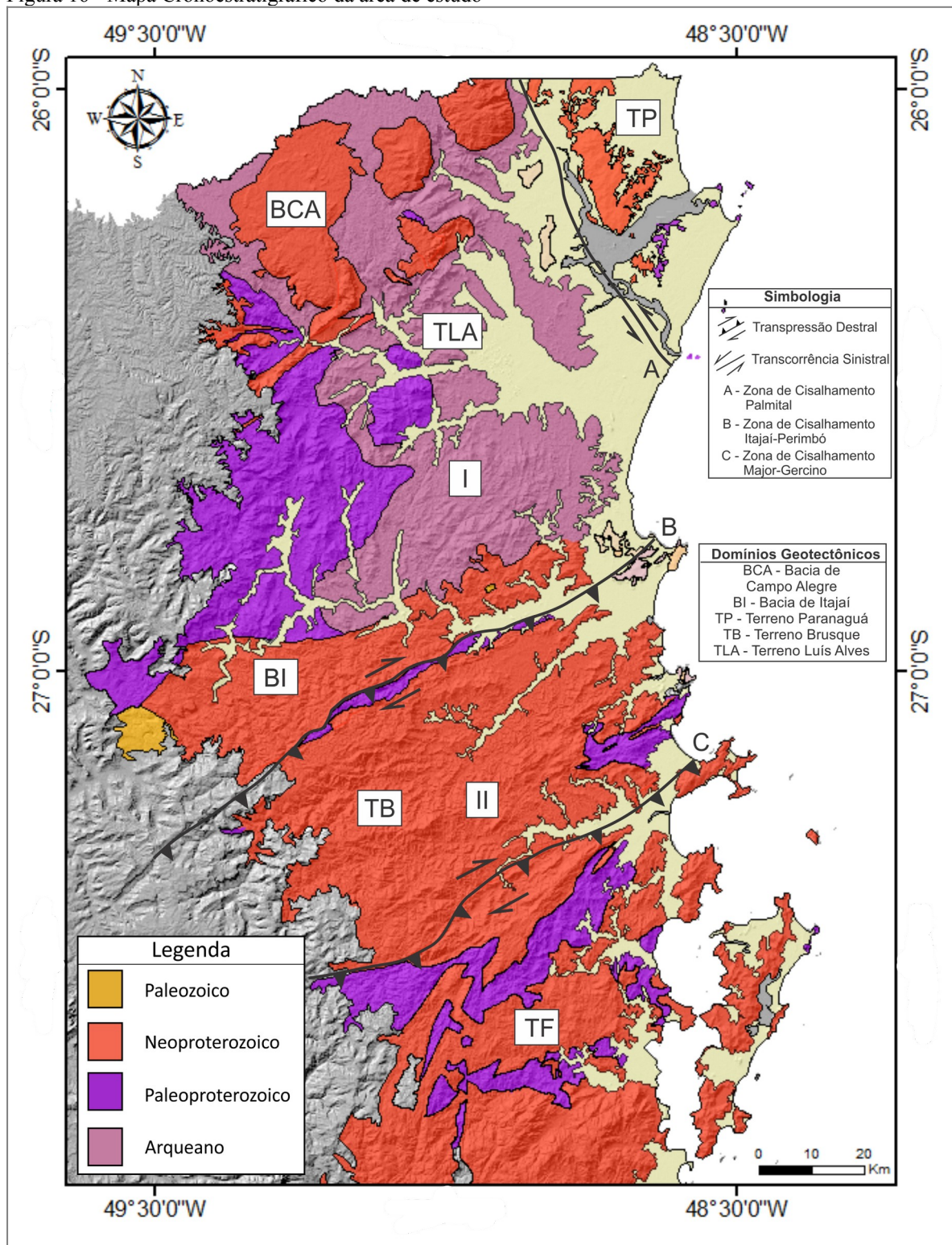
O mapa cronoestratigráfico mostrou uma compartimentação desses terrenos em dois domínios (Domínios I e II). O limite entre esses domínios se caracterizou por um lineamento de rochas paleoproterozoicas, entre a cobertura vulcanossedimentar da Bacia de Itajaí e o Terreno Brusque. Esse lineamento coincide com a Zona de Cisalhamento Itajaí-Perimbó.

O Domínio I é representado pelo Terreno Luís Alves e pelas Bacias de Itajaí e de Campo Alegre, com uma compartimentação entre rochas arqueanas e paleoproterozoicas sem exibir o *trend* principal das estruturas brasileiras (NNE) e as suas respectivas coberturas vulcanossedimentares.

O Domínio II, representado pelos Terrenos Brusque, Florianópolis e Paranaguá apresenta rochas paleoproterozoicas e neoproterozoicas. Destaca-se que as rochas paleoproterozoicas correspondem ao embasamento desses terrenos e encontram-se espacialmente dispersos, salvo o lineamento já mencionado anteriormente.

Visando a melhor compreensão da estruturação desses terrenos foi observar buscou-se analisar a estratigrafia e a sedimentação das unidades metassedimentares dos Terrenos Brusque, Paranaguá e Florianópolis. Esta análise foi realizada através de dados geocronológicos obtidos em zircões detríticos.. Na Figura 17 é possível observar os diagramas de distribuição dos zircões detríticos do Terreno Brusque, da Formação Queçaba (Terreno Florianópolis) e da Sequência Rio das Cobras (Terreno Paranaguá).

Figura 16 - Mapa Cronoestratigráfico da área de estudo

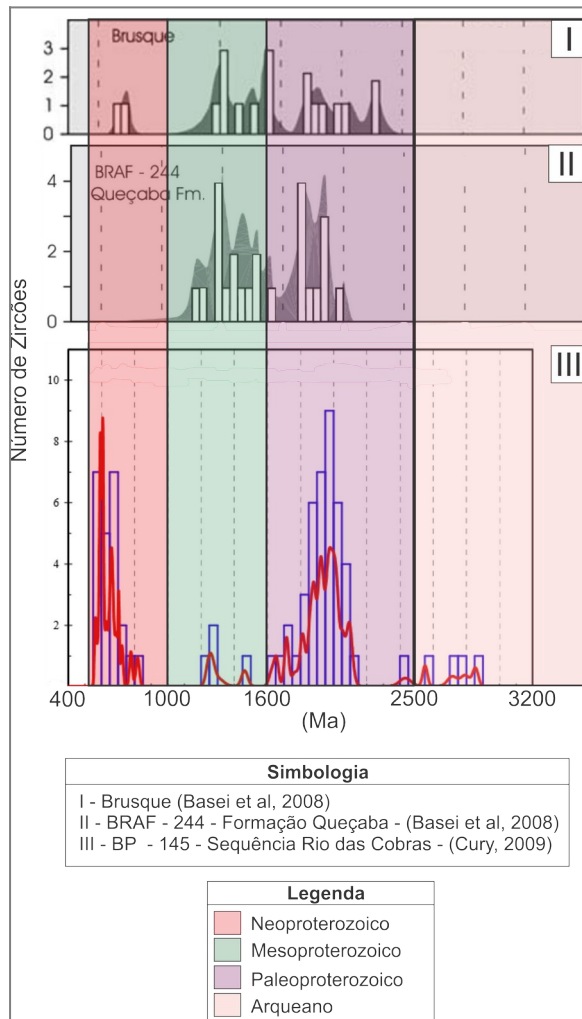


Legenda: Mapa cronoestratigráfico da área de estudo com as idades sendo representadas por diferentes cores. Em rosa, as rochas arqueanas, em roxo, as rochas paleoproterozoicas, em vermelho, as neoproterozoicas e em amarelo as paleozoicas.

Fonte: O autor, 2017. Baseado nas informações contidas no Projeto Rifte Santos e em Wildner *et al.* (2015).



Figura 8: Diagramas de zircão detrítico referentes ao Terreno Brusque, Terreno Florianópolis e Terreno Paranaguá



Legenda: Nos diagramas acima, as faixas de cores representam as idades no tempo geológico. Em rosa, o intervalo de idade arqueano, em roxo, o paleoproterozoico, em verde o mesoproterozoico e em vermelho o neoproterozoico.

Fonte: O autor, 2017. Modificado de Basei *et al* (2008) & Cury (2009).

Destaca-se nos diagramas acima uma distribuição, da proveniência dos zircões detríticos, similar entre os três terrenos. No Terreno Brusque, de acordo com os zircões encontrados, há uma distribuição do neoproterozoico ao paleoproterozoico, sem ocorrência de nenhum zircão arqueano. Na Formação Queçaba, representante dos metassedimentos do Terreno Florianópolis, há uma distribuição da população de zircão entre o paleoproterozoico e o mesoproterozoico. Já a Sequencia Rio das Cobras (metassedimentos do Terreno Paranaguá) há uma distribuição embora heterogênea, desde o arqueano até o neoproterozoico.

A sedimentação da Bacia Brusque, ocorreu entre 940 e 640 Ma, no Neoproterozoico, e a ocorrência de zircões de mesma idade tanto no Terreno Brusque quanto no Terreno Paranaguá, pode indicar a proximidade desses dois terrenos com o possível arco magmático

adjacente. Atualmente, os conceitos geológicos indicam que o Terreno Brusque representa uma margem passiva neoproterozoica do Terreno Luís Alves (BASEI *et al.*, 2008). Porém destaca-se que, tanto no Terreno Brusque, no Terreno Paranaguá e na Formação Queçaba, há ocorrência de zircões mesoproterozoicos. Destaca-se que até hoje, não são conhecidas fontes mesoproterozoicas no Terreno Luís Alves.

A partir dos dados referentes à proveniência da sedimentação do Terreno Brusque, necessitou-se elaborar uma abordagem mais ampla, visando entender tanto o processo de sedimentação quanto a bacia precursora dessa sequência metavulcanossedimentar.

De acordo como Basei *et al.*, (2011a), no Terreno Brusque, a Formação Rio do Oliveira, considerada como base da sequência metavulcanossedimentar, seria correspondente às unidades da fase rifte, com magmatismo abundante. E as formações seguintes, Botuverá e Rio da Areia, seriam relacionadas à sedimentação com magmatismo restrito.

Com base nas observações realizadas em mapa, na Figura 13, nota-se uma predominância de litofácies pelíticas próximo ao lineamento de rochas paleoproterozoicas (ZCIP). Essa unidade é típica de ambientes de fundo bacinal. Em uma análise mais ampla das unidades metassedimentares do Terreno Brusque, percebe-se uma graduação de litofácies características de ambientes proximais no Terreno Florianópolis em direção ao Terreno Luís Alves. Essa vergência das unidades sedimentares indicaria que, considerando a geometria de uma bacia de margem passiva, o fundo da bacia Brusque estaria localizado próximo à Zona de Cisalhamento Itajaí Perimbó, enquanto que as unidades mais proximais, incluindo sequências de quartzitos e metacarbonatos, referem a um ambiente de plataforma.

A partir dessas informações, viu-se a necessidade de caracterizar e entender a Formação Queçaba, unidade metassedimentar do Terreno Florianópolis (Figura 15). Essa unidade se enquadra nesse modelo de sedimentação, visto que é representada por quartzitos, sendo também representante de um ambiente mais proximal de uma bacia. No Terreno Paranaguá, as unidades metassedimentares encontram-se de maneira dispersa, e devido às intrusões graníticas, não foi possível realizar nenhum tipo de interpretação relacionado à vergência e ambiência dessa sedimentação.

O próximo passo para o entendimento tectônico desses terrenos envolve a gênese das suítes graníticas. Na área de estudo, destaca-se as suíte Morro Inglês do Terreno Paranaguá e as Suítes São João Batista, Valsungana e Nova Trento do Terreno Brusque, mas para uma melhor compreensão da evolução tectônica desses terrenos, foram também analisados os dados das Suítes Canavieiras-Estrela e Rio do Poço, ambas no Terreno Paranaguá.

Os dados litogeoquímicos desses dois terrenos, exibem uma similaridade na assinatura geoquímica, como observado nos diagramas de  $A/NK \times A/CNK$  (SHAND, 1943 - Figura 18). Todas as suítes graníticas apresentam uma tendência peraluminosa, com algumas variações para o campo metaluminoso.

Nos diagramas de Pearce *et al.* (1984 - Figura 19), as suítes graníticas são plotadas predominantemente no limite entre magmatismo típico de arco magmático, intra-placa e sin-colisional, sendo então caracterizado como magmatismo pós-colisional. Para as suítes do Terreno Paranaguá, Cury (2009) sugere que a Suíte Morro Inglês apresenta assinaturas litoquímicas condizentes com rochas graníticas formadas em arco magmático, apresentando caráter cálcio-alcálico, típico de ambientes sin a tardi-colisionais associados a arcos magmáticos maduros, com contaminação crustal.

As rochas da Suíte Rio do Poço foram individualizadas em duas unidades: a primeira representada por sienogranitos rapakivi e associada geralmente a granitos do tipo A, metaluminosos e fracamente peraluminosos; a segunda representada por granitos com características peraluminosas compatíveis com granitos do tipo I.

Segundo Cury (2009), os dados petrográficos e estruturais das três suítes do Terreno Paranaguá ocorreram em um estágio tardio do período colisional (sin a tardi colisional).

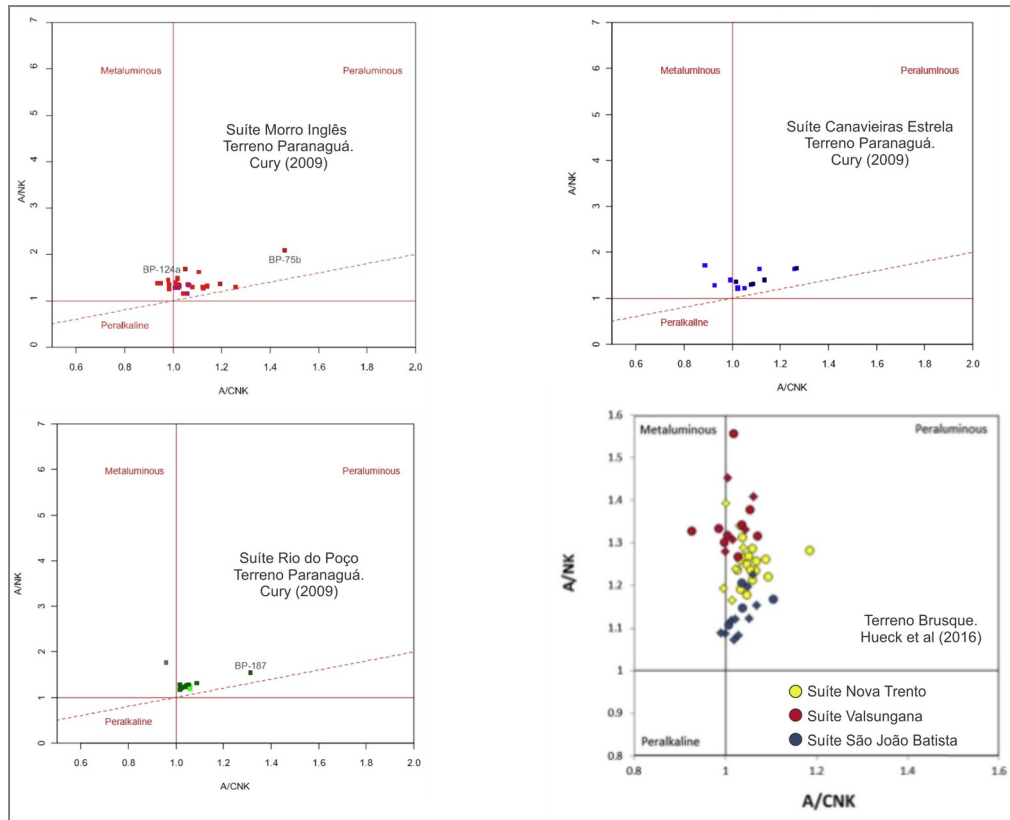
Para o Terreno Brusque, Hueck *et al.* (2016) assimilam os resultados litogeoquímicos associados à Suíte São João Batista como representante de corpos moderadamente peraluminosos e cálcio-alcálicos a alcálicos. Na Suíte Valsungana, os dados indicam corpos meta a peraluminosos, cálcio alcálicos a alcálicos e a Suíte Nova Trento corpos peraluminosos e cálcio-alcálicos. Para estes autores, os granitoides do Terreno Brusque foram gerados a partir da fusão de rochas crustais, incluindo metassedimentos e o embasamento paleoproterozoico.

Ao comparar as suítes graníticas dos Terrenos Brusque e Paranaguá, com o diagrama de padrão de elementos terras raro (ETRs - Figura 20), normalizado aos valores de condrito de Nakamura (1977) no caso do Terreno Paranaguá e normalizados após Taylor & McClelland (1985) no Terreno Brusque, com exceção da Suíte São João Batista, os corpos graníticos apresentam fracas anomalias de Eu com relativo enriquecimento em ETRs leves. Esse seria um comportamento típico de granitos gerados a partir de crosta.

A Suíte São João Batista, de acordo com Hueck *et al.* (2016), apresenta pouco ou nenhum fracionamento e uma anomalia negativa forte de Eu, sendo essa característica possivelmente relacionada a granitos do tipo S. Esse fato é corroborado pela ideia de que o

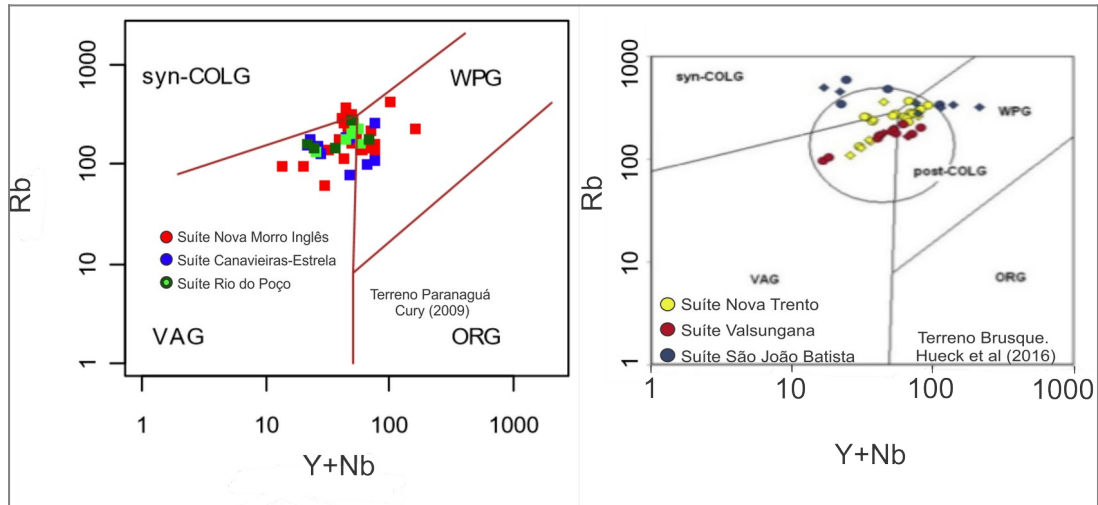
*melt* dessa suíte foi extraído de um nível crustal mais raso, com as rochas metassedimentares atuando como fonte.

Figura 18 - Diagramas A/NK X A/CNK (SHAND, 1951) das suítes graníticas dos Terrenos, Paranaguá, Brusque e Florianópolis



Legenda: Diagrama mostrando a relação entre as razões de alumínio, sódio e potássio e alumínio, cálcio, sódio e potássio. As suítes graníticas do Terreno Paranaguá foram tratadas de maneira independente pelo autor (Cury 2009), enquanto as suítes do Terreno Brusque encontram-se plotadas no mesmo gráfico (Hueck et al, 2016).  
Fonte: O autor, 2017. Modificado de Cury (2009) & Hueck et al (2016).

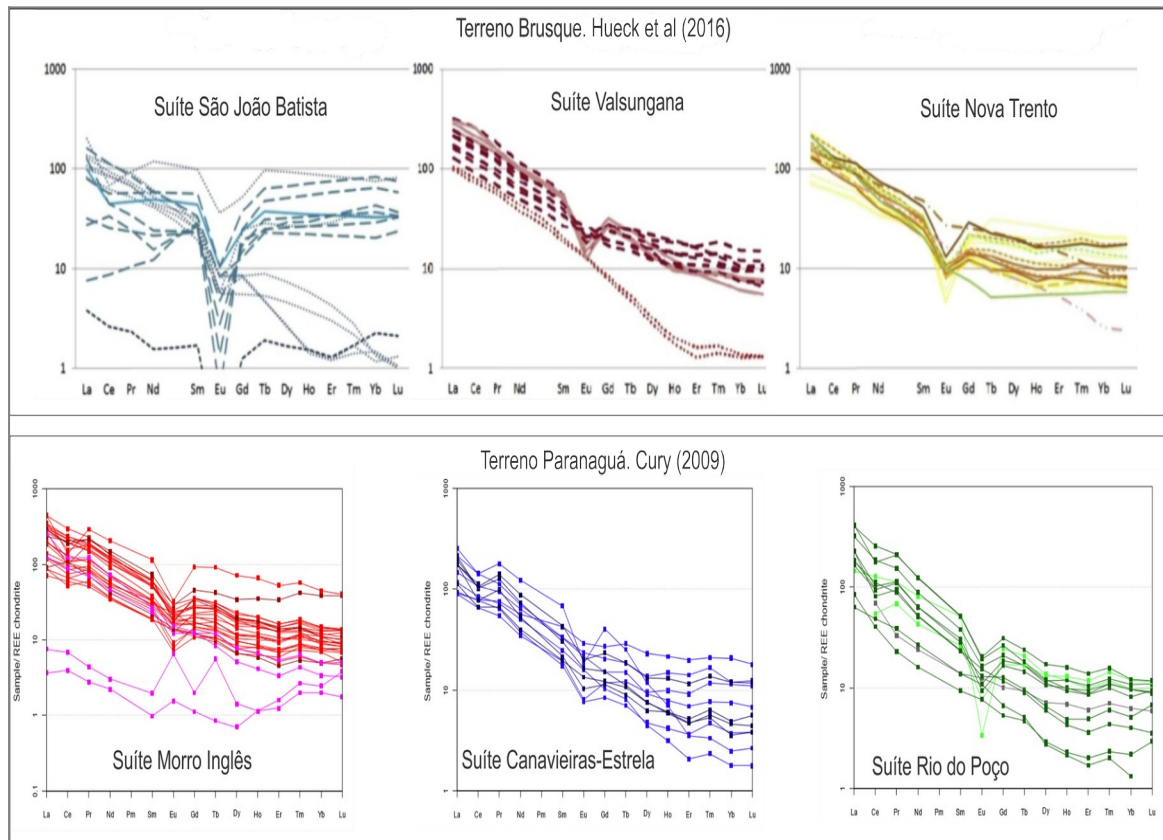
Figura 9: Diagrama de Pearce (1996) Rb vs Y + Nb, indicando a ambiência tectônica dos granitoides dos Terrenos Paranaguá e Brusque



Legenda: Diagramas de discriminação tectônica das suítes graníticas do terreno Paranaguá (CURY, 2009) e Terreno Brusque (HUECK *et al.*, 2016).

Fonte: O autor, 2017. Modificado de Cury (2009) & Hueck et al (2016).

Figura 10: Padrões de condritos normalizados à ETRs das suítes graníticas do Terreno Brusque e do Terreno Paranaguá

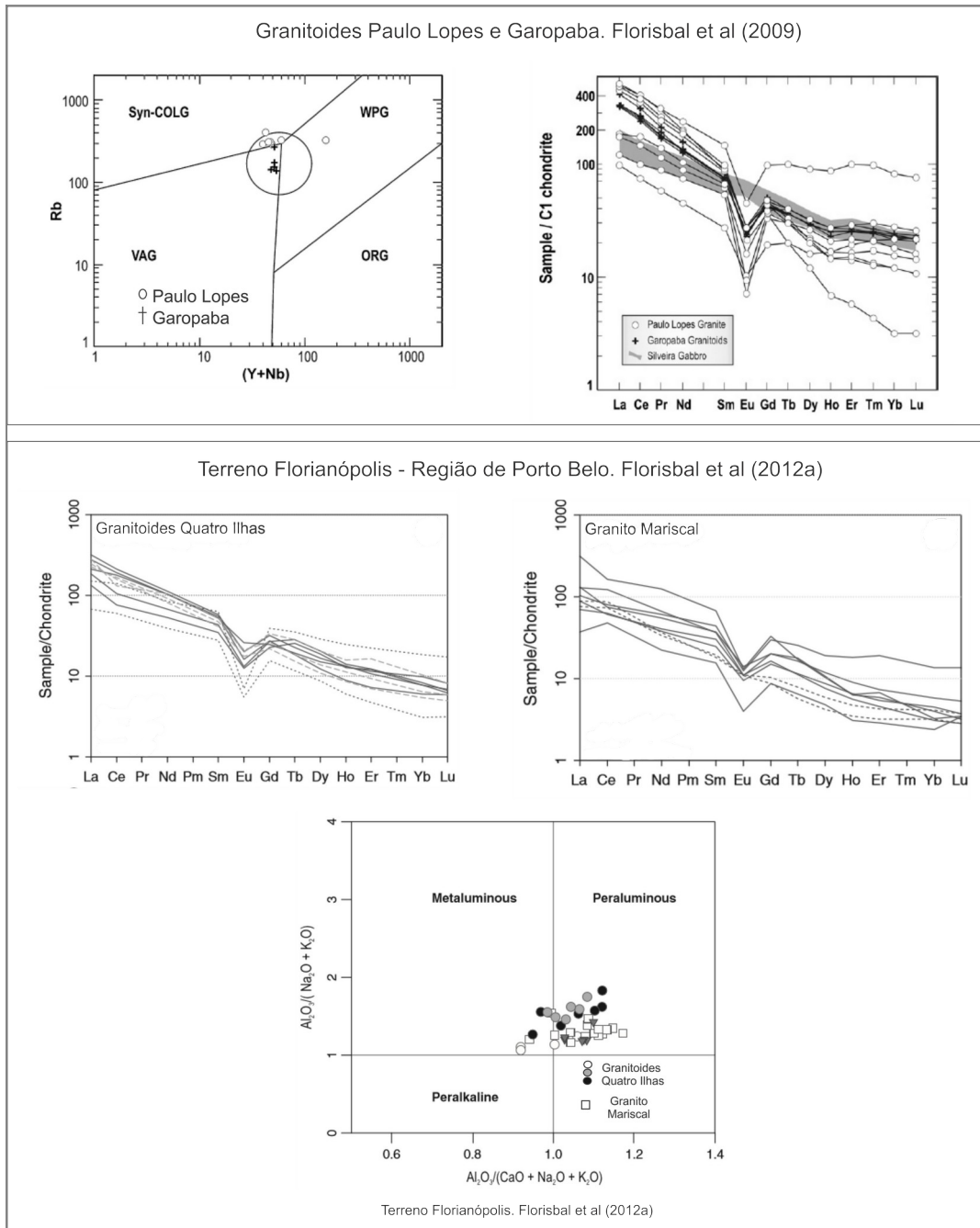


Legenda: Padrões de condritos normalizados à ETRs do Terreno Brusque depois de Taylor e McLennan (1985) no bloco de cima da figura e do Terreno Paranaguá normalizados depois de Nakamura (1977) no bloco de baixo da figura, conforme indicado.

Fonte: O autor, 2017. Modificado de Cury (2009) & Hueck *et al* (2016).

Visando a comparação com os granitoides dos Terrenos Paranaguá e Brusque com os granitoides do Terreno Florianópolis, localizado à sul da Zona de Cisalhamento Major Gercino, foram utilizados os trabalhos de Florisbal *et al* .(2009, 2012a, 2012b), e os diagramas geoquímicos neles presentes (Figura 21).

Figura 11: Diagramas geoquímicos de alguns granitoides do Terreno Florianópolis



Legenda: I - diagramas de ambiência tectônica de Pearce (1996) e condritos normalizados pelos valores de Evensen *et al* (1978) para granitoides da Suíte Paulo Lopes. II - diagramas de condrito normalizados segundo Boynton (1984) e o diagrama de discriminação tectônica de Pierce para granitoides da região de Porto Belo. Fonte: O autor, 2017. Baseado em Florisbal *et al* (2009) & Florisbal *et al* (2012a).

Os granitoides da Suíte Paulo Lopes, segundo Florisbal *et al.* (2009), possuem caráter sin-colisionais, enquanto o Granito Garopaba representa magma toleítico com pouca influência crustal. Nesse contexto, os granitoides da Suite Paulo Lopes são considerados cálcio-alcálicos, típico de granitoides de margem ativa enquanto o Granito Garopaba representa uma associação metaluminosa de série alcalina, típico de ambiente intraplaca. Segundo Florisbal *et al.* (2009) os aranhogramas de ETRs com condritos normalizados após Evensen *et al.* (1978), revelam anomalias negativas de Eu, com padrão similar entre os dois litotipos sugerindo processos genéticos e fontes similares

Os Granitoides Quatro Ilhas e o Granito Mariscal (Florisbal *et al.* 2012a), correspondem a corpos graníticos metaluminosos à peraluminosos segundo o diagrama de A/NK X A/CNK (SHAND, 1943). Apresentam os mesmos padrões de ETRs dos outros corpos graníticos do Terreno Florianópolis. Essa associação granítica, baseada em dados estruturais e geocronológicos, é considerada como sin-tectônica e alocada no início da tectônica transcorrente e no fim da tectônica compressiva referente à Zona de Cisalhamento Major Gercino. Bittencourt & Nardi (2000) sugerem que a tectônica transcorrente promoveu a fusão parcial do manto e de fontes crustais inferiores em um ambiente pós-colisional.

A Suíte Paulo Lopes é correlacionada aos Granitoides Quatro Ilhas e a Suíte Valsungana (BASEI *et al.*, 2000) em um magmatismo pós-colisional. Essas associações geoquímicas são interpretadas como resultado de um magma parental derivado do manto, modificado por metassomatismo relacionado a uma subducção prévia e a subsequente contaminação crustal, coerentes com um ambiente pós-colisional de geração de magma.

Geocronologicamente, observa-se no Terreno Paranaguá uma grande concentração de idades de cristalização entre 600 – 580 Ma e um menor intervalo entre 620 – 610 Ma, com o primeiro representando o principal período de granitogênese e o segundo um magmatismo precoce (CURY, 2009). No Terreno Brusque (Figura 22), a granitogênese iniciou um pouco mais cedo, em torno de 650 Ma (Suíte São João Batista). Destaca-se um *trend* de idades, do granito mais novo para o mais velho, do Terreno Luis Alves em direção ao Terreno Florianópolis, indicando que a cristalização desses corpos ocorreu numa ordem inversa ao esperado, no caso da Zona de Cisalhamento Major Gercino ser uma zona de sutura para a amalgamação desses blocos durante a orogenia brasileira.

A comparação entre as suítes graníticas dos três terrenos apresenta grande similaridade, se comparadas todas as informações geoquímicas e geocronológicas apresentadas. Tal fato corrobora com a hipótese de Florisbal *et al.* (2012b) com a contemporaneidade e similaridade geoquímica do magmatismo granítico dos dois lados da



Zona de Cisalhamento Major Gercino, entre o Terreno Brusque e o Terreno Florianópolis, excluem a possibilidade da mesma ser considerada uma zona de sutura entre 630-590 Ma.

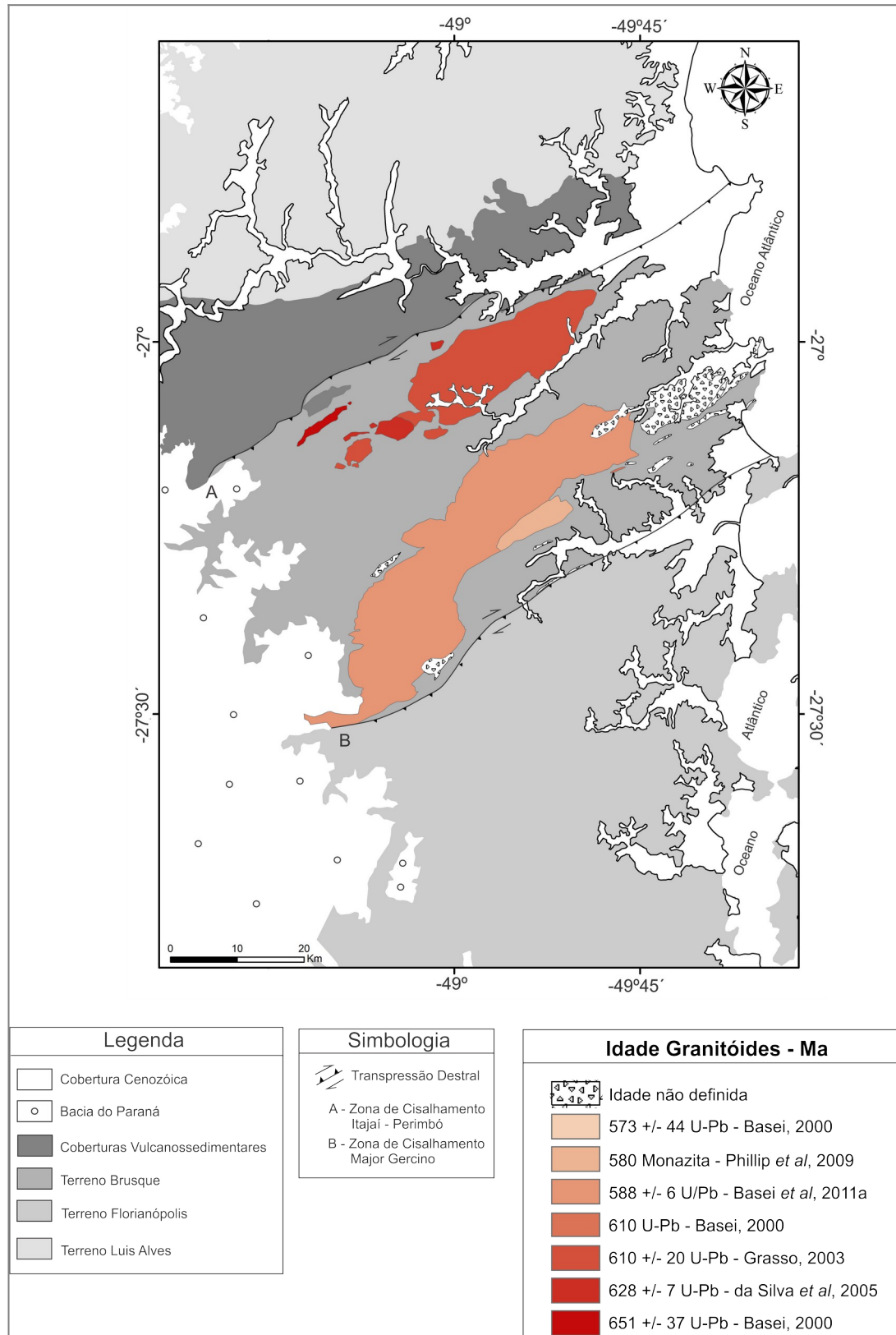
Essa similaridade geoquímica e geocronológica, junto com as características mencionadas anteriormente em relação à proveniência dos zircões detríticos e de sedimentação do Terreno Brusque, implicam na possibilidade desses três terrenos (Paranaguá, Brusque e Florianópolis) estarem correlacionados cogeneticamente. Basei *et al* (2000) e Cury (2009) já haviam proposto a possível correlação do Terreno Paranaguá, representante de uma extensão a norte da Faixa Dom Feliciano, com o terreno Brusque.

Além disso, pode-se considerar, que essas associações sejam típicas de magmatismo gerado, na placa de cima da subducção no caso de margens convergentes, levantando a possibilidade do Terreno Brusque e do Terreno Paranaguá estarem correlacionados ao Terreno Florianópolis, e ambos sendo parte de uma margem passiva, que em ca. 640 Ma se tornou ativa, quando o processo de subducção teria iniciado.

A partir desse modelo (Figura 23), a provável zona de sutura entre os dois blocos colidentes dessa área do Gondwana Ocidental, seria a Zona de Cisalhamento Itajaí Perimbó, com a Zona de Cisalhamento Major Gercino, representando uma descontinuidade reológica entre o embasamento paleoproterozoico-arqueano do Terreno Florianópolis e os metassedimentos do Terreno Brusque. Este fator seria o responsável pelo movimento transpressivo adquirido na amalgamação desses blocos.

Todos os fatores mencionados corroboram para uma interpretação geodinâmica distinta da adotada atualmente na bibliografia. Porém, para a aceitação de um modelo de evolução é necessária a utilização de diversas ferramentas para que se possa integrar o máximo de informações, a fim de tentar entender a situação mais próxima da realidade à luz do conhecimento atual.

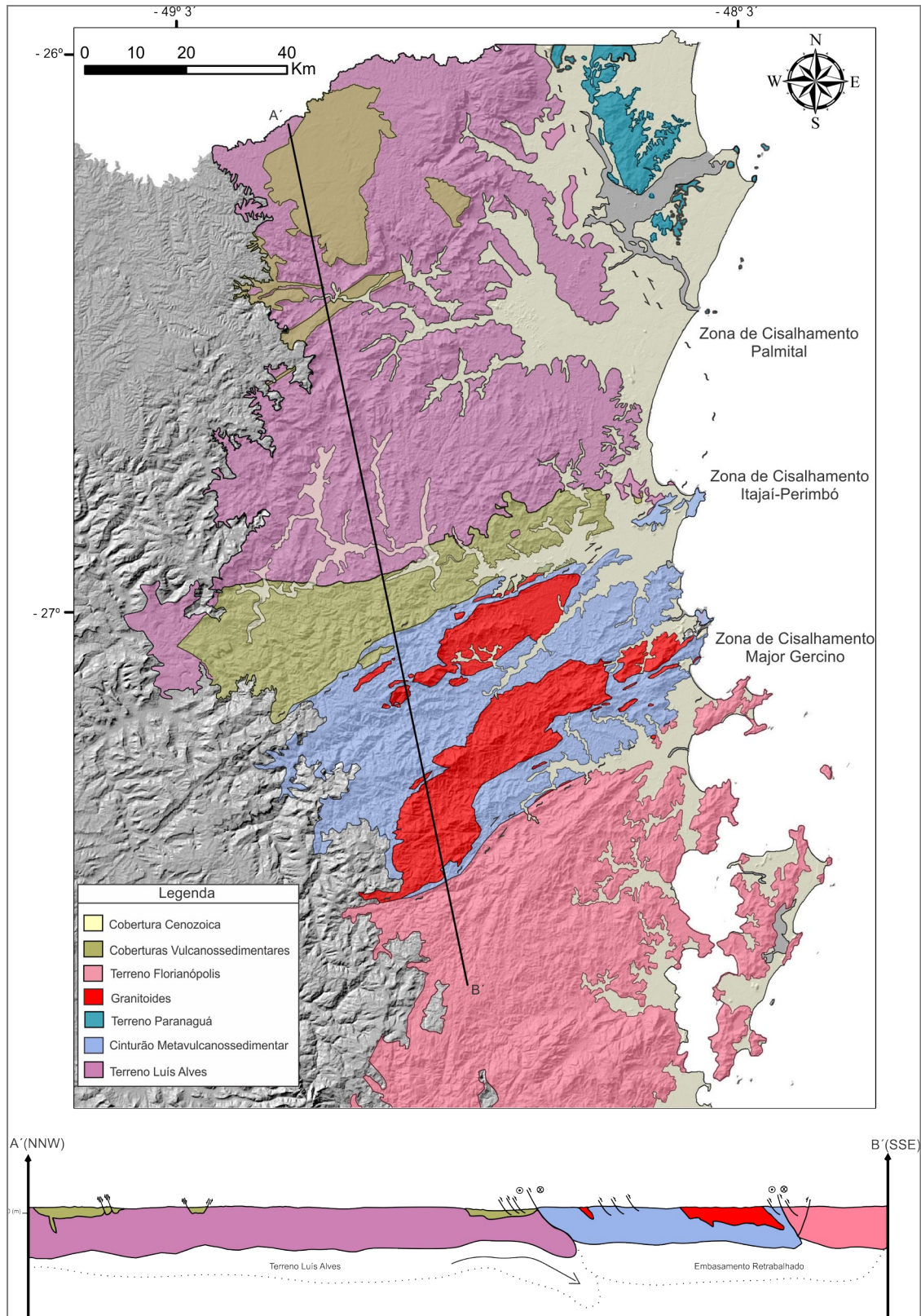
Figura 22 - Mapa com idades de cristalização dos granitoides do Terreno Brusque.



Legenda: Mapa de idades de cristalização dos corpos graníticos variando do vermelho mais escuro sendo o granito mais velho e o rosa claro sendo o granito mais novo.

Fonte: O autor, 2017.

Figura 23 - Compartimentação Tectônica da Porção Pré-Cambriana do Estado de Santa Catarina



Legenda: Separação dos terrenos pré-cambrianos do estado de Santa Catarina em diferentes cores e os nomes das zonas de cisalhamento, consideradas limites tectônicos.

Fonte: O autor, 2017. Topografia: SRTM.

## 6 INTEGRAÇÃO GEOLÓGICO-GEOFÍSICA

A integração dos dados de geologia de superfície, discutida no Capítulo 4 com dados de subsuperfície, contribui para o entendimento da evolução geodinâmica da área de estudo. Os mecanismos de interpretação dos métodos geofísicos potenciais incluem a associação das assinaturas geofísicas com a geologia, interpretando as características estruturais e os domínios geológicos e tentar a partir desse estágio criar domínios geológico-geofísicos.

Os métodos geofísicos gravimétricos e magnéticos são largamente utilizados em diversas escalas para investigar a geologia em subsuperfície. Possuem também baixo custo e rapidez de aquisição, se comparados a outros métodos geofísicos.

A abordagem adotada na interpretação dos dados foi de cunho regional, visando caracterizar as grandes descontinuidades geofísicas e compará-las com as descontinuidades, litológicas e estruturais observadas em superfície e na bibliografia expedita.

## 6.1 Magnetometria

O tratamento de dados magnetométricos, através do *software* Geosoft, e da aplicação do filtro de Amplitude do Sinal Analítico, permitiu observar uma compartimentação magnética em três domínios (Figura 24A).

O Domínio I representa áreas de baixa susceptibilidade magnética inseridas no Domínio II, representado por áreas de alta susceptibilidade. O Domínio III também representa uma área de baixa susceptibilidade magnética, com lineamento preferencialmente na direção NE-SW.

Comparando-se a separação dos domínios magnetométricos com a compartimentação tectônica dos terrenos pré-cambrianos, destaca-se que os domínios refletem a geologia de superfície (Figura 24B). O Domínio I representa as bacias vulcanossedimentares de Campo Alegre e de Itajaí instaladas sobre o Terreno Luís Alves (Domínio II). Como essas bacias são basicamente formadas por rochas sedimentares e vulcânicas pré-cambrianas, possuem mineralogia básica composta por quartzo e feldspato e apresentam baixa susceptibilidade magnética.

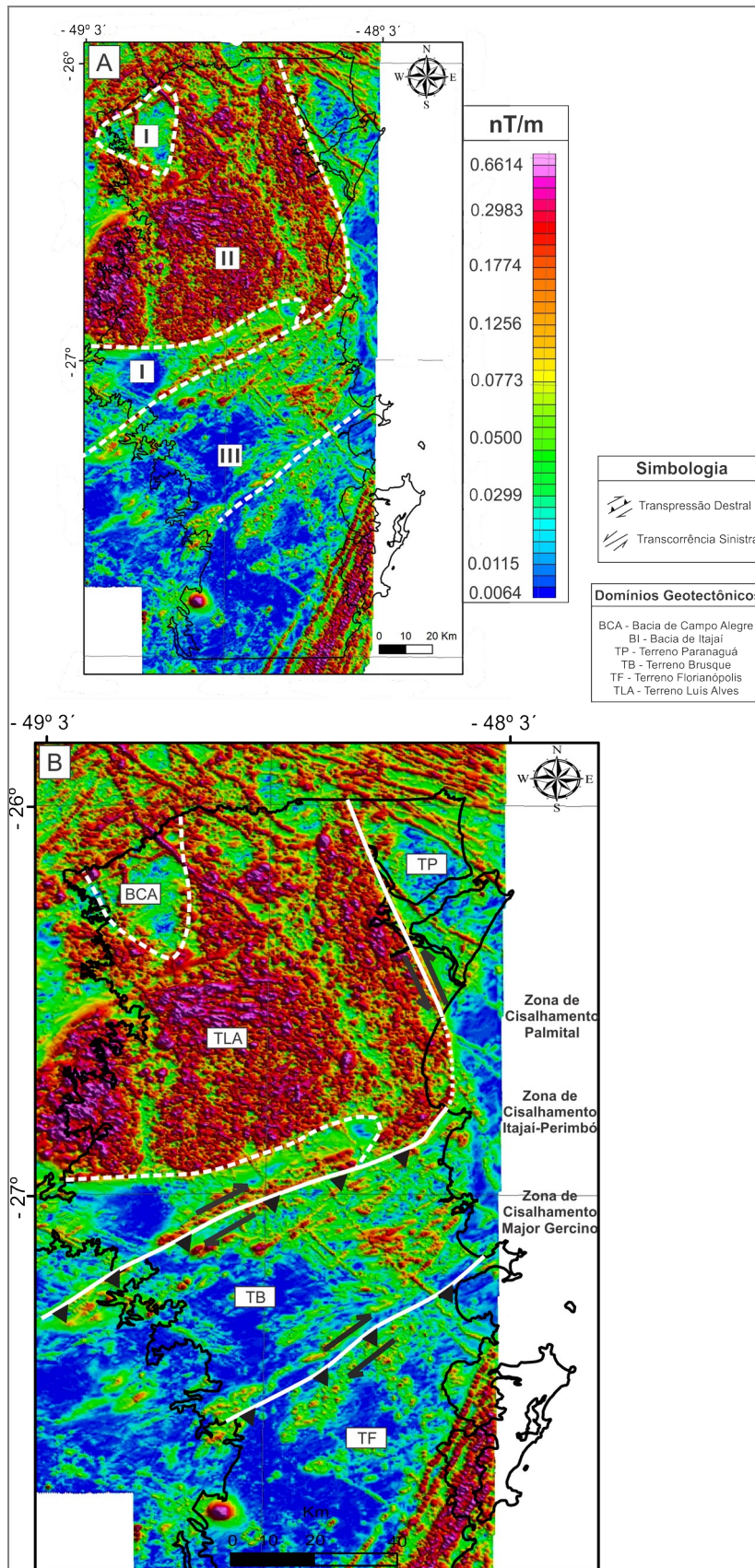
O Domínio II apresenta alta susceptibilidade magnética devido à presença das rochas metamórficas derivadas de protólito da associação TTG do Terreno Luís Alves. Os metassedimentos e os granitos dos Terrenos Brusque, Paranaguá e Florianópolis apresentam

baixos valores de susceptibilidade magnética, compondo assim o Domínio III. Ressalta-se que os limites entre os domínios representam as grandes zonas de cisalhamento que separam os diferentes terrenos da área de estudo.

Como os dados do levantamento aeromagnético não esteve restrita à linha de costa brasileira, e com isso, pode-se observar a continuidade de certas estruturas desses terrenos para a parte submersa no Oceano Atlântico. Ao observar a continuidade do Terreno Luís Alves com uma quilha para fora da costa, perfazendo a geometria do bloco, notou-se a continuidade da Zona de Cisalhamento Palmital com a Zona de Cisalhamento Itajaí-Perimbó. Essa ligação entre as duas zonas de cisalhamento corrobora com a hipótese levantada no Capítulo 4, na qual os Terrenos Paranaguá e Brusque estão conectados.

Destaca-se o lineamento representado pelas rochas de embasamento do Terreno Brusque, que coincidem com a Zona de Cisalhamento Itajaí Perimbó. A Zona de Cisalhamento Major Gercino coincide com lineamento magnético de baixa susceptibilidade magnética e é menos representativo que a ZCIP. Essa compartimentação estrutural baseada nos dados magnéticos também corrobora com a interpretação geológica apresentada na discussão do Capítulo 5.

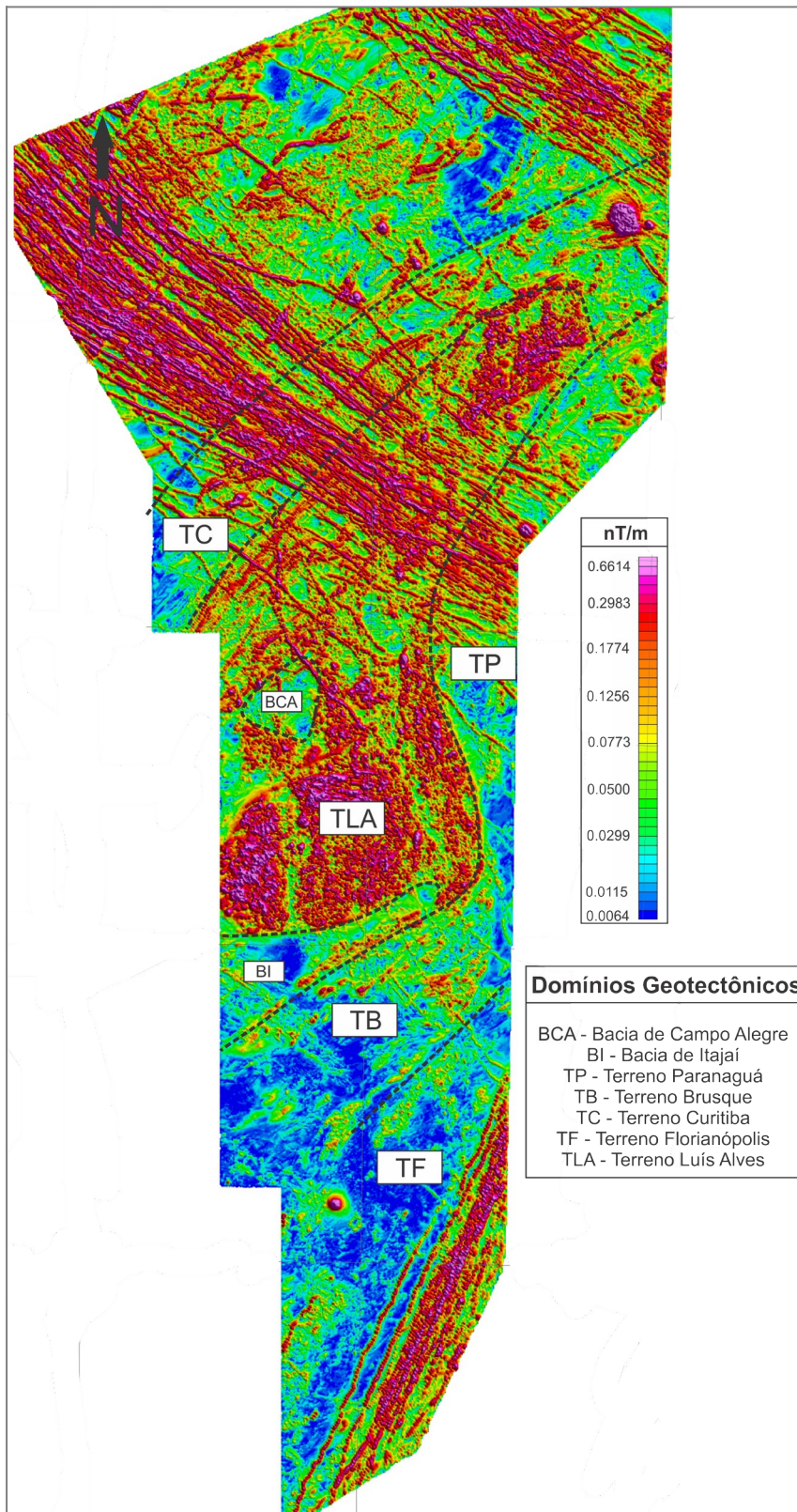
O levantamento Aerogeofísico realizado pela CPRM cobriu uma área muito maior do que a área de estudo, portanto foi possível correlacionar a compartimentação tectônica baseada nos dados magnéticos. Numa visão mais regional, é possível observar melhor a continuidade lateral entre o Terreno Paranaguá e o terreno Brusque, com uma geometria quase que sigmoidal, complementando as observações realizadas na escala da área de estudo. Ressalta-se que os lineamentos magnéticos na porção superior do mapa, com direção NW-SE representam o Enxame de Diques de Ponta Grossa e os lineamentos no canto inferior direito do mapa representam o Enxame de Diques de Florianópolis. Esses enxames de diques encontram-se geologicamente relacionados ao contexto de ruptura do Gondwana.



Legenda: A- Domínios magnéticos. B - Compartimentação tectônica da Área de Estudo baseado no Mapa de ASA.

Fonte: O autor, 2017.

Figura 25 - Compartimentação Tectônica no mapa de Amplitude do Sinal Analítico de todo o levantamento Aerogeofísico realizado pela CPRM



Legenda: Mapa de compartimentação tectônica do levantamento Aerogeofísico real

Fonte: O autor, 2017.

## 6.2 Gravimetria

Os dados gravimétricos, tratados de maneira qualitativa, foram separados em domínios, conforme exemplificado no Capítulo 2. A anomalia Bouguer considera a massa existente entre o geóide e a superfície física da Terra e como considera a aceleração da gravidade e sua relação com a altura, bem como, as massas presentes em um ponto de observação. A aplicação dessa correção resulta, sobretudo, em dados representativos da variação de densidade das rochas e da espessura da crosta terrestre.

No mapa de Anomalia Bouguer (Figura 26) estão representados os Domínios I e II, representados por anomalias gravimétricas predominantemente positivas, separadas por uma área de anomalia gravimétrica negativa. Essa área negativa representa o lineamento de direção NE-SW, coincidindo com a Zona de Cisalhamento Itajaí Perimbó.

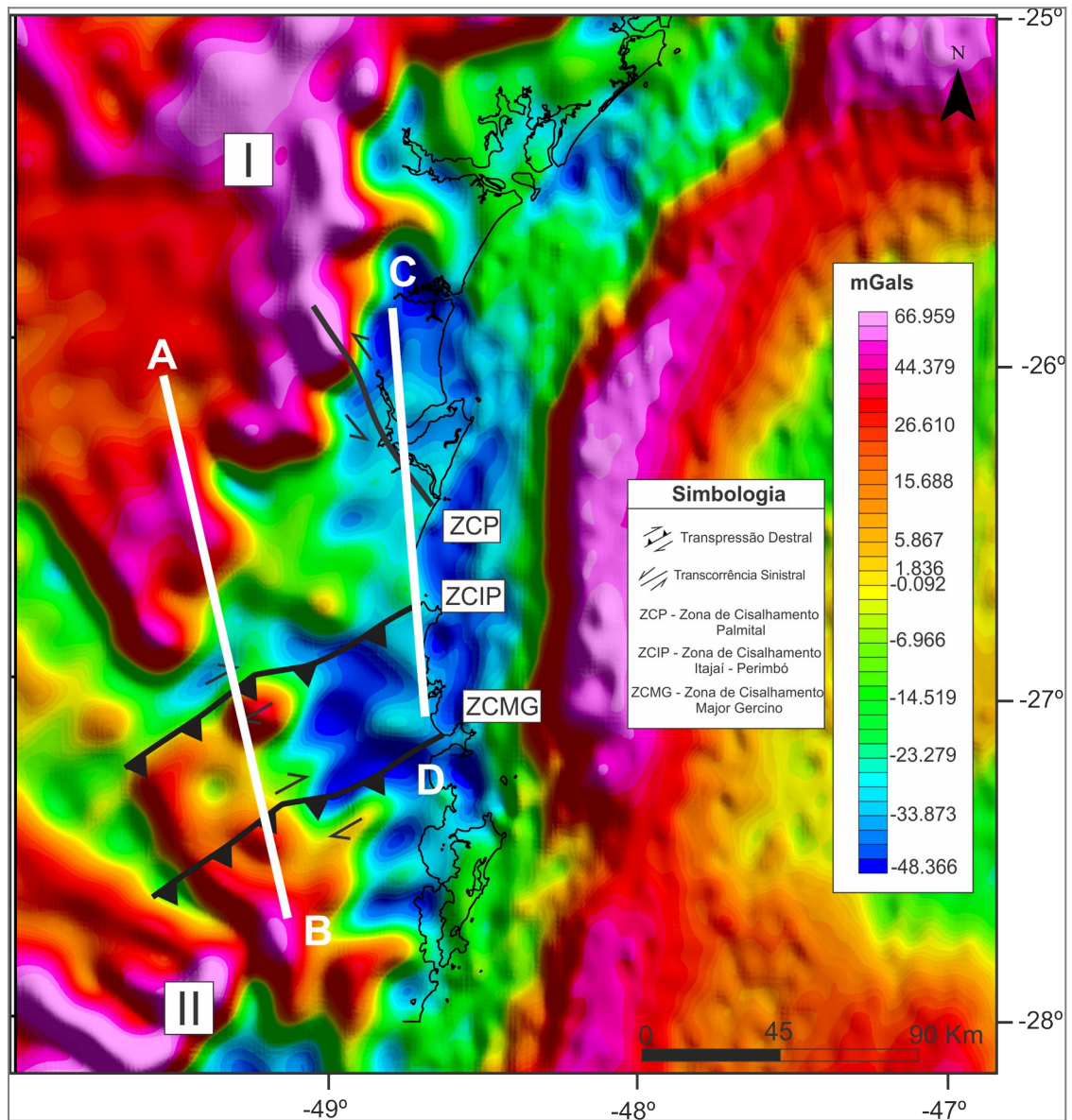
De acordo com as observações feitas em Lowrie (2007), as anomalias gravimétricas negativas em áreas de colisões continentais representam zonas de sutura entre duas placas convergentes. No mapa da Figura 25, a Zona de Cisalhamento Major Gercino não perfaz uma anomalia negativa expressiva se comparada a Zona de Cisalhamento Itajaí-Perimbó, corroborando com a hipótese de a última ser considerada uma zona de sutura entre os Terrenos Brusque e Luís Alves. Destaca-se também que há um bloco de anomalia gravimétrica positiva que representa o Domínio II que não coincide com o limite da ZCMG, fornecendo a idéia de que os terrenos adjacentes a essa Zona de Cisalhamento representem um único bloco.

O estudo dos terrenos pré-cambrianos mostra-se dificultado na área de estudo, devido à influência do rifteamento do Gondwana ocorrido no cretáceo que, provavelmente, influenciou nas anomalias gravimétricas mais próximas à linha de costa. Nesse contexto, destaca-se essa zona de anomalia gravimétrica positiva na porção *offshore* da área de estudo, com direção paralela à linha de costa, que pode representar a linha de charneira das bacias marginais.

Para melhor observação da integração da geologia de superfície com a anomalia Bouguer, foram realizados dois perfis (A-B, C-D) de direção NNW-SSE, perpendiculares à orientação geral das estruturas dos terrenos. A comparação das anomalias gravimétricas com os perfis geológicos é possível observar uma clara compartimentação tectônica da área de estudo (Figura 26).



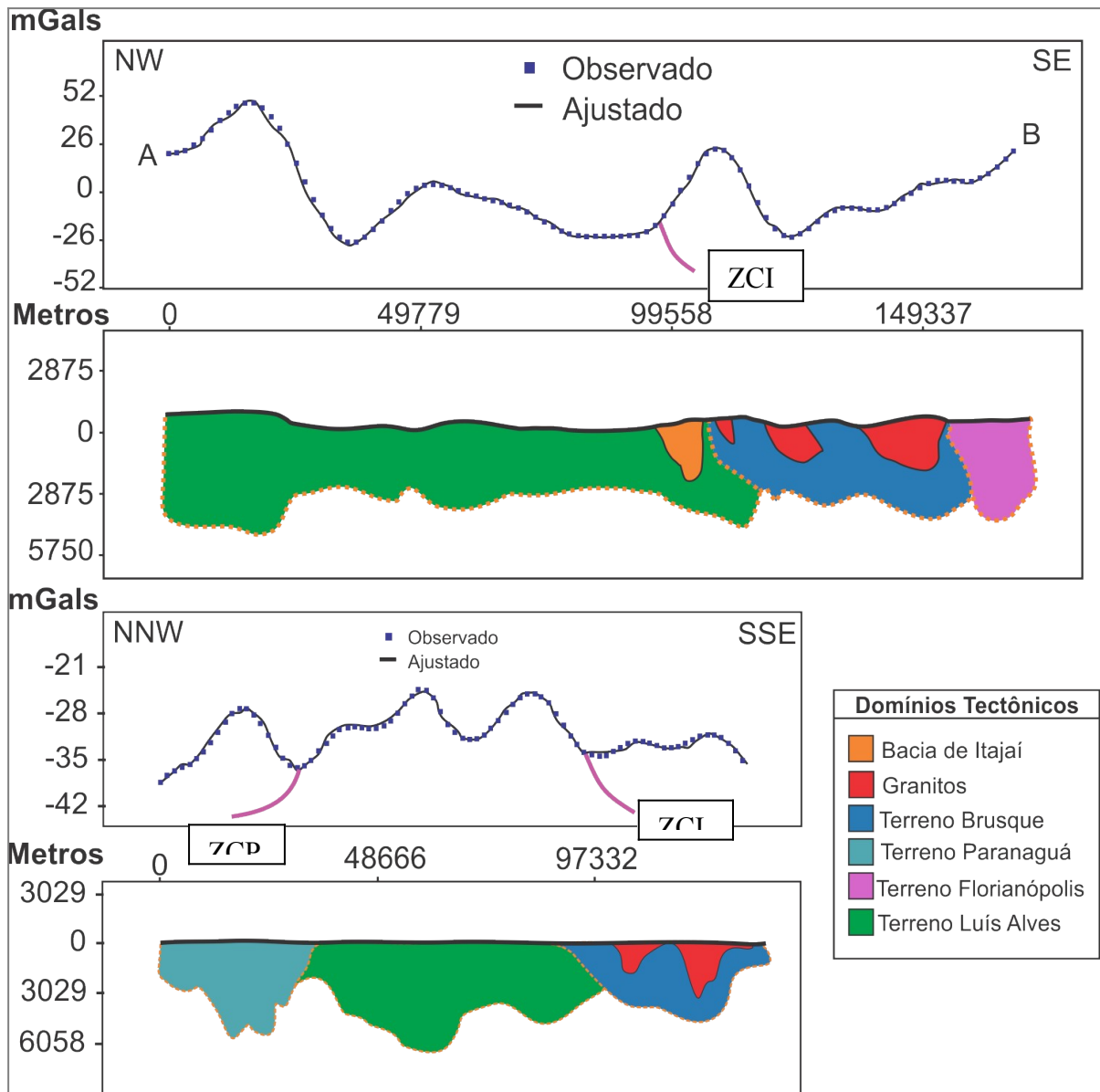
Figura 12: Mapa geofísico da Anomalia Bouguer da Área de Estudo com a localização dos perfis gravimétricos



Legenda: Separação da área de estudo em diferentes domínios baseado nas anomalias gravimétricas e localização dos perfis gravimétricos realizados.

Autor: O autor, 2017. Apoiado por dados da ANP e Sandwell *et al.* (2013).

Figura 27 - Perfis gravimétricos da Anomalia Bouguer comparados com a geologia e superfície.



Legenda: Perfis gravimétricos interpretados de acordo com a geologia de superfície com as prováveis zonas de sutura marcadas pelas linhas em roxo no perfil gravimétrico.

Fonte: O autor, 2017.

No perfil A-B nota-se que o limite entre o Terreno Luís Alves e o Terreno Brusque é marcado por uma anomalia gravimétrica negativa, seguido por sua ascendência gravimétrica no Terreno Brusque. Essa configuração gravimétrica encontra-se de acordo com a interpretação da Zona de Cisalhamento Itajaí-Perimó atuar como sutura na amalgamação desses dois terrenos com histórias evolutivas distintas. No limite entre o Terreno Brusque e o Terreno Florianópolis não é observado contraste gravimétrico, levando a interpretação de que esses dois terrenos tenham evoluído de maneira cogenética.

No perfil C-D, são observados dois picos de anomalia gravimétrica negativa, um entre o Terreno Paranaguá e o Terreno Luís Alves e outro entre o Terreno Luís Alves e o Terreno Brusque. Essas zonas de anomalia negativa representam a Zona de Cisalhamento Palmital e a

Zona de Cisalhamento Itajaí-Perimbó, respectivamente. Esse perfil contribui com a idéia de evolução geodinâmica proposta nesse trabalho, na qual os Terrenos Brusque e Paranaguá estariam conectados, e seus limites com o Terreno Luís Alves representariam zonas de sutura entre duas placas tectônicas convergentes.

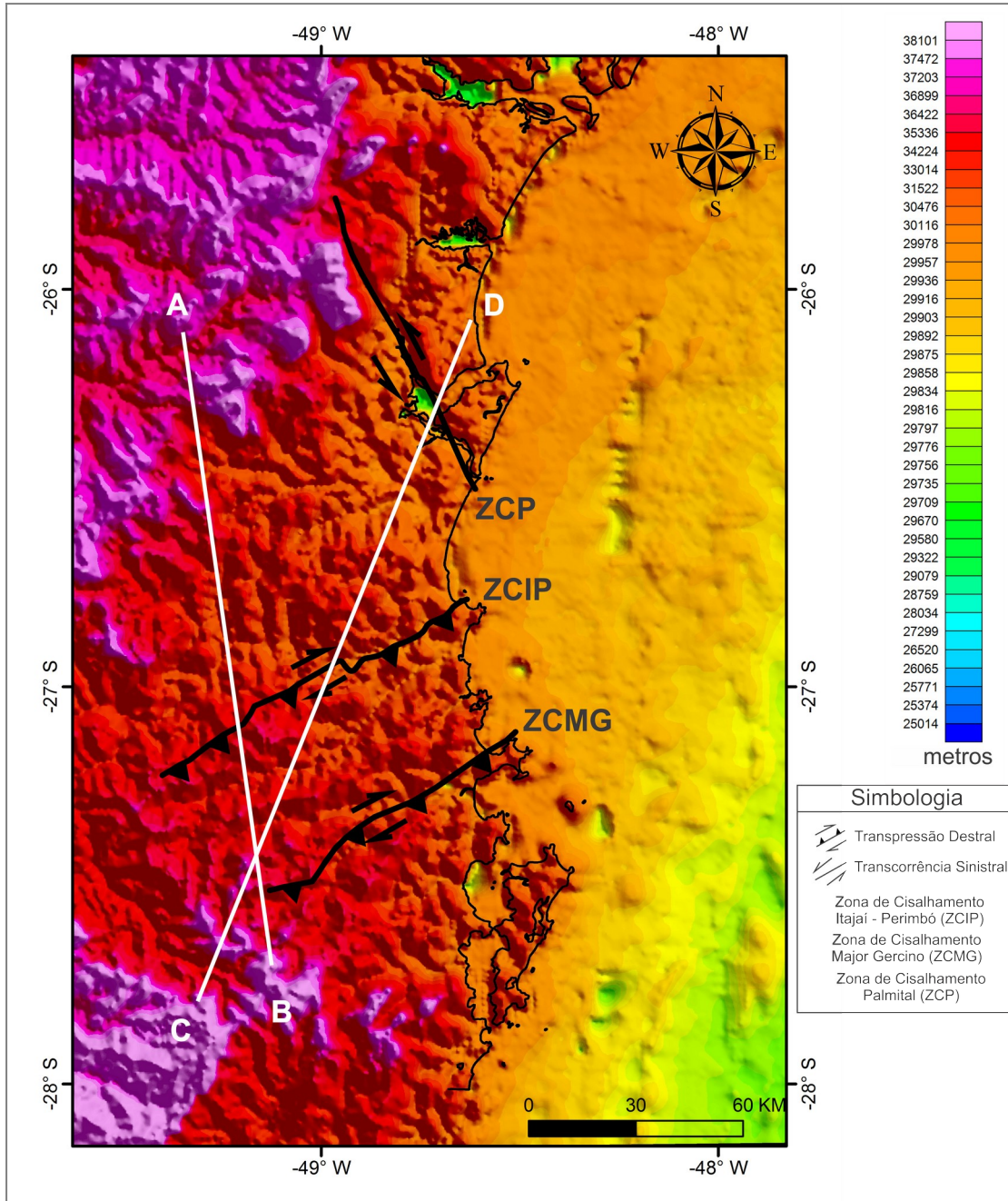
Afim de melhor entender a compartimentação crustal desses terrenos foi realizado um mapa de integração da anomalia Bouguer com a topografia da área de estudo, com o objetivo de observar a espessura da crosta (Figura 28). Também foram produzidos dois perfis (A-B, C-D), que representam a Descontinuidade de Mohorovicic visando observar a geometria desses terrenos em profundidade (Figura 29).

No perfil A-B, destaca-se que a Zona de Cisalhamento Itajaí-Perimbó encontra-se em um ponto de espessamento crustal, seguido por um afinamento da crosta com padrão de crescimento em direção ao Terreno Florianópolis, enquanto a Zona de Cisalhamento Major Gercino encontra-se em um pico de afinamento crustal. Essas características, em um modelo geodinâmico, indicam que a provável sutura referente à orogenia Brasileira/Pan-Africana encontra-se na ZCIP, colocando o Terreno Brusque com uma história evolutiva que contrasta com a evolução do terreno Luís Alves.

No perfil C-D, esses padrões não são tão bem observados, devido a um espessamento crustal no meio do Terreno Brusque, provavelmente relacionado à intrusão das suítes graníticas. O limite do Terreno Luís Alves com o terreno Paranaguá também se encontra obliterado, fator atrelado ao rifteamento do Gondwana no Cretáceo.

Vale ressaltar, que em ambos os perfis, os limites da bacia de Itajaí são marcados por afinamento crustal sugerindo, para a bacia, uma geometria de formação do tipo rifte e não do tipo *foreland*, como discutido anteriormente.

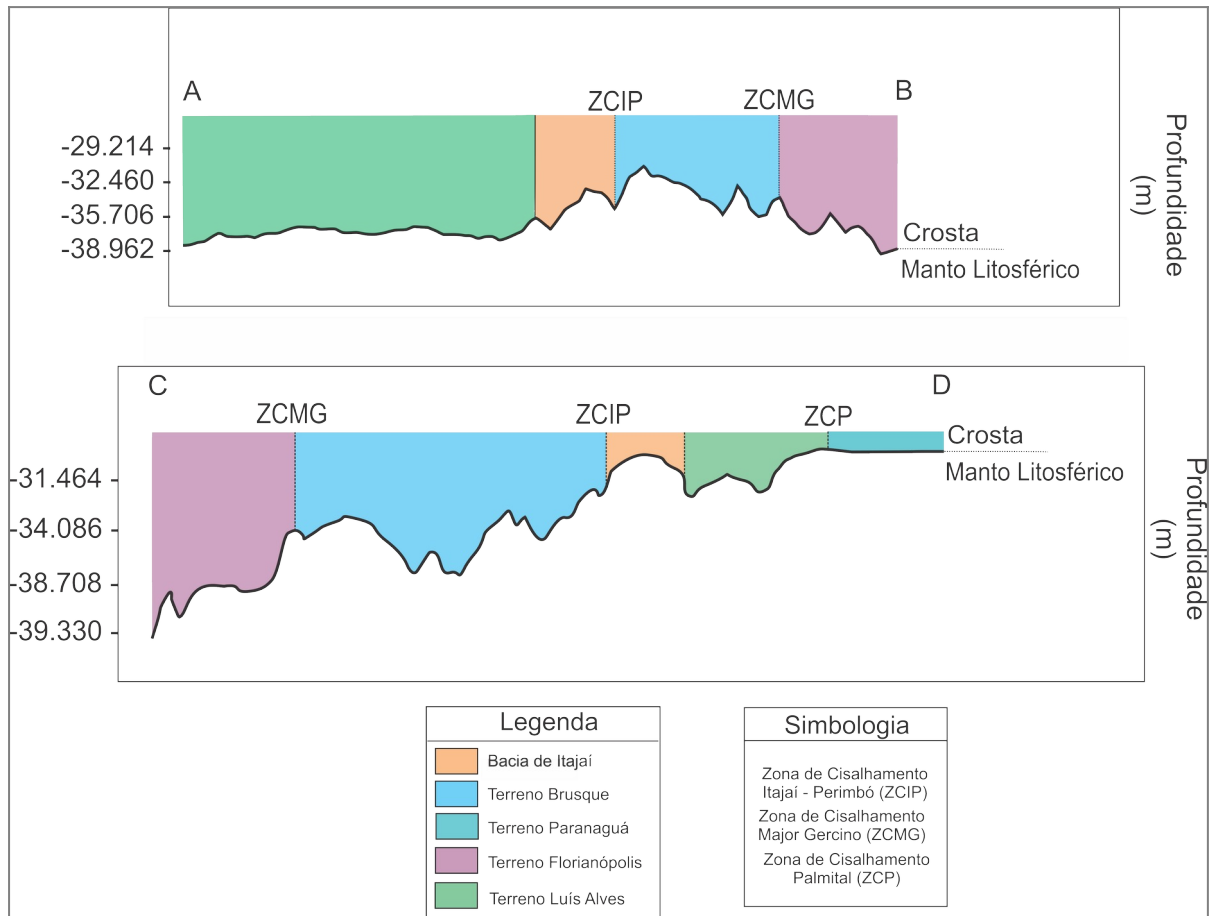
Figura 13: Mapa de integração da anomalia Bouguer com a topografia atual da área de estudo



Legenda: Mapa da descontinuidade de Mohorovicic da área de estudo, com os principais limites tectônicos ressaltados e localização dos perfis realizados.

Fonte: O autor, 2017. Apoiado por dados da ANP e Sandwell *et al.* (2013).

Figura 14: Perfis com individualização dos terrenos tectônicos com base na Descontinuidade de Mohorovicic



Legenda: Separação dos perfis da Descontinuidade de Mohorovicic em terrenos tectônicos.  
 Fonte: O autor, 2017.

## 7 DISCUSSÃO – IMPLICAÇÃO TECTÔNICA DOS RESULTADOS APLICADOS EM UM MODELO GEODINÂMICO DE EVOLUÇÃO DOS TERRENOS PRÉ-CAMBRIANOS DO ESTADO DE SANTA CATARINA

O presente capítulo apresenta uma discussão sobre a evolução tectônica da área de estudo, baseado nos dados bibliográficos e nos resultados atingidos nessa dissertação, além das respectivas interpretações. Os modelos geológicos vêm sendo alvo de discussões no meio acadêmico e, com o avanço das tecnologias e das ferramentas aplicadas ao conhecimento geológico, cada vez tornam-se mais complexos e detalhados. É uma visão interpretativa dos dados obtidos e é alvo de reinterpretações e mudanças.

A história tectônica evolutiva apresentada teve como objeto principal de estudo os Terrenos Brusque e Paranaguá, portanto a partir das conclusões desse trabalho, esses dois terrenos, até agora tratados de forma individual, serão tratados como um terreno único.

As figuras 30 e 31 destacam o primeiro estágio da tectônica precursora do orógeno Brasileiro/Pan-Africano, que deu origem a porção pré-cambriana do estado de Santa Catarina. O Estágio I, com intervalo de idades entre ca. 940 e 680 Ma, representa a abertura da bacia sedimentar Brusque, nome adotado, nessa dissertação, para a margem passiva que originou o Terreno Brusque - Paranaguá. Essas idades foram obtidas por Basei *et al.* (2011), que afirmam que os processos tafrogênicos precursores do rifte iniciaram em 950 Ma (Toniano) e a fase rifte, propriamente dita, teria se iniciado em 840 Ma (Criogeniano).

A idade de 936 +/- 40 Ma é atribuída à cristalização de zircões ígneos em metagabros da Formação Rio do Oliveira (Yamamoto & Basei, 2009) A idade de 843 +/- 12 Ma refere-se ao sienogranito Parapente, esse relacionado à fase rifte (Basei *et al.*, 2008b). No modelo aqui proposto, a sedimentação da bacia Brusque é referente à margem passiva do cráton de Angola, e não do Terreno Luís Alves (Basei *et al.*, 2010). Essa justaposição da sequência sedimentar do bloco africano, justificada nos capítulos anteriores, é fruto da interpretação dos dados geofísicos e das reinterpretações dos dados geológicos disponíveis.

Na parte oeste do perfil (Figura 30), comportando-se como margem passiva do Terreno Curitiba, encontra-se a bacia que deu origem às sequências metassedimentares Capiru-Setuva e Turvo-Cajati, interpretadas como assembleias típicas de uma plataforma continental rasa (Faleiros *et al.*, 2011). Os diagramas de proveniência dos zircões detríticos apresentados por Cury (2009) no Complexo Turvo-Cajati mostram uma sedimentação com fontes paleoproterozoicas, mesoproterozoicas e neoproterozoicas, corroborando com o *timing*

de sedimentação proposto para esse modelo. As idades neoproterozoicas representam as idades máximas de deposição dessas rochas em todas as formações metassedimentares.

O Estágio II representa o início do magmatismo com assinatura de arco magmático nos dois lados do Terreno Luís Alves. A granitogênese desse sistema orogênico ocorre na placa tectônica de cima no sistema convergente. No caso dos Terrenos Curitiba e Luís Alves, ambos são marcados pela Suíte Rio Piên. Embora alvo de muitas controvérsias, essa suíte é um complexo granítico cálcio-alcálico com termos pré-colisionais em ca. 620 Ma (HARARA, 2001). Do lado leste do Terreno Luís Alves, destaca-se o granito Faxinal, com idades de ca. 650 Ma (BASEI *et al.*, 2011a) como primeiro sinal do magmatismo intrusivo nos sedimentos da Bacia Brusque.

Nesse estágio, com o início da subducção, ambas as sucessões sedimentares transicionam de margens passivas para margens ativas, passando a ser caracterizadas como bacias de *forearc*. De acordo com os gráficos de proveniência de zircão detrítico expostos no capítulo 5, essas bacias possuem contribuição de rochas neoproterozoicas, sugerindo a proximidade das mesmas com os arcos magmáticos.

O magmatismo dessa fase, conforme Basei *et al* (2011), Cury (2009), Florisbal *et al* (2012a, b) possuem em sua maioria, assinatura cálcio-alcálica de alto K, tendência peraluminosa e *trend* na classificação de ambiência tectônica variando de granitos de arco magmático e intraplaca, sendo classificados como sin a tardi-colisionais. Esses granitos no Terreno Brusque-Paranaguá e no Terreno Florianópolis possuem idades entre ca. 650 até 580 Ma. Segundo o modelo proposto nessa dissertação, esses granitos seriam representantes de um arco magmático maduro, em conformidade com a proposta de Cury (2009).

No Estágio III em ca. 600 Ma ocorre a acreção do Terreno Curitiba ao Terreno Luís Alves. A sutura entre esses dois terrenos, segundo Basei *et al.* (2010), é marcada pela Zona de Cisalhamento Piên e pela presença de rochas com assinatura de arco magmático e ofiolitos desmembrados. Destaca-se o fato do Terreno Curitiba ter sido aglutinado ao Terreno Luís Alves antes da amalgamação final do Terreno Brusque-Paranaguá e do Cráton de Angola, em ca. 610 Ma. Essa informação é corroborada pelos dados magnetométricos pois, de acordo com a cinemática de colisão proposta para o Terreno Brusque-Paranaguá (Figura 26), o Terreno Luís Alves e o Terreno Curitiba funcionaram como um único bloco, e parte do Terreno Luís Alves atuou como um anteparo para a evolução cinemática proposta.

A colisão entre o Terreno Luís Alves e o Cráton de Angola, conforme observado na Figura 31, é resultado de uma colisão oblíqua desses blocos com vergência do Cráton de Angola para N-NW e movimentação relativa do Terreno Luís Alves para N. Na Figura 31, o

Estágio III é dividido em duas partes, para melhor ilustrar a movimentação tectônica dos terrenos.

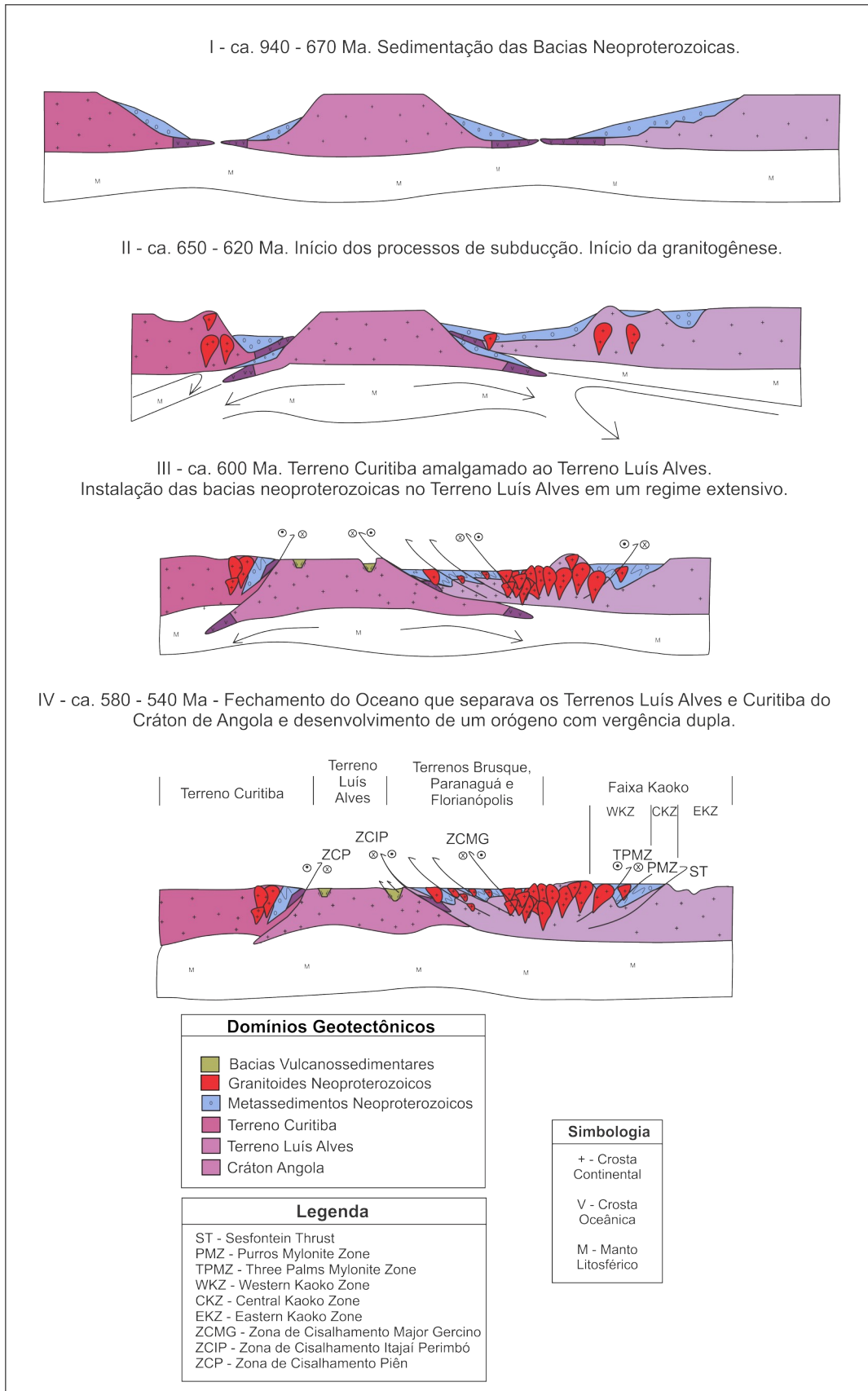
O primeiro estágio seria marcado pela colisão dos metassedimentos do Terreno Brusque-Paranaguá com o anteparo gerado por uma protuberância do Terreno Luís Alves. A partir desse anteparo, no sistema da colisão oblíqua, forma-se o sistema transpressivo destal da Zona de Cisalhamento Itajaí-Perimbó, que representa a sutura entre o Terreno Luís Alves e o Cráton de Angola. A Zona de Cisalhamento Palmital, de transcorrência sinistral, funcionou como uma rampa lateral, enquanto as zonas de cisalhamento Icapara e Serra Negra, últimas a se desenvolverem no sistema convergente, são representadas por uma frente de cavalgamento compondo o sistema final de amalgamação desses blocos com uma colisão frontal.

Nesse mesmo estágio, ocorreu a instalação das bacias vulcanossedimentares de Campo Alegre e de Itajaí sobre o Terreno Luís Alves. Em ca. 600 Ma, a partir da interpretação proposta nesse modelo, o movimento relativo nessa porção do orógeno seria extensivo, causado pela força da subducção (*slab pull*) em ambos os lados desse terreno. No caso específico da Bacia de Itajaí, conforme Basei *et al.* (2011b), as formações sedimentares da base possuem contribuição apenas do Complexo Granulítico de Santa Catarina, enquanto as formações sedimentares do topo possuem proveniência sedimentar do Terreno Brusque, implicando na aproximação desse terreno nesse intervalo de tempo.

No último estágio da evolução dos terrenos pré-cambrianos, o sistema de *nappes* referentes à colisão do Cráton de Angola com os Terrenos Curitiba e Luís Alves é implantado, e são observados os dobramentos com vergência para NNW do Terreno Brusque-Paranaguá. No lado africano, é desenvolvido o sistema de orógeno com vergência dupla, baseado nos dados de Goscombe & Gray (2007).



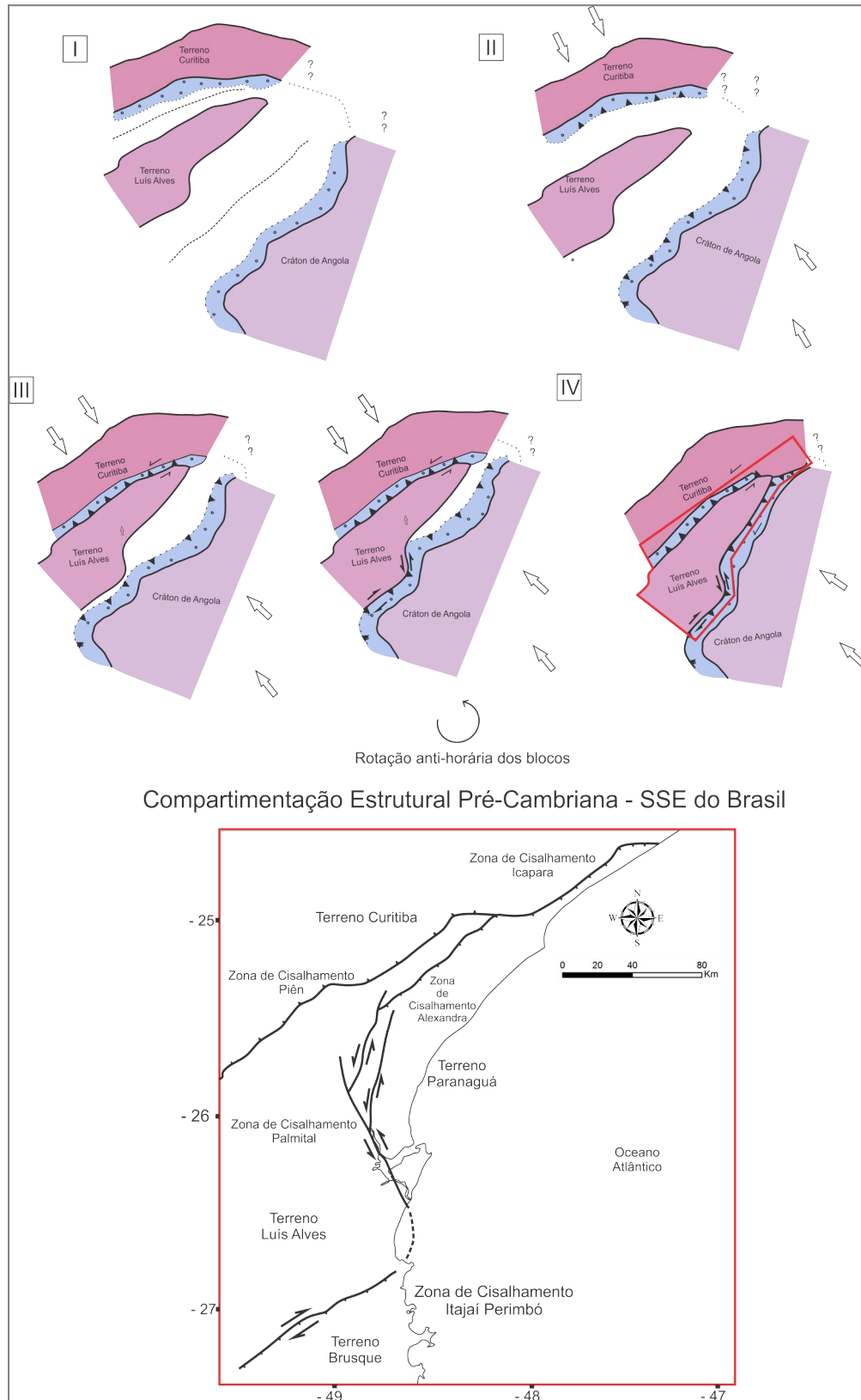
Figura 15: Modelo de Evolução Geodinâmica, em perfil, para a Porção sul do Gondwana Ocidental.



Legenda: Modelo de evolução geodinâmica dividido em quatro estágios.

Fonte: O Autor, 2017. Baseado em Goscombe & Gray (2007), Cury (2009) e Basei *et al* (2010).

Figura 31 - Modelo de Evolução Geodinâmica, em planta, para a Porção Sul do Gondwana Ocidental.



Legenda: Modelo de evolução geodinâmica dividido em quatro estágios, com o estágio III sendo mostrado em dois momentos. O polígono vermelho representa a compartimentação estrutural da porção pré-cambriana fd SSE do Brasil

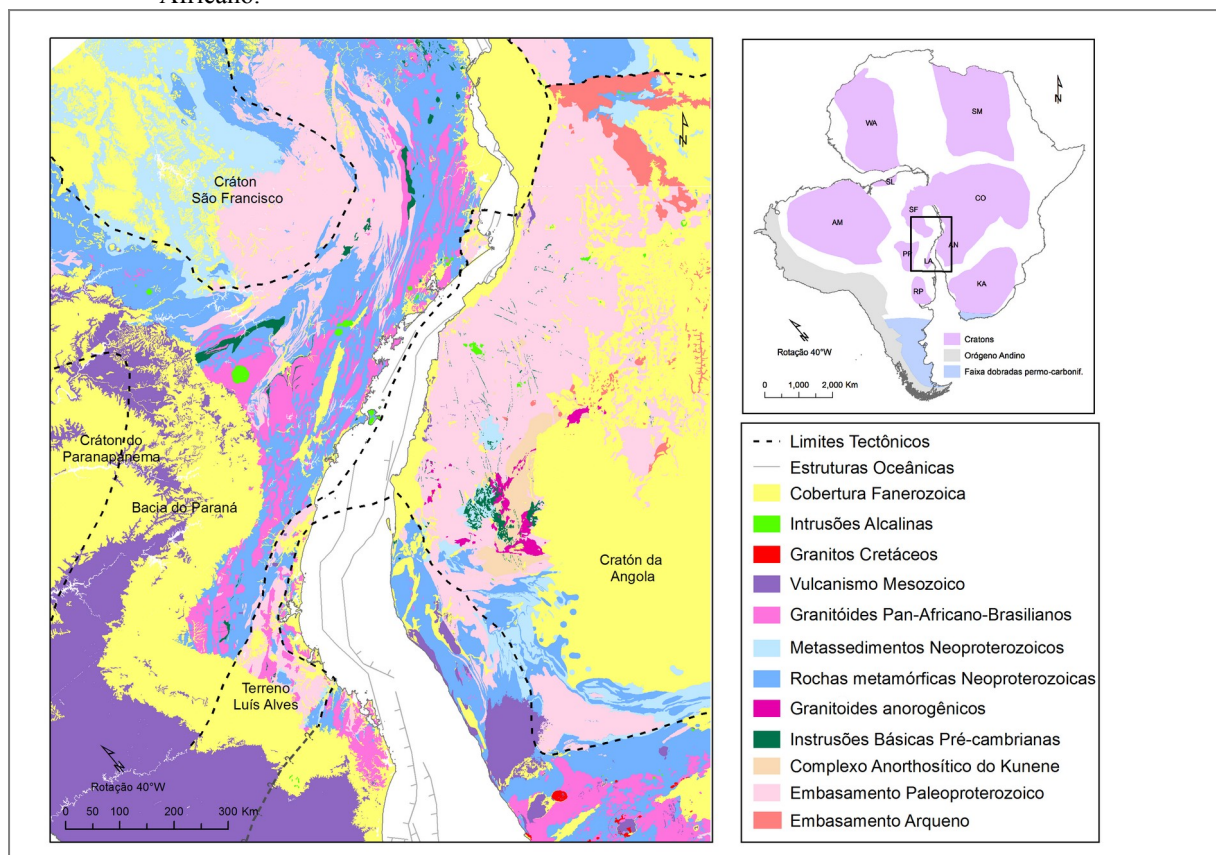
Fonte: O autor, 2017.

A partir desse modelo de evolução geodinâmica gerado com base nas interpretações geológicas geradas no desenvolvimento desse projeto, em conjunto com os dados obtidos nos projetos do Tektos, foi possível contribuir para o desenvolvimento de um mapa da possível configuração do Gondwana Ocidental com as ligações entre os terrenos análogos (Figura 32).

Baseado nesse modelo, a evolução do Terreno Brusque-Paranaguá e dos respectivos embasamentos envolvidos na orogenia Brasiliana/Pan-Africana nessa parte do Gondwana Ocidental estaria relacionado ao desenvolvimento de outro oceano. Essa hipótese baseia-se na possível ponte cratônica entre os Terrenos Curitiba e Luís Alves com o Crátón de Angola.

A ligação entre o Terreno Paranaguá e o Terreno Brusque concorda com as hipóteses de Basei *et al.* (2000) e Cury (2009). A correlação desses Terrenos com a Faixa Kaoko é discutida em Heilbron *et al.* (2008). Porém com as interpretações dos dados obtidos nessa dissertação, foram feitas algumas adaptações dos modelos vigentes hoje na bibliografia. Dessa forma, espera-se que esse trabalho tenha contribuído para a evolução do conhecimento geológico na área de estudo.

Figura 32 - Configuração do Gondwana Ocidental com os possíveis análogos do lado brasileiro e do lado Africano.



Fonte: Tektos, 2017. Adaptado de Almeida *et al.* (2014)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A porção pré-cambriana do estado de Santa Catarina, embora seja pequena, do ponto de vista geográfico, possui diversas unidades geotectônicas. A partir do estudo das mesmas foi possível realizar uma caracterização acerca da evolução geodinâmica dos blocos envolvidos no sistema orogênico Brasileiro/Pan-Africano.

Visando a integração entre dados referentes aos métodos potenciais e dados geológicos de superfície foram considerados os possíveis processos tectônicos formadores da área, incorporando diversos dados como mapeamento geológico, relações estratigráficas e informações estruturais como a geometria dos blocos e a cinemática dos principais limites tectônicos.

Em relação às coberturas vulcanossedimentares do Terreno Luís Alves, as Bacias de Itajaí e Campo Alegre, destaca-se que as mesmas, provavelmente possuem uma geometria do tipo rifte. Isso é sustentado pelas associações litológicas sedimentares da Bacia de Itajaí, com os litotipos da borda da bacia sendo conglomerados e gradando para litofácies pelíticas no meio da bacia. Essa interpretação é sustentada pela geometria crustal dessa bacia, onde as bordas possuem maior espessura crustal do que o centro.

A partir da integração dos dados, destacam-se as similaridades entre os Terrenos Brusque e Paranaguá, e, portanto assume-se que os mesmos tenham evoluído juntos em um mesmo sistema colisional. Esse sistema seria fruto de uma colisão complexa controlada principalmente pela geometria dos blocos arqueanos/paleoproterozoicos. Em uma visão geral da movimentação dos três blocos (Terreno Curitiba, Terreno Luís Alves e Cráton de Angola) ressalta-se que os mesmos configuram-se em um sistema de rotação anti-horária dos blocos. O Terreno Curitiba teria uma movimentação para SSE e o Cráton de Angola para NNW, enquanto o Terreno Luís Alves, uma movimentação relativa para N.

Essa informação é corroborada pelos dados magnéticos e gravimétricos na área de estudo. Na magnetometria a Zona de Cisalhamento Itajaí-Perimbó é representada por um lineamento de alta susceptibilidade magnética, provavelmente relacionada às rochas do embasamento paleoproterozoico. Na gravimetria é possível observar que essa estrutura é marcada por uma anomalia gravimétrica negativa e um espessamento crustal frente aos terrenos adjacentes, caracterizada como uma zona de sutura entre dois terrenos com história de evolução geodinâmica distinta.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, F. F. M., Y. Hasui, B. B. Brito Neves, e R. A. Fuck. "Brazilian Structural Provinces: an introduction." *Earth Science Reviews*, 1981: 1-29.
- Almeida, J., et al. "Pre-rift scenario of the Eo-Cretaceous Gondwana break-up along SE Brazil-SW Africa: insights from tholeiitic mafic dyke swarms." In: *Conjugate Divergent Margins. Geological Society, London, Special Publications*, por W. U. Mohriak, et al. London: The Geological Society of London, 2013.
- Almeida, J., M. Heilbron, F. Dias, e M. McMaster. "Architecture of West Gondwana prior to the South Atlantic opening in the Rio de Janeiro-Benguela transform zone." *4th Atlantic Conjugate Margins Conference. Abstracts Volume.* , 2014: 13-15.
- Basei, M. A. S., I. Mc Reath, e O. Siga Jr. "The Santa Catarina Granulite Complex of Southern Brazil: A Review." *Gondwana Research*, 1997: 383-381.
- Basei, M. A. S. *Geologia e Modelagem Geotectônica dos Terrenos Pré-Cambrianos das Regiões Sul-Oriental Brasileira e Uruguaia: Possíveis Correlações com Províncias Similares do Sudoeste Africano*. São Paulo: Tese de Livre-Docência, 2000.
- Basei, M. A. S., et al. "Contribution of SHRIMP U-Pb zircon geochronology to unravelling the evolution of Brazilian Neoproterozoic fold belts." *Precambrian Research*, 2010: 112-144.
- Basei, M. A. S., et al. "Tectonic Evolution of the Brusque Group, Dom Feliciano belt, Santa Catarina, Southern Brazil." *Journal of South American Earth Sciences*, 2011a: 324-350.
- Basei, M. A. S., et al. "The Itajaí foreland basin: a tectono-sedimentary record of the Ediacaran period, Southern Brazil." *International Journal of Earth Sciences*, 2011b: 543-569.
- Basei, M. A. S., H. E. Frimmel, A. P. Nutman, e F. Preciozzi. "Weste Gondwana amalgamation based on detrital iron ages from Neoproterozoic Ribeira and Dom Feliciano belts of South America and comparison with coeval sequences from SW Africa." In: *West Gondwana: Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region. Geological Society, London, Special Publications*, por R. J. Pankhurst, R. A. J. Trouw, B. B. Brito Neves e M. J. de Wit, 239-256. London: The Geological Society of London, 2008.
- Basei, M. A. S., O. Siga Jr., A. Machiavelli, e F. Mancini. "Evolução Tectônica dos terrenos entre os Cinturões Ribeira e Dom Feliciano (PR-SC)." *Brazilian Journal of Geology*, 1992: 216-221.
- Basei, M. A. S., O. Siga Jr., C. R. Passarelli, e C. O. Drukas. "The evolution and tectonic setting of the Luís Alves Microplate of Southeastern Brazil: an exotic terrane during the assembly of Western Gondwana." In: *Neoproterozoic-Cambrian tectonics, Global Change and Evolution: a focus on southwestern Gondwana. Developments in Precambrian Geology*, 16., edição: C. Gaucher, A. N. Sial, G. P. Halverson e H. E. Frimmel, 273-291. Elsevier, 2009.

- Bitencourt, M. F., e L. V. S. Nardi. "Tectonic Setting and Sources of Magmatism Related to the Southern Brazilian Shear Belt." *Revista Brasileira de Geociências*, 2000: 186-189.
- Bitencourt, M. F., et al. "Estratigrafia do Batólito Florianópolis, Cinturão DOm Feliciano, na Região Garopaba-Paulo Lopes, SC." *Revista Pesquisas em Geociências*, 2008: 109-136.
- Boynton, W. V. "Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies." In: *Rare-Earth Element Geochemistry*, por P. Henderson, XV-XVII. Elsevier, 1984.
- Campos Neto, M. C. "Orogenic Systems from Southwestern Gondwana, an approach to Brasiliano-Pan-African cycle and orogenic collage in southeastern Brazil." In: *Tectonic Evolution of South America*, por U. G. Cordani, E. J. Milani, A. Thomaz Filho e D. A. Campos, 335-365. Rio de Janeiro: 31 International Geological Congress, 2000.
- Campos, R. S., e R. P. Philipp. "Petrografia geoquímica das rochas metavulcânicas máficas e ultramáficas do Complexo Metamórfico Brusque, região da Serra da Miséria, Itapema, SC." *Revista Brasileira de Geociências*, 2007: 705-726.
- Chemale Jr., F., G. Mallmann, M. F. Bitencourt, e K. Kawashita. "Time constraints on magmatism along the Major Gercino Shear Zone, southern Brazil: Implications for West Gondwana reconstruction." *Gondwana Research*, 2012: 184-199.
- Chemale Jr., F., L. A. Hartmann, e L. C. Silva. "Stratigraphy and tectonism of the Brasiliano cycle in southern Brazil." *Communication of Geological Survey Namibia 10*, 1995: 151-166.
- Citroni, S. B. *Ambientes Depositionais e significado geotectônico da sedimentação do Grupo Itajaí-SC*. Dissertação de Mestrado: São Paulo, 1993.
- Citroni, S. B., M. A. S. Basei, O. Siga Jr., e J. M. dos R. Neto. "Volcanism and Stratigraphy of the Neoproterozoic Campo Alegre Basin, SC, Brazil." *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 2001: 581-597.
- Cury, L. F. *Geologia do Terreno Paranaguá*. São Paulo: Tese de Doutorado, 2009.
- Dransfield, M. H. *Airborne gravity gradiometry*. Perth: PhD Thesis, 1994.
- Evensen, N. M., P. J. Hamilton, e R. K. O'niions. "Rare-earth abundances in chondritic meteorites." *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1978: 1199-1212.
- Faleiros, F. M. *Evolução de Terrenos Tectono-Metamórficos da Serrania do Ribeira e Planalto Alto Turvo (SP, PR)*. São Paulo: Tese de Doutorado, 2008.
- Faleiros, F. M., G. A. da C. Campanha, L. Martins, S. R. F. Vlach, e P. M. Vasconcelos. "Ediacaran high-pressure collision metamorphism and tectonics of the southern Ribeira Belt (SE Brazil): Evidence for terrane accretion and dispersion during Gondwana assembly." *Precambrian Research*, 2011: 263-291,.
- Florisbal, L. M., M. F. Bitencourt, L. V. S. Nardi, e R. V. Conceição. "Early post-collisional granitic and coeval mafic magmatism of medium-to high-K tholeiitic affinity within the Neoproterozoic Southern Brazilian Shear Belt." *Precambrian Research*, 2009: 135-148.

- Florisbal, L. M., M. F. Bitencourt, V. de A. Janasi, L. V. S. Nardi, e L. M. Heaman. "Petrogenesis of syntectonic granites emplaced at the transition from thrusting to transcurrent tectonics in post-collisional setting: Whole-rock and Sr-Nd-Pb isotope geochemistry in the Neoproterozoic Quatro Ilhas and Mariscal Granites, Southern Brazil." *Lithos*, 2012a: 53-71.
- Florisbal, L. M., V. de A. Janasi, M. F. Bitencourt, e L. M. Heaman. "Space-time relation of post collisional granitic magmatism in Santa Catarina, southern Brazil: U-Pb LA-MC-ICP-MS zircon geochronology of coeval mafic-felsic magmatism related to the Major Gercino Shear Zone." *Precambrian Research*, 2012b: 132-151.
- Florisbal, L. M., V. de A. Janasi, M. F. Bitencourt, L. V. S. Nardi, e L. M. Heaman . "Contrasted crustal sources as defined by whole-rock and Sr-Nd-Pb isotope geochemistry of neoproterozoic early post-collisional granitic magmatism within the Southern Brazilian Shear Belt, Camboriu, Brazil." *Journal of South American Earth Sciences*, 2012c: 24-43.
- Fornari, A. *Geologia e metalogênese da porção meridional do craton Luís Alves-SC*. Campinas: Tese de Doutorado, 1998.
- Goscombe, B. D., e D. R. Gray. "The Coastal Terrane of the Kaoko Belt, Namibia: Out-board arc-terrane and tectonic significance." *Precambrian Research*, 2007: 139-158.
- Guadagnin, F., et al. "Depositional age and provenance of the Itaháí Basin, Santa Catarina State, Brazil: Implications for SW Gondwana correlation." *Precambrian Research*, 2010: 156-182.
- Harara, O. M. M., M. A. S. Basei, O. Siga Jr., e M. C. Campos Neto. "Neoproterozoic Supra Subduction ZOne (SSZ) ophiolite rocks from Piên (PR), southern Brazil." *40 anos de Geocronologia no Brasil. Boletim de Resumos*, 2004: 57.
- Hartmann, L. A., et al. "Advances in SHRIMP geochronology and their impact on understanding the tectonic and metallogenetic evolution of southern Brazil." *Australian Journal of Earth Sciences*, 2000: 829-844.
- Heilbron, M, A C Pedrosa-Soares, M da C Campos Neto, L C Silva, R A J Trouw, e A Janasi. "Província Mantiqueira." In: *Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flavio Marques de Almeida*, edição: V. Mantesso-Neto, A. Bartorelli, C. D. R. Carneiro e B. B. Brito-Neves, 203-235. Basher, 2004.
- Heilbron, M., B. P. Duarte, C. M. Valeriano, A. Simonetti, N. Machado, e J. R. Nogueira. "Evolution of reworked Paleoproterozoic basement rocks within the Ribeira belt (neoproterozoic), SE-Brazil, based on U-Pb geochronology: Implications for paleogeographic reconstructions of the São Francisco-Congo paleocontinent." *Precambrian Research*, 2010: 136-148.
- Heilbron, M., et al. "Correlation of Neoproterozoic terranes between the Ribeira Belt, SE Brazil and its African counterpart: comparative tectonic evolution and open questions." In: *West-Gondwana: Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region. Geological Society, London, Special Publications*, 211-237. London: The Geological Society of London, 2008.

Howell, D. G. *Principles of terrane analysis: new applications for global tectonics. 2nd Ed.* London: Chapman & Hall, 1995.

Hueck, M., M. A. S. Basei, e N. A. Castro. "Origin and evolution of the granitic intrusions in the Brusque Group of the Dom Feliciano Belt, south Brazil: Petrostructural analysis and whole-rock/isotope geochemistry." *Journal of South American Earth Sciences*, 2016: 131-151.

Kaul, P. F. T. "Significado dos granitos anorogênicos da suíte intrusiva Serra do Mar na evolução da crosta no sul-sudeste do Brasil, no âmbito das folhas SG.22-Curitiba e SG.23-Iguape." *Congresso Brasileiro de Geologia 33. Anais 6*, 1984: 2815-2825.

Lowrie, W. *Fundamentals of Geophysics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

Nakamura, K. "Volcanoes as possible indicators of Tectonic Stress Orientation - Principle and Proposal." *Journal of Volcanology and Gethermal Research*, 1977: 1-16.

Passarelli, C. R., I. Mc Reath, M. A. S. Basei, O. Siga Jr. , e M. C. Campos Neto. "Heterogeneity in syntectonic granitoids emplaced in a major shear zone, southern Brazil." *Journal of South American Earth Sciences*, 2011: 369-378.

Passarelli, C. R., M. A. S. Basei, O. Siga Jr., I. Mc Reath, e M. C. Campos Neto. "Deformation and geochronology of syntectonic granitoids emplaced in the Major Gercino Shear Zone, southeastern South America." *Gondwana Research*, 2010: 688-703.

Pearce, J. A. "Sources and settings of granitic rocks." *Episodes*, 1996: 120-125.

Pearce, J. A., N.B. W. Harris, e A. G. Tindle. "Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks." *Journal of Petrology*, 1984: 956-983.

Philipp, R. P., et al. "Caracterização Litológica e Evolução Metamórfica da Porção Leste do Complexo Metamórfico Brusque, Santa Catarina." *Revista Brasileira de Geociências*, 2004: 21-34.

Rostirolla, S. P., A. Ahrendt , P. C. Soares, e L. Carmingnani. "Basin analysis and mineral endowment of the Proterozoic Itajaí Basin, south-east Brazil." *Basin Research*, 1999: 127-142.

Rostirolla, S. P., F. Mancini, A. Rigoti, e R. P. Kraft. "Structural Styles of the Permian Reactivation of the Peimbo Fault Zone, Paraná Basin, Brazil." *Journal of South American Earth Sciences*, 2003: 287-300.

Sandwell, D. T., E. Garcia, K. Soofi, P. Wessel, e W. H. F. Smith. "Towards 1 mGal Global Marine Gravity from CryoSat-2, Envisat, and Jason-1." *The Leading Edge*, 2013.

Shand, S. J. *The Study of Rocks*. London: Thomas Murby & Co., 1951.

Siga Jr., O. *Domínios Tectônicos do Sudeste do Paraná e Nordeste de Santa Catarina: Geocronologia e Evolução Crustal*. São Paulo: Tese de Doutorado, 1995.



Siga Jr., O., M. A. S. Basei, K. Sato, U. G. Cordani, e S. B. Citroni. "U-Pb and Sm-Nd isotropic studies of Campo Alegre and Guaratubinha volcano-sedimentary basins, Southern Region." *International Geological Congress 31*, 2000.

Silva, L. C. da., N. J. McNaughton, R. Armstrong, L. A. Hartmann, e I. R. Fletcher. "The neoproterozoic Mantiqueira Province and its African connections: a zircon-based U-Pb geochronologic subdivision for the Brasiliano/Pan-African systems of orogens." *Precambrian Research* 136 (2005): 203-240.

Taylor, S R., e S M. Mc Clennan. "The continental crust: its composition and evolution." *Geology Magazine*, 1985: 673-674.

Vlach, S. R. F., e G. A. R. Gualda. "Allanite and checkinite in A-type granites and syenites of the Graciosa Province, southern Brazil." *Lithos*, 2007: 98-121.

Wildner, W., E. Camozzato, J. A. Toniolo, R. B. Binotto, C.M. F. Iglesias, e J. H. Laux. "Mapa geológico do estado de Santa Catarina, Porto Alegre: CPRM, Escala 1:500.000 Programa Geologia do Bras." *Programa Geologia do Brasil, Subprograma de Cartografia Geológica Regional*, 2015.