



**MAPEAMENTO ESTRUTURAL-ESTRATIGRÁFICO DO PERMIANO SUPERIOR
DA BACIA DO PARANÁ NA REGIÃO DE URUBICI, SC**

Porto Alegre, 2016

BRUNA FISCUK FERREIRA

**MAPEAMENTO ESTRUTURAL-ESTRATIGRÁFICO DO PERMIANO SUPERIOR
DA BACIA DO PARANÁ NA REGIÃO DE URUBICI, SC**

Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Apresentado na forma de monografia, junto à disciplina Projeto Temático III, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Claiton Marlon dos Santos Scherer

Co-Orientadora: Profa. Dra. Karin Goldberg

Porto Alegre, 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Rui Vicente Oppermann

Vice-Reitor: Jane Fraga Tutikian

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Diretor: André Sampaio Mexias

Vice-Diretor: Nelson Luiz Sambaqui Gruber

Ferreira, Bruna Fiscuk

Mapeamento estrutural-estratigráfico do Permiano Superior da Bacia do Paraná na região de Urubici, SC . / Bruna Fiscuk Ferreira. - Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2016.
[64 f.] il.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso).- Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Graduação em Geologia. Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2016.

Orientador(es):Claiton Marlon dos Santos Scherer
Coorientador(es):Karin Goldberg

1. Mapeamento. 2. Litoestratigrafia. 3. Neopermiano. 4. Formação Rio do Rastro. I. Título.

CDU 551.7

Catálogo na Publicação

Biblioteca Instituto de Geociências - UFRGS

Miriam Alves

CRB 10/1947

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Campus do Vale Av. Bento Gonçalves, 9500 - Porto Alegre - RS - Brasil

CEP: 91501-970 / Caixa Postal: 15001.

Fone: +55 51 3308-6329 Fax: +55 51 3308-6337

E-mail: bibgeo@ufrgs.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso **MAPEAMENTO ESTRUTURAL-ESTRATIGRÁFICO DO PERMIANO SUPERIOR DA BACIA DO PARANÁ NA REGIÃO DE URUBICI, SC**, elaborado por BRUNA FISCOUK FERREIRA, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Comissão Examinadora:

Dra. Ana Karina Scomazzon

Dr. Anderson Maraschin

Dra. Renata Alvarenga

Para os meus pais e irmãs, por terem feito de mim o que hoje sou.

Ao Bruno, pelos cafés e tudo mais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais e irmãs, a quem devo tudo que sou hoje. Agradeço pelo incentivo e carinho. Pai: obrigada pelo financiamento, que me permitiu fazer um curso com uma grande carga horária e realizar o meu sonho. Mãe: obrigada por ser a mediadora dos conflitos e por se exibir com as minhas conquistas (isso demonstra indiretamente o orgulho que vocês sentem por mim). Denise: Pela acidez que compartilhamos. Viviane: por ser minha segunda mãe, por todo amor e dedicação, e por ser minha favorita! Aline: Pelo exemplo nos estudos, pelas brigas e implicâncias infinitas.

Agradeço a minha querida co-orientadora, Karin Goldberg! Por toda a ajuda e incentivo, por ter despertado minha paixão pela Estratigrafia na disciplina de Ambientes de Sedimentação. Por ser meu exemplo de profissional, pesquisadora e Geóloga de Campo! Pelas minuciosas correções, até mesmo internacionalmente. Pelos puxões de orelha (acho que eu merecia muitos mais...) e conselhos. Mais uma vez obrigada!

Aos meus amigos e colegas da /11. Daniel: sei que te devo muito e em vários sentidos, meu best. Taís: pela amizade linda que construímos, obrigada pelos conselhos e carinhos. Márcio: por ser um chato indispensável. Willian: pela parceria e risadas. E Beloni: por me acompanhar durante tantos anos, por tudo e apesar de tudo, obrigada! A vocês dedico um salve ao Deus Peridotito e espero muitas tardes de ceva e boas conversas, como sempre foi.

As minhas amigas (meu pelotão): Bárbara, Gaia, Helena, Larissa, Letícia e Thaysa. Pela amizade espetacular que temos. Por todos os RUs, HF's e campos. Pelo carinho que cada uma me dedica diariamente. Por serem irmãs, mães, guias de bolso, feministas e muito mais. Pela sinceridade, pelos abraços. Pelo porto seguro quando tudo parece que vai desmoronar e pelas bebedeiras loucas quando tudo vai bem. Vocês são as melhores e eternas! Obrigada!

A todas as amigadas que a Geologia me trouxe! Principalmente ao Dionatan (Dionísio), por ser meu primeiro amigo da /12, pela parceria e companheirismo. Pelas cevas, conversas sem sentido e risadas.

A Luciane, ao Roque e a Vitória, pelo acolhimento nesse último ano. Na companhia de vocês me sinto em família, obrigada!

Por fim, ao Bruno, que foi um dos últimos a entrar na minha vida, mas que se tornou a pessoa mais importante. Que me faz feliz todos os dias, do café ao boa noite. Que diariamente me mostra uma nova maneira de me ver e ver o mundo. Teu amor e carinho, tua alegria contagiante e dramas são essenciais para a minha felicidade. Obrigada pelas conversas infinitas sobre ciência e epistemologia, por querer aprender Geologia, por ser tão apaixonado por gatos quanto eu, por tudo! Falta palavras e espaço para agradecer. Você sabe que eu me importo com o que acontece com você, e eu sei que você também se importa comigo, assim eu não me sinto só... te amíssimo! Obrigada!

“— Ah, o sorriso que tenho nos lábios é um sorriso geológico
— o sorriso de quem sabe, olha, vê e compreende.
Este barranco é para mim um livro aberto,
uma página da história da terra
na qual leio mil coisas interessantíssimas.”
-Monteiro Lobato, in:
'O poço do Visconde: Geologia para crianças', 1937

RESUMO

Em cotas altas do planalto, na região de Urubici em Santa Catarina, é registrada a ocorrência de depósitos permianos da Bacia do Paraná. Estudos palinológicos preliminares realizados nesta região, constataram a presença de rochas situadas na zona *Lueckisporites virkkiae* (Permiano Superior). Entretanto, ainda havia dúvidas sobre a quais Formações desse período (Serra Alta, Teresina e Rio do Rastro) estes pertenciam. Este trabalho teve como objetivo o mapeamento de detalhe da região, com levantamentos de perfis, análise de fácies e de associação de fácies visando a interpretação dos sistemas deposicionais, e posicionamento estratigráfico, que juntamente com a análise estrutural realizada por sensoriamento remoto, oferece um panorama da história geológica dessas rochas. As rochas encontradas na região são compostas por duas associações de fácies da Formação Rio do Rastro: 1) Prodelta, pertencente ao Membro Serrinha (basal); e 2) Frente Deltaica, pertencente ao Membro Morro Pelado (superior). A ocorrência dessas rochas em altitudes características dos depósitos cretáceos representam blocos mais antigos soerguidos por falhas. Isso ocorreu devido à proximidade dessa região com o Domo de Lages que, durante a intrusão dos sills e diques alcalinos com idades neo-cretácea, causou um soerguimento na ordem de centenas a milhares de metros no pacote sedimentar da Bacia do Paraná. Entretanto, o soerguimento dos blocos ocorreu com rejeitos distintos, colocando blocos de unidades diferentes lado a lado. Por fim, a interpretação e integração dos dados possibilitaram a elaboração de um mapa geológico de maior detalhe da região.

Palavras-Chave: Urubici, Litoestratigrafia, Análise faciológica, Neopermiano, Grupo Passa Dois, Formação Rio do Rastro, Domo de Lages.

ABSTRACT

The occurrence of Permian deposits of the Paraná Basin is recorded in the highlands at Urubici region in Santa Catarina State. Preliminary palynological studies carried out in this region confirmed the presence of rocks in the *Lueckisporites virkkiae* zone (Upper Permian). However, questions about which lithostratigraphic unit they belonged to (Serra Alta, Teresina or Rio do Rastro Formations) still persisted. The aim of this work was the detailed mapping of the region, with the construction of lithologic logs, facies analysis and determination of facies associations to interpret depositional systems and stratigraphic positioning, which, together with the structural analysis through remote sensing, offered a panorama of the geological history of these rocks. The rocks found in the region comprise two facies associations of the Rio do Rastro Formation: 1) Prodelta, belonging to the Serrinha Member (basal); 2) Delta Front, belonging to the Morro Pelado Member (superior). The occurrence of these rocks at altitudes characteristic of the Cretaceous deposits represents older blocks uplifted by faults. This was due to the proximity to the Lages Dome, which, during the intrusion of neo-Cretaceous sills and alkaline dykes, caused an uplift in the order of hundreds to thousands of meters in the sedimentary package of the Paraná Basin. However, the amount of displacement was distinct in different blocks, placing blocks of different units side by side. Lastly, interpretation and integration of the data enabled the elaboration of a more detailed geological map of the region.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área de estudo (estrela vermelha) na Bacia do Paraná. Adaptado de Santos (2006).	13
Figura 2: Mapa Geológico da região de Urubici. Os pontos vermelhos são os afloramentos levantados durante o trabalho de campo. Fonte CPRM – Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina. Escala 1:500.000.	14
Figura 3: Seção estratigráfica da Supersequência Gondwana I (Carbonífero Superior – Permiano Superior) da Bacia do Paraná. Adaptado de Santos (2006).	24
Figura 4: Possíveis afloramentos e rotas de acessos para a região mapeada.	25
Figura 5: Imagem de satélite CBRS-4 da região de Urubici, no planalto catarinense. As feições geomorfológicas que mais se destacam são a presença maior da vegetação e a presença do Rio Canoas cortando de NW a SE as rochas sedimentares da Formação Rio do Rastro.	27
Figura 6: As disposições concêntricas das rochas demonstram a presença do Domo de Lages que exumou depósitos mais antigos para cotas mais elevadas. Urubici na estrela vermelha (CPRM, 2014).	28
Figura 7: Mapa de localização dos afloramentos onde foram realizados os levantamentos dos perfis colunares (URU 1 a 5) na região de Urubici.	29
Figura 8: Perfil URU01, afloramento em pedreira nas margens do Rio Canoas.	30
Figura 9: Fotomosaico do Perfil URU04, afloramento nas margens da rodovia SC-370, com as camadas levemente basculadas o que facilitou o levantamento do perfil, iniciando na base (à direita da foto).	31
Figura 10: Perfil colunar URU01, com sucessão interpretada como depósitos finos de prodelta. Presença do dique clástico cortando as litologias heterolíticas.	34
Figura 11: Perfil colunar URU02, com sucessão interpretada como depósitos finos de prodelta.	35
Figura 12: Perfil colunar URU03, com sucessão interpretada como depósitos de frente deltaica com barras de desembocaduras e de prodelta.	36
Figura 13: Perfil colunar URU04, com sucessão interpretada como depósitos de finos prodelta superpostos por depósitos de frente deltaica com barras de desembocaduras.	37
Figura 14: Perfil colunar URU05, com sucessão interpretada como depósitos de frente deltaica com barras de desembocaduras e prodelta.	38
Figura 15: Paleocorrentes coletadas nos cinco perfis.	39
Figura 16: Fotomicrografias da fácies Cl. A) Calcita poiquilotópica numa matriz predominantemente argilosa, com veios oxidados cortando a laminação. B) Laminação	

granulométrica e composicional, com a parte mais clara composta por níveis sílticos quase totalmente substituídos por calcita, e parte mais escura composta por argilominerais oxidados. C) Aspecto geral da rocha, com laminação levemente ondulada. D) Detalhe do veio oxidado cortando a laminação ondulada.	40
Figura 17: Legenda utilizada nas seções colunares apresentadas neste trabalho.	41
Figura 18: Fácies encontradas nos afloramentos estudados. A e B: Folhelhos maciços; C: Folhelho laminado; D: Heterolito com acamadamento wavy; E: Heterolito com acamadamento linsen; F: Detalhe de ripples simétricas em heterolito.	44
Figura 19: Intensa bioturbação em fácies heterolítica no perfil URU 05.	47
Figura 20: Diques e sills clásticos areníticos cortando as litologias heterolíticas no perfil URU 01.	48
Figura 21: Padrão de granocrescência ascendente das camadas, partindo de folhelhos até fácies heterolíticas. Perfil URU 02.	49
Figura 22: Padrão progradacional nas sucessões de fácies. Perfil URU 03.	49
Figura 23: Descrição e representação das associações de fácies interpretadas a partir dos perfis colunares, mostrando como elas se apresentam na seção colunar e com qual elemento arquitetural elas estão relacionadas dentro do modelo de sistema deltaico.	50
Figura 24: Lineamentos mapeados na região de Urubici. Em laranja o contorno da área afetada pelo Domo de Lages, marcado a partir de imagens de satélites (CBERS-4 e SRTM) e o mapa geológico na escala 1:500.000 da CPRM.	54
Figura 25: Diagramas de roseta dos lineamentos encontrados. O primeiro mostra o padrão fora da zona afetada e o segundo, com um padrão radial, a zona afetada pelo Domo de Lages.	54
Figura 26: Mapa de relevo sombreado com a divisão dos blocos soerguidos com diferentes rejeitos ao longo do Rio Canoas. A Norte aflora o Membro Serrinha (basal) e a Sul, o Membro Morro Pelado (superior).	57
Figura 27: Mapa de detalhe gerado a partir dos dados coletados neste trabalho, subdividindo a Formação Rio do Rastro, mapeada na escala 1:500.000 pela CPRM, nos Membros Serrinha e Morro Pelado.	57
Figura 28: Localização dos perfis, em verde os perfis levantados durante o trabalho, em azul o perfil com deformação rúptil a ser descrito.	60
Figura 29: Estruturas deformacionais encontradas em um afloramento do Membro Serrinha. A) Visão geral do afloramento, com diques clásticos cortando perpendicularmente a estratificação. B) Dique clástico cortando e deformando as rochas encaixantes. C) Dobras e camadas de arenito boudinadas. D) Camadas de arenito boudinadas, par S-C. E) Camadas de arenito dobradas. F) Camadas deformadas, par S-C.	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resumo das principais classificações litoestratigráficas das rochas permiano-triássicas da Bacia do Paraná, para rochas da região de Santa Catarina e do Paraná. O limite entre o Permiano e o Triássico está destacado em vermelho. Adaptado de Schemiko (2013).	21
Tabela 2: Descrição das unidades do Neopermiano (topo do Grupo Guatá e Grupo Passa Dois) contendo as características faciológicas, limites das unidades e ambientes deposicionais, segundo Menezes (2000).	23
Tabela 3: Descrição e interpretação das fácies encontradas nos afloramentos estudados..	42
Tabela 4: Resumo das interpretações feitas a partir da análise faciológica dos perfis levantados, em comparação com os Membros da Formação Rio do Rastro.	56

SUMÁRIO

1. Introdução.....	12
1.1 Localização e Geologia da área de estudo	12
1.2 Problema	14
1.3 Premissas.....	15
1.4 Objetivos	15
2. Metodologia e estratégias de ação.....	16
2.1 Revisão e levantamento bibliográfico.....	16
2.2 Levantamento geomorfológico preliminar	17
2.3 Análise faciológica e estrutural.....	17
2.4 Organização e interpretação dos dados de campo.....	18
2.5 Análise Estrutural	18
3. Contexto Geológico.....	19
4. Resultados.....	25
4.1 Mapeamento Geomorfológico	25
4.2 Levantamento de Perfis Colunares	29
4.3 Análise Faciológica	32
4.3.3 Fácies.....	41
4.3.4 Associações de fácies.....	50
4.4 Análise Estrutural	53
5. Integração dos dados	55
6. Conclusões.....	58
7. Discussões e recomendações.....	59
BIBLIOGRAFIA.....	62

1. Introdução

Totalizando uma área de aproximadamente 1,5 milhões de quilômetros quadrados, a Bacia do Paraná é uma ampla bacia intracratônica que inclui porções territoriais do Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai.

O pacote sedimentar possui espessura total máxima em torno dos 7.000 metros, com rochas ígneas associadas no topo do pacote. As sucessões sedimentares representam ciclos transgressivos-regressivos ligados a oscilações do nível do mar. Entretanto o posicionamento cronoestratigráfico de algumas unidades ainda levanta uma série de questões pela falta de elementos bioestratigráficos de amarração às escalas internacionais de tempo geológico (Milani et al., 2007).

Devido à sua extensão continental, o território brasileiro ainda não foi investigado em detalhe, e grande parte do país não pode ser considerada devidamente mapeada (Bertoldo et al., 1998). Para a evolução do entendimento geológico e suas aplicações na sociedade as atividades de levantamento e aprimoramentos geológicos devem permanecer, por muito tempo, como tarefa básica necessária.

1.1 Localização e Geologia da área de estudo

No registro estratigráfico da Bacia do Paraná, Milani (1997) reconheceu seis Supersequências *sensu* Vail et al. (1977), com intervalos temporais com algumas dezenas de milhões de anos materializados na forma de pacotes rochosos, envelopados por superfícies de discordância de caráter inter-regional.

O foco do presente trabalho é o estudo de rochas pertencentes à Supersequência Gondwana I (Carbonífero-Eotriássico) (Milani, 1997), resultante da invasão e posterior saída do Oceano Panthalassa sobre o interior do Gondwana, materializando um ciclo transgressivo-regressivo completo. A Supersequência Gondwana I apresenta o maior volume sedimentar da Bacia do Paraná, com espessura máxima na ordem de 2.500 m.

No Neopermiano os depósitos sedimentares da base do Grupo Passa Dois (Formação Irati) foram formados em mares isolados ou de circulação restrita,

retornando a condições marinhas progressivamente mais rasas (Formação Serra Alta e Teresina), até a segmentação deste grande corpo d'água em corpos lacustres (Formação Rio do Rastro).

As rochas encontradas na região de Urubici, SC (Figura 1), foco deste trabalho, são pertencentes à porção superior da Supersequência Gondwana I. Trabalhos palinológicos preliminares realizados nessa região constataram a presença de rochas sedimentares situadas na zona *Lueckisporites virkkiae*, considerada como Permiano Superior (Souza e Marques-Toigo, 2005), em afloramentos localizados em cotas altas, próximas à borda do platô basáltico. Como esses afloramentos se encontram em altitudes características de depósitos cretáceos vulcânicos, eles representam blocos mais antigos, provavelmente do Neopermiano, soerguidos por falhas.

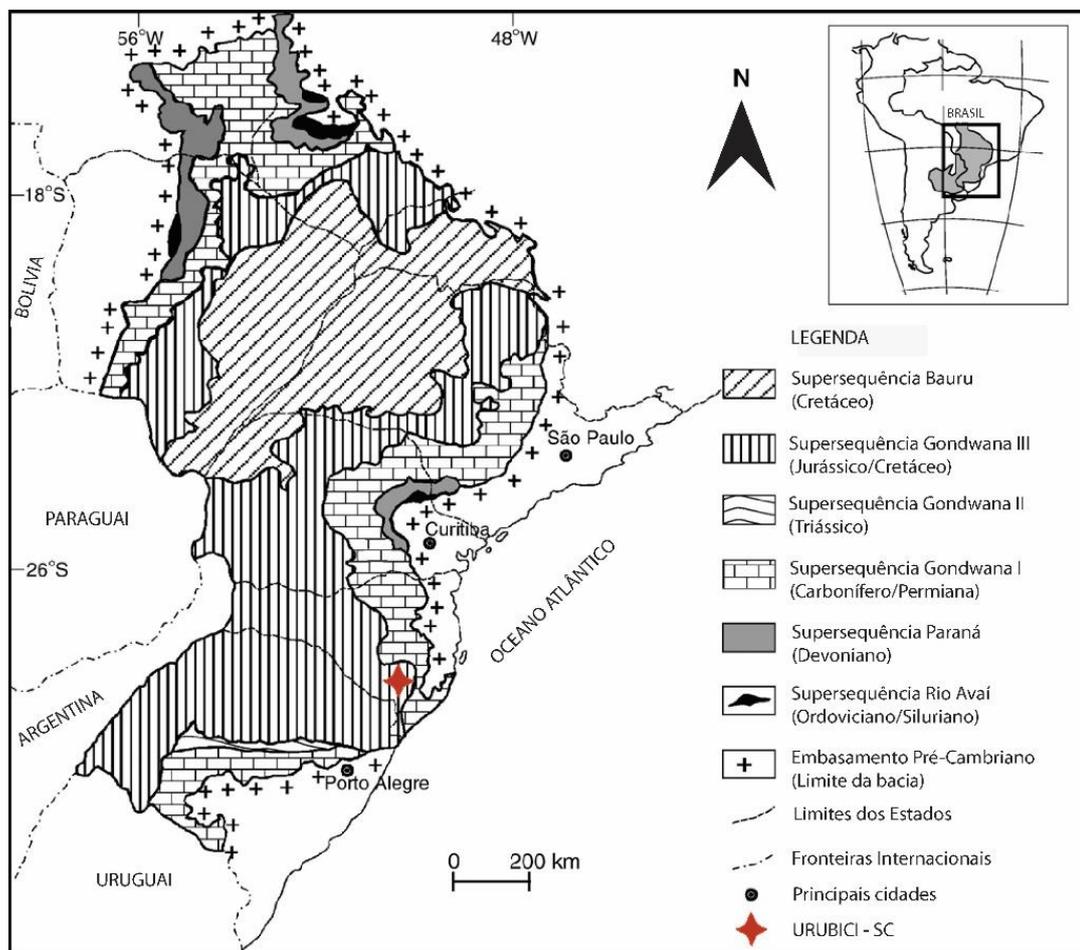


Figura 1: Localização da área de estudo (estrela vermelha) na Bacia do Paraná. Adaptado de Santos (2006).

1.2 Problema

Os mapas geológicos regionais de Santa Catarina (escala 1:500.000) na região de Urubici registram apenas a ocorrência da Formação Rio do Rastro (Figura 2). Menezes (2000) descreveu as rochas da Formação Rio do Rastro como sendo pertencentes a um ambiente continental de clima oxidante, com arenitos intercalados com argilitos e siltitos avermelhados a arroxeados. Entretanto as rochas encontradas na região são, na sua grande maioria, heterolitos de cor cinza escuro a claro, que se assemelham as descrições das Formações Serra Alta e Teresina, depositados em um ambiente marinho.

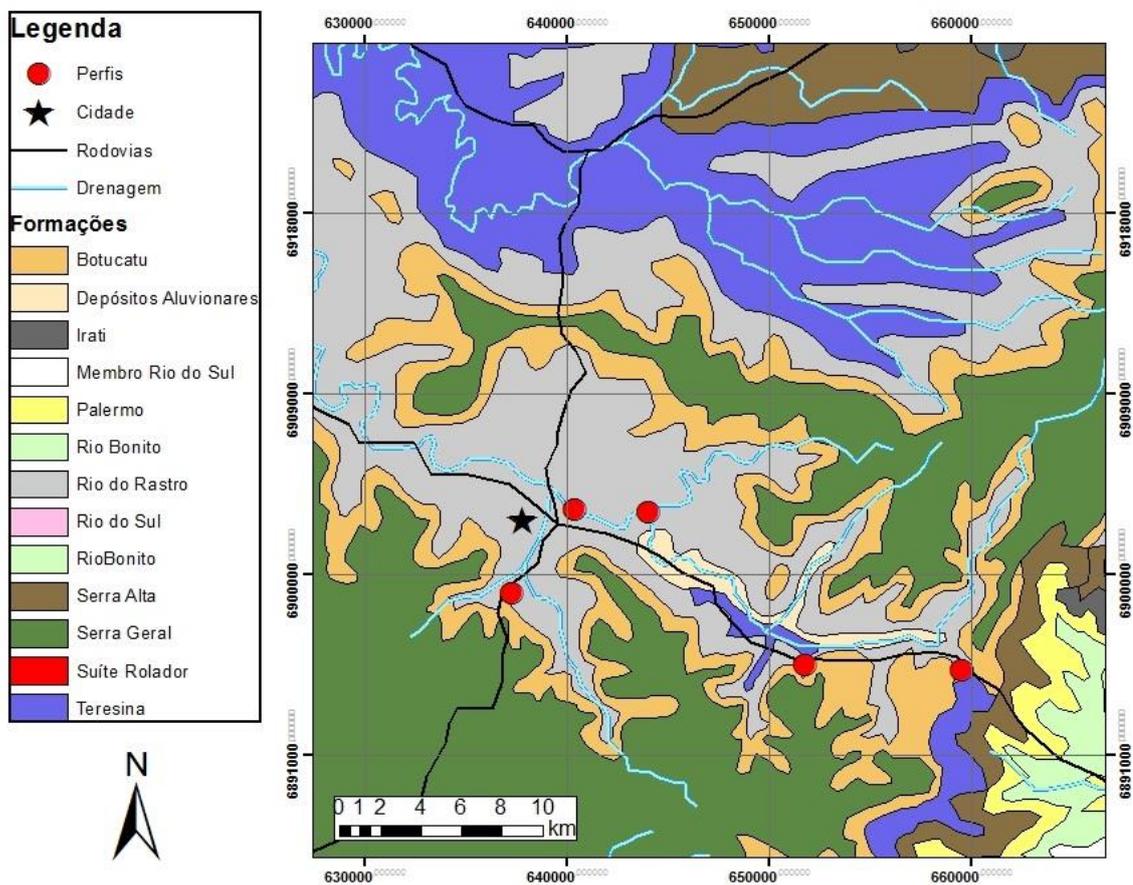


Figura 2: Mapa Geológico da região de Urubici. Os pontos vermelhos são os afloramentos levantados durante o trabalho de campo. Fonte CPRM – Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina. Escala 1:500.000.

1.3 Premissas

Trabalhos palinológicos preliminares realizados na região constataram a presença de rochas sedimentares na zona *Lueckisporites virkkiae*, considerada como Permiano Superior (Souza e Marques-Toigo, 2005), em afloramentos localizados em cotas altas, próximas à borda do platô basáltico.

Regionalmente, as exposições do Grupo Passa Dois acompanham a estruturação do Arco da Ponta Grossa, compondo escarpas íngremes e contínuas sustentados por derrames básicos da Formação Serra Geral (Juro-Cretáceo) (Warren et al., 2008). Porém a região de Urubici poderia ter sido afetada por uma estrutura dômica do tipo braqui-anticlinal que, segundo Scheibe (1986), foi originada pelo alojamento de rochas alcalinas sub-vulcânicas próximo à cidade de Lages, que fica cerca de 100 quilômetros a NW de Urubici.

1.4 Objetivos

O trabalho teve como objetivo geral o mapeamento estrutural-estratigráfico de detalhe das ocorrências do Permiano Superior em cotas altas associadas a falhas na região de Urubici em Santa Catarina. A execução desse trabalho teve como objetivos específicos: 1) identificação dos lineamentos, definindo sua ocorrência e distribuição; 2) a caracterização e análise dos padrões de falhas que definem os blocos; 3) o levantamento de perfis colunares de detalhe para a definição de fácies e associações de fácies presentes, para a determinação dos sistemas deposicionais; e 4) identificação da(s) unidade(s) estratigráficas que engloba(m) os depósitos estudados.

Por fim, os dados obtidos no mapeamento foram correlacionados com os trabalhos de análise palinológica realizados na região, caracterizando em detalhe as litologias aflorantes.

2. Metodologia e estratégias de ação

A pesquisa visou contribuir com o avanço do entendimento estratigráfico e tectônico sobre a Bacia do Paraná, bem como o mapeamento de detalhe da região de Urubici. O trabalho foi realizado em três etapas, para atingir os objetivos propostos: Pré-campo, Campo e Pós-campo.

A etapa de Pré-campo englobou: 1) Revisão e levantamento bibliográfico; e 2) Mapeamento geomorfológico preliminar. Essa etapa foi importante para fornecer um arcabouço conceitual para o entendimento e discussão dos dados obtidos.

A etapa de campo consistiu na: 1) análise faciológica e estrutural, com levantamento de perfis colunares; A obtenção dos dados de campo foi essencial para a realização do mapeamento de detalhe, que foi o objetivo geral do trabalho.

O pós-campo foi dividido em: 1) Organização e interpretação dos dados de campo; e 2) Análise Estrutural. A integração da análise faciológica e estrutural permitiu compreender a gênese dos depósitos sedimentares encontrados e identificar as estruturas responsáveis pelos afloramentos dos blocos permianos na região.

2.1 Revisão e levantamento bibliográfico

Esta etapa do trabalho consistiu no levantamento e revisão bibliográfica de artigos publicados sobre as formações do Permiano Superior da Bacia do Paraná. Além disso, foram buscados mapas anteriores confeccionados da região estudada, em escalas menores, para gerar a base cartográfica necessária.

A Bacia do Paraná possui alguns milhares de trabalhos referentes a vários aspectos das rochas que a preenchem. Por isso, na procura por artigos publicados, selecionou-se os trabalhos de maiores relevâncias para os objetivos propostos, com enfoque nas formações do Permiano Superior.

A pesquisa foi realizada principalmente no portal de periódicos da Capes, durante todo o desenvolvimento da monografia. O banco de dados da CPRM ajudou principalmente na criação da base cartográfica, com mapas em diversas escalas e,

por vezes, interativos. A biblioteca da universidade foi usada para fornecer a bibliografia básica e indispensável no tratamento e interpretação dos dados obtidos.

2.2 Levantamento geomorfológico preliminar

Para o mapeamento geomorfológico preliminar foram utilizados dados de sensoriamento remoto com o objetivo de definir os alvos a serem mapeados. Foram utilizadas fotografias aéreas (1:60.000), imagens de satélite CBERS-4 (Sensor MUX, órbita 156, ponto 131, data 20/09/2016, Datum WGS84, projeção UTM) e modelo digital de elevação derivado do SRTM (resolução de 90 m). Foram identificados os potenciais afloramentos a serem visitados durante a etapa de campo.

Para a fotointerpretação foi utilizado um par de fotografias aéreas e um estereoscópio, visando produzir uma impressão mental de uma visão tridimensional do terreno, facilitando a delimitação de estruturas como lineamentos gerados por falhas. As imagens de satélite foram analisadas no programa computacional de Sistema de Informação Geográfica ArcMap™, juntamente com o modelo digital de elevação, possibilitando conectar os lineamentos e estruturas geomorfológicas tridimensionais.

Essa etapa consistiu na extração de informações do meio físico, através dos produtos do Sensoriamento Remoto, ajudando na obtenção de importantes elementos na interpretação do contexto tectônico, como lineamentos.

Foi utilizado nesse trabalho imagens de distribuição gratuita, disponíveis em plataformas governamentais como DGI/INPE e Brasil em Relevo/Embrapa, buscando a obtenção de dados com melhores resoluções

2.3 Análise faciológica e estrutural

A partir dos potenciais afloramentos identificados na etapa anterior, nesta etapa foram escolhidos cinco afloramentos-chave, cada um com aproximadamente 35 metros de espessura, onde se deu o levantamento de perfis colunares, na escala 1:50, com a descrição detalhada das rochas. A descrição incluiu cor, granulometria,

geometria, composição, texturas, estruturas deposicionais e deformacionais, paleocorrentes e conteúdo fossilífero, a fim de determinar as fácies sedimentares. Foi executada também a identificação de superfícies estratigráficas chave, a tomada de medidas estruturais e o registro fotográfico das fácies. Foi coletada amostra de uma das fácies para posterior análise petrográfica em laboratório.

A análise detalhada das fácies encontradas foi essencial para o mapeamento de detalhe e interpretação do sistema deposicional.

2.4 Organização e interpretação dos dados de campo

Foram confeccionados desenhos dos perfis levantados no programa Adobe Illustrator™. Posteriormente foi construída uma tabela de fácies sedimentares com sua descrição e interpretação. As fácies identificadas foram organizadas em associações de fácies para a interpretação dos sistemas deposicionais.

Por fim estas foram comparadas com as descrições litoestratigráficas da bibliografia para identificação da(s) unidade(s) do Permiano Superior da Bacia do Paraná a que pertencem as rochas estudadas.

2.5 Análise Estrutural

Em uma plataforma SIG, utilizando as imagens CBERS-4 e o modelo digital de elevação derivado do SRTM, foram efetuadas combinações de bandas e filtros para realizar um mapeamento dos lineamentos da região. Com o mapeamento realizado foram confeccionados diagramas de rosetas dos lineamentos para serem comparados com o padrão encontrado na região de Lages, onde se encontra a estrutura dômica, possível responsável pela exumação das formações mais antigas em cotas altas.

A análise dos dados obtidos em campo foi feita através da confecção de Estereogramas e a análise estrutural a partir dele. O programa utilizado foi o Stereo 32™.

3. Contexto Geológico

A Bacia do Paraná possui alguns milhares de trabalhos referentes a vários aspectos das rochas que a preenchem. Derby (1878) fez seu registro inicial, mas o relatório sobre a sistematização da bacia realizado por White (1908) que foi considerado o “marco zero” dos estudos geológicos dessa bacia. Alguns autores se destacaram com obras relevantes como sínteses de cunho regional, como por exemplo Schneider et al. (1974), Holz et. al. (2000), Menezes (2000), Milani et. al. (2007). Na região de estudo, destaca-se os trabalhos de palinoestratigrafia de Souza e Marques-Toigo (2005).

Schemiko (2013) resumiu as principais classificações litoestratigráficas das rochas permiano-triássicas da Bacia do Paraná, compilando os dados dos principais autores de trabalhos na região de Santa Catarina e Paraná (Tabela 1). Nesta tabela é possível observar como a classificação evoluiu ao longo do tempo, com nomes diferentes dados para as mesmas unidades.

A história evolutiva e geodinâmica do Gondwana, com desenvolvimento de ativos cinturões colisionais, influenciou na evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná no interior do cráton, com ciclos de criação de espaço de acomodação.

No registro estratigráfico da Bacia do Paraná, Milani (1997) reconheceu seis Supersequências *sensu* Vail et. al., (1977), com intervalos temporais com algumas dezenas de milhões de anos. Estes são materializados na forma de pacotes rochosos envelopados por superfícies de discordância de caráter inter-regional: Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Carbonífero-Eotriássico), Gondwana II (Meso-Neotriássico), Gondwana III (Neojurássico-Eocretáceo) e Bauru (Neocretáceo).

As três primeiras Supersequências, são representadas por sucessões sedimentares que definem ciclos transgressivo-regressivos ligados a oscilações do nível relativo do mar no Paleozóico, ao passo que as demais correspondem a pacotes de sedimentitos continentais com rochas ígneas associadas (Milani et. al., 2007).

O foco do presente trabalho é o estudo de rochas pertencentes à Supersequência Gondwana I (Milani, 1997), resultante da invasão e posterior saída do Oceano Panthalassa sobre o interior do Gondwana, materializando um ciclo transgressivo-

regressivo completo. O ciclo sedimentar alcança condições de máxima inundação no Artinskiano, e se encerra com sistemas deposicionais continentais à entrada do Triássico (Milani, 2007), com o progressivo fechamento da Bacia do Paraná, a incursões marinhas provenientes de oeste. Lentamente a bacia vai assumindo um caráter intracratônico, sendo aprisionada no interior árido continental do Gondwana mesozoico.

Em decorrência do interesse mineiro sobre ocorrência de leitos de carvão e urânio da Formação Rio Bonito e do potencial petrolífero, o pacote gondwânico da Bacia do Paraná recebe muito interesse nas pesquisas há mais de um século. Entretanto, o posicionamento geocronológico é dificultado pela ausência de fósseis da coluna cronoestratigráfica padrão e pela escassez de datações absolutas. Milani (2007) destaca que as idades atribuídas às unidades dessa supersequência são baseadas em dados paleontológicos advindos de diversos grupos fósseis, principalmente palinóforos. Algumas idades vêm sendo obtidas por correlação das camadas de bentonitas e de tonsteins que contém zircões provenientes de uma provável área fonte nos Andes (Santos et. al. 2006). Novas datações nos tonsteins da Formação Rio Bonito fornecem idades de $290,6 \pm 2,8$ Ma e $281,7 \pm 3,2$ Ma (Cagliari et al. 2014) Datações absolutas em tufos no intervalo do neopermiano vem sendo realizadas pela CPRM em trabalhos ainda inéditos.

A supersequência Gondwana I (Milani, 1997) apresenta o maior volume sedimentar da Bacia do Paraná, com uma espessura máxima na ordem de 2.500 m. Esta supersequência inclui os pacotes sedimentares que litoestratigraficamente são formados pelo Grupo Itararé e Formação Aquidauana, Grupo Guatá, Grupo Passa Dois e formações Pirambóia e Sanga do Cabral. No conjunto, esta grande unidade aloestratigráfica posiciona-se temporalmente entre o Moscoviano (Neocarbonífero) e o Scythiano (Eotriássico) (Milani, 2007).

O Grupo Itararé foi depositado sob influência glacial, passando por um estágio de aporte clástico intenso e formação de grandes deltas e planícies costeiras do Grupo Guatá (Formação Rio Bonito), que evoluiu para um ambiente marinho raso de plataformas dominadas por ondas e marés (Formação Palermo) no Eopermiano (Holz, 2000). No Neopermiano os depósitos sedimentares possuem características

Tabela 1: Resumo das principais classificações litoestratigráficas das rochas permiano-triássicas da Bacia do Paraná, para rochas da região de Santa Catarina e do Paraná. O limite entre o Permiano e o Triássico está destacado em vermelho. Adaptado de Schemiko (2013).

White (1906, 1908)		Oliveira (1918)		Oliveira (1927)		Gordon Jr. (1947)		Maack (1947)		Lange (1954)	
Série São Bento	Eruptivas Serra Geral	Série São Bento	Eruptivas da Serra Geral	Série São Bento	Eruptivas da Serra Geral	Série São Bento	Arenito Caiuá	Série São Bento	Arenito Caiuá	Série São Bento	Arenito Caiuá
	Gres São Bento		Arenito Botucatu		Arenito Botucatu		Formação Serra Geral		Formação Serra Geral		Formação Serra Geral
	Camadas vermelhas do Rio do Rastro		Série Rio Rastro		Grupo Rio Rastro		Formação Santa Maria		Formação Santa Maria		Arenito Botucatu
Série Passa Dois	Calcário Rocinha	Série Passa Dois	Calcário Rocinha	Série Passa Dois	Calcário Rocinha	Série Passa Dois	Formação Rio do Rastro	Série Passa Dois	Grupo Rio do Rastro	Série Passa Dois	Formação Poço Preto
	Folhelho Estrada Nova		Grupo Estrada Nova		Grupo Estrada Nova		Membro Morro Pelado		Formação Esperança		Formação Esperança-Morro Pelado
	Folhelho Preto Irati		Grupo Irati		Grupo Irati		Membro Serrinha		Camadas Esperança		Formação Serrinha
Série Passa Dois	Folhelho Estrada Nova	Série Passa Dois	Grupo Estrada Nova	Série Passa Dois	Grupo Estrada Nova	Série Passa Dois	Formação Estrada Nova	Série Passa Dois	Grupo Estrada Nova	Série Passa Dois	Camadas Teresina-Serrinha
	Folhelho Preto Irati		Grupo Irati		Grupo Irati		Membro Teresina		Camadas Serra Alta		Camadas Teresina
	Folhelho Preto Irati		Grupo Irati		Grupo Irati		Membro Serra Alta		Camadas Serra Alta		Camadas Serra Alta
Série Passa Dois	Folhelho Preto Irati	Série Passa Dois	Grupo Irati	Série Passa Dois	Grupo Irati	Série Passa Dois	Folhelho Irati	Série Passa Dois	Grupo Irati	Série Passa Dois	Camadas Serra Alta
	Folhelho Preto Irati		Grupo Irati		Grupo Irati		Folhelho Irati		Camadas Serra Alta		Camadas Serra Alta
	Folhelho Preto Irati		Grupo Irati		Grupo Irati		Folhelho Irati		Camadas Serra Alta		Camadas Serra Alta
Beulen (1955)		Sandford e Large (1960)		Mendes (1967)		Schneider et al. (1974)		Milani et al. (1994)		Milani et al. (2007)	
Série São Bento	Derrames de diabásio	Série São Bento	...	Série São Bento	...	Série São Bento	Formação Caiuá	Série São Bento	Fm. Serra Geral	Série São Bento	Formação Serra Geral
	Arenito Botucatu		Formação Botucatu		Formação Botucatu		Formação Botucatu		Formação Botucatu		
	Arenito Pirambóia		Formação Pirambóia		Formação Santa Maria		Formação Pirambóia		Formação Pirambóia/Rosário do Sul		Formação Santa Maria
Série Passa Dois	Grupo Rio do Rastro	Série Passa Dois	Formação Morro Pelado	Série Passa Dois	Formação Rio do Rastro	Série Passa Dois	Fm. Rio do Rastro	Série Passa Dois	Fm. Curumbatai	Série Passa Dois	Formação Fm. Sanga Pirambóia do Cabral
	Camadas Esperança		Formação Serrinha		Fácies Serrinha		Membro Morro Pelado		Membro Morro Pelado		
	Camadas Serrinha		Formação Serrinha		Fácies Teresina		Membro Serrinha		Membro Serrinha		
Série Passa Dois	Camadas Teresina	Série Passa Dois	Formação Teresina	Série Passa Dois	Formação Teresina	Série Passa Dois	Formação Teresina	Série Passa Dois	Fm. Teresina	Série Passa Dois	Formação Rio do Rastro
	Camadas Serra Alta		Formação Serra Alta		Fácies Serra Alta		Formação Serra Alta		Fm. Serra Alta		Formação Teresina
	Camadas Irati		Formação Irati		Formação Irati		Formação Serra Alta		Fm. Serra Alta		Formação Serra Alta
Série Passa Dois	Camadas Irati	Série Passa Dois	Formação Irati	Série Passa Dois	Formação Irati	Série Passa Dois	Fm. Irati	Série Passa Dois	Fm. Irati	Série Passa Dois	Formação Serra Alta
	Camadas Irati		Formação Irati		Formação Irati		Membro Assistência		Membro Assistência		
	Camadas Irati		Formação Irati		Formação Irati		Membro Taquaral		Membro Taquaral		

de mares isolados ou de circulação restrita da base do Grupo Passa Dois (Formação Irati), retornando as condições marinhas progressivamente mais rasas (Formação Serra Alta e Teresina), até a segmentação deste grande corpo d'água em corpos lacustres (Formação Rio do Rastro).

As rochas encontradas na região de Urubici, SC, foco deste trabalho, são pertencentes à porção superior da Supersequência Gondwana I. Trabalhos palinológicos preliminares realizados nessa região constataram a presença de rochas sedimentares situadas na zona *Lueckisporites virkkiae*, considerada como Permiano Superior (Souza e Marques-Toigo, 2005).

Menezes (2000) fez uma descrição da litoestratigrafia desse intervalo, descrevendo as características gerais das fácies encontradas em cada uma das formações do topo do Grupo Guatá (Formação Palermo) e do Grupo Passa Dois (formações Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rastro) (Tabela 2).

Menezes (2000) fez uma síntese da evolução estratigráfica do intervalo neopermiano (Figura 3), afirmando que a Formação Rio Bonito foi depositada por sistemas flúvio-deltaicos em vales incisos tectonicamente controlados. Neste ambiente se desenvolviam sistemas laguna-barreira e a paleogeografia era extremamente recortada por baías e estuários.

Com a queda do nível relativo do mar após o afogamento das fácies transicionais da Formação Rio Bonito, fácies neríticas dominadas por tempestade formaram um pacote de até dezenas de metros de tempestitos intercalados com lamitos plataformais, com um intervalo rico em tempestitos amalgamados (Formação Palermo). Na base da Formação Palermo a deposição de corpos tempestíticos arenosos marcaram uma nova subida acentuada do nível do mar. Em direção ao topo, a frequência de corpos tempestíticos diminui, dando lugar ao domínio de siltitos bioturbados.

Tabela 2: Descrição das unidades do Neopermiano (topo do Grupo Guatá e Grupo Passa Dois) contendo as características faciológicas, limites das unidades e ambientes deposicionais, segundo Menezes (2000).

Formação	Características Faciológicas	Limite Superior	Ambiente Depositional
Rio do Rastro	Arenitos avermelhados, arroxeados e esbranquiçados finos a médios, intercalados com argilitos e siltitos avermelhados e arroxeados. Estratificação cruzada acanalada, laminação cruzada e paralela, com corpos arenosos apresentando-se com formas lenticulares ou sigmoidais, cujas bases são erosivas. Troncos silicificados ocorrem em alguns afloramentos.	Concordante.	Continental. Clima oxidante.
Teresina	Argilitos, folhelhos e siltitos cinza escuro a esverdeado, maior presença de lâminas de siltitos e arenitos muito finos acinzentados, Lentes de concreções calcíferas são frequentes, e camadas decimétricas de calcários maciços. Estratificações paralela, ondulada e microcruzada.	Interdigitação com a Formação Rio do Rastro. Discordância.	Marinho passando para mais raso e agitado, dominado por marés
Serra Alta	Argilitos, folhelhos e siltitos, de coloração cinza escuro ou esverdeado a preto, com laminação paralela. Intercalações de lentes e concreções carbonáticas e, próximo à sua base, ocorrem camadas decimétricas de arenitos finos.	Gradacional de difícil identificação.	Marinho de águas calmas.
Irati	Na base, rochas pelíticas de coloração cinza-escuro a preta, de natureza carbonosa ou pirobetuminosa com laminação paralela. Em direção ao topo mostra até três ciclos progradacionais marcados por folhelhos pretos na base e camadas carbonáticas decimétricas ou brechadas no topo. Os níveis carbonáticos possuem marcas onduladas, laminações cruzadas e brechas intraformacionais. Sobre esses carbonatos ocorrem ritmitos intercalados com areia fina e argilas escuras.	Gradacional, arbitrário (maior quantidade de concreções carbonáticas da Formação Serra Alta).	Marinho restrito. Transgressão de fácies anóxicas sobre fácies de maré e supramaré.
Palermo	Na base siltitos acinzentados a esverdeados, intercalados com arenitos finos a muito finos, com estratificação ondulada, wavy, linsen, drape e estruturas hummocky. No topo as intercalações arenosas diminuem e predominam siltitos arenosos bioturbados, com traços de locomoção de organismos sedimentíferos.	Gradacional, arbitrário (ausência de bioturbação que sugerem início de condições anóxicas)	Marinho nerítico. Soerguimentos tectônicos periféricos.

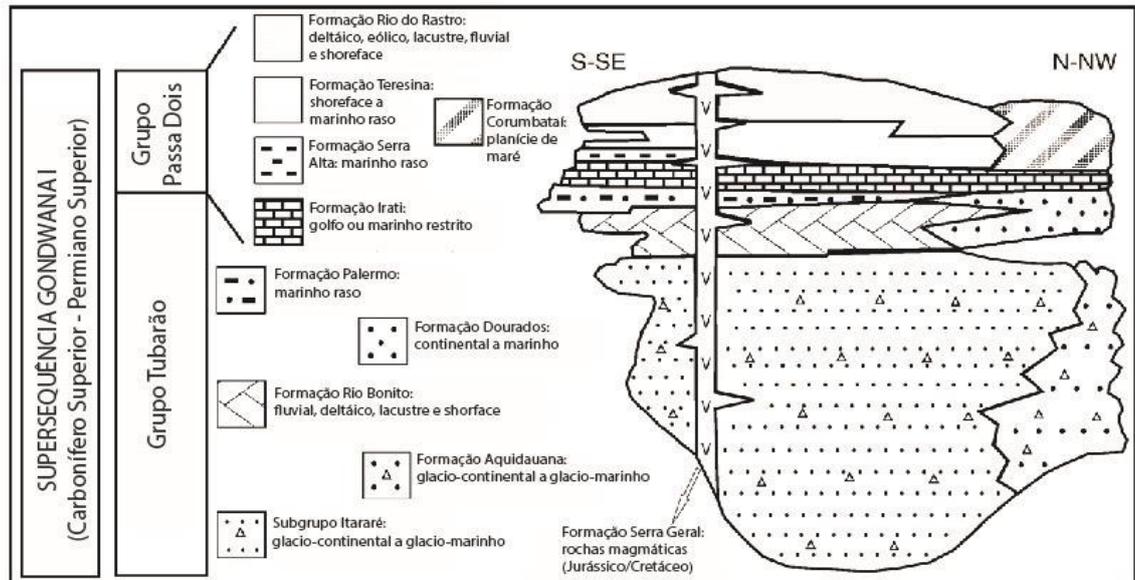


Figura 3: Seção estratigráfica da Superseqüência Gondwana I (Carbonífero Superior – Permiano Superior) da Bacia do Paraná. Adaptado de Santos (2006).

A implantação de condições anóxicas na bacia devido à restrição da circulação de águas marca a passagem da Formação Palermo para a Formação Irati. O processo foi extremamente rápido, com o término brusco de sedimentos finos bioturbados e deposição de folhelhos negros laminados. A causa da estagnação da bacia é provavelmente movimentos tectônicos periféricos (Menezes, 2000).

Rampas carbonáticas de baixa declividade progradaram sobre os sedimentos anóxicos das partes mais profundas da bacia. Sob condições tectonicamente estáveis, a Formação Serra Alta e Teresina foram depositadas em ambientes marinhos de plataformas dominadas por ondas. O soerguimento relativo do Arco Sul-riograndense implantou uma discordância erosiva sob a qual se depositaram as fácies continentais fluvio-lacustres da Formação Rio do Rastro, que marca a continentalização da Bacia do Paraná no final do Permiano.

4. Resultados

4.1 Mapeamento Geomorfológico

O mapeamento foi realizado durante todo o trabalho, se iniciando na etapa de pré-campo, com a localização dos possíveis afloramentos e das vias de acessos para os mesmos (Figura 4). Nesta etapa foi utilizado como base o programa *Google Earth™* que disponibiliza, além da imagem de satélite, pontos de referências ao longo das estradas e a ferramenta *Street View*, que nos permite visualizar algumas regiões ao nível do solo, com uma visão panorâmica de 360° na horizontal.

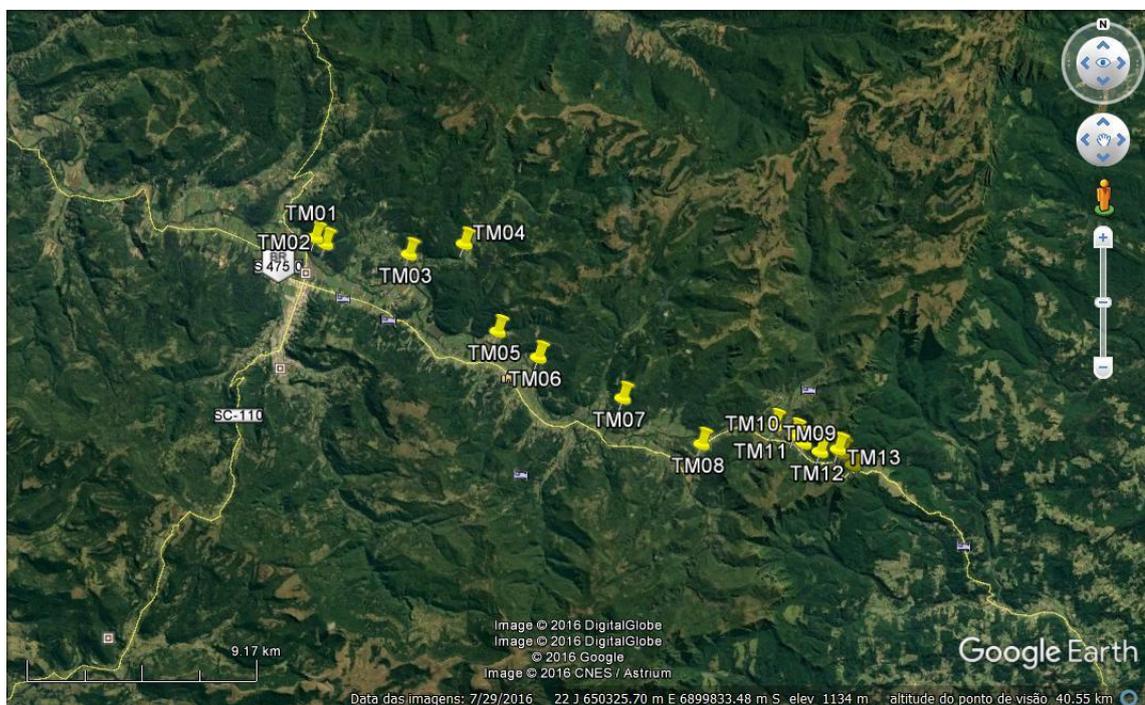


Figura 4: Possíveis afloramentos e rotas de acessos para a região mapeada.

Ao total foram mapeados quinze pontos de possíveis afloramentos, utilizando desses dados. No primeiro dia de campo fizemos uma triagem de quais afloramentos seriam mais representativos para o trabalho. No total foram levantados cinco perfis colunares em quatro dias de campo.

Após a etapa de campo e com base nas análises das fotos aéreas combinadas com o mapeamento das feições geomorfológicas encontradas na

imagem de satélite CBERS-4 e no Modelo Numérico do Terreno SRTM, realizado em ambiente SIG, iniciou-se um trabalho mais detalhado de mapeamento geomorfológico com ênfase na parte estrutural.

Seguindo o método convencional da análise fotogeológica, foram verificados os padrões de relevo, drenagem combinados com características de tonalidade e textura (Figura 5), a partir do que a verificação foi proposta uma interpretação para os dados obtidos.

O padrão de drenagem da região apresenta uma textura média e forma subparalela, o que pode representar pacotes muito fracamente basculados. A região do entorno, formadas por rochas efusivas da Formação Serra Geral, apresenta um padrão dendrítico a subdendrítico.

As macroformas de relevo encontradas na região são de cuevas, o que indica a presença de rochas em pacotes inclinados, sejam elas sedimentares ou vulcânicas. A região do planalto catarinense possui essa geomorfologia padrão, porém muito menos acentuada do que na região de Urubici.

As microformas a que esse trabalho deu ênfase foram os lineamentos, pois eles nos proporcionam uma ligação com a história estrutural da região. Os principais lineamentos encontrados foram do tipo escarpa com encostas horizontais, com média intensidade, que se refere à declividade do relevo. Os lineamentos serão discutidos com maior detalhe mais adiante nesse trabalho.

O padrão de tonalidade da região de Urubici é escuro, bastante destoante do entorno, talvez representando os argilitos e filitos que afloram ali, mas também acentuado pela vegetação, muito mais presente e densa do que no resto da região do planalto.

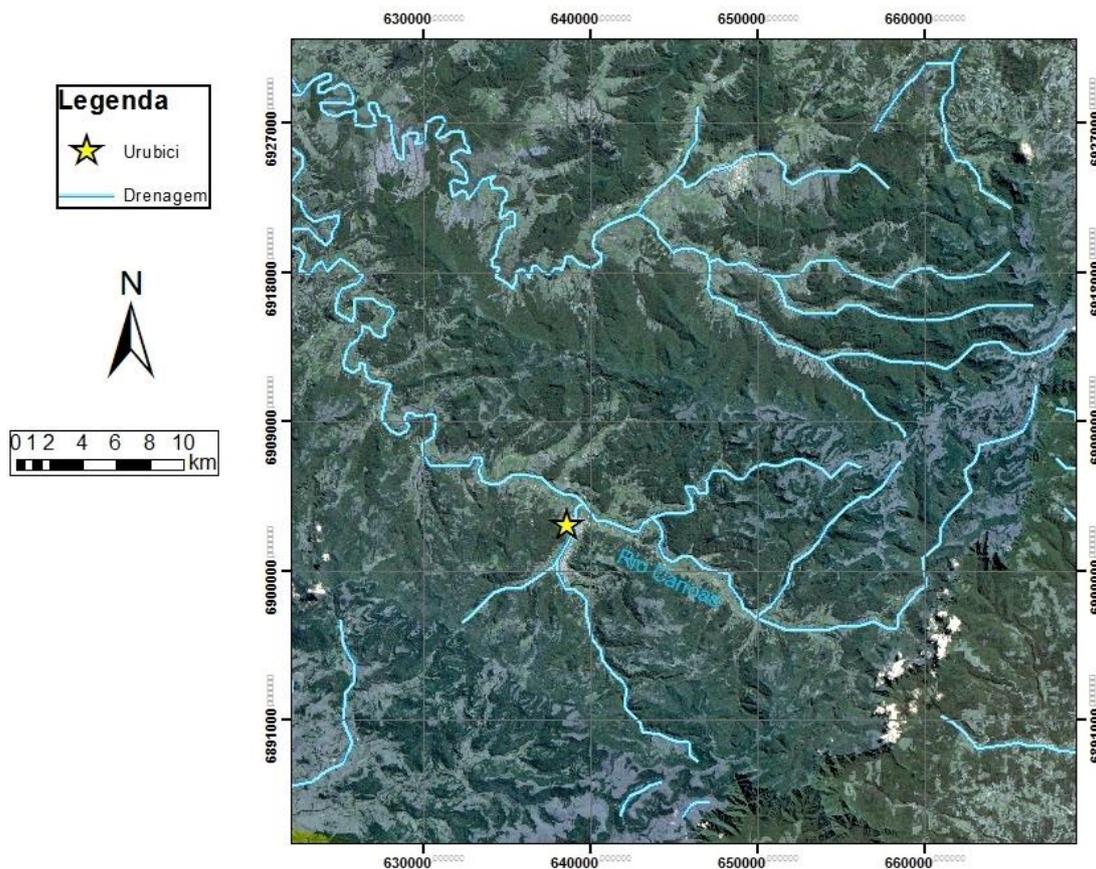


Figura 5: Imagem de satélite CBRS-4 da região de Urubici, no planalto catarinense. As feições geomorfológicas que mais se destacam são a presença maior da vegetação e a presença do Rio Canoas cortando de NW a SE as rochas sedimentares da Formação Rio do Rastro.

A região de Urubici foi afetada por uma estrutura dômica do tipo braqui-anticlinal que, segundo Scheibe (1986), foi originada pelo alojamento de rochas alcalinas sub-vulcânicas próximo a cidade de Lages, que fica cerca de 100 quilômetros a NW.

Roldan (2010) fez uma análise estrutural detalhada do Domo de Lages, utilizando o sensoriamento remoto (Figura 6). Nesse trabalho ele indicou que o magmatismo alcalino foi posterior à deposição do Membro Morro Pelado, da Formação Rio do Rastro, e anterior à deposição da Formação Botucatu. Este autor destacou também que as rochas se apresentam intensamente fraturadas e falhadas, com a presença de falhas de empurrão com simetria radial e concêntrica.

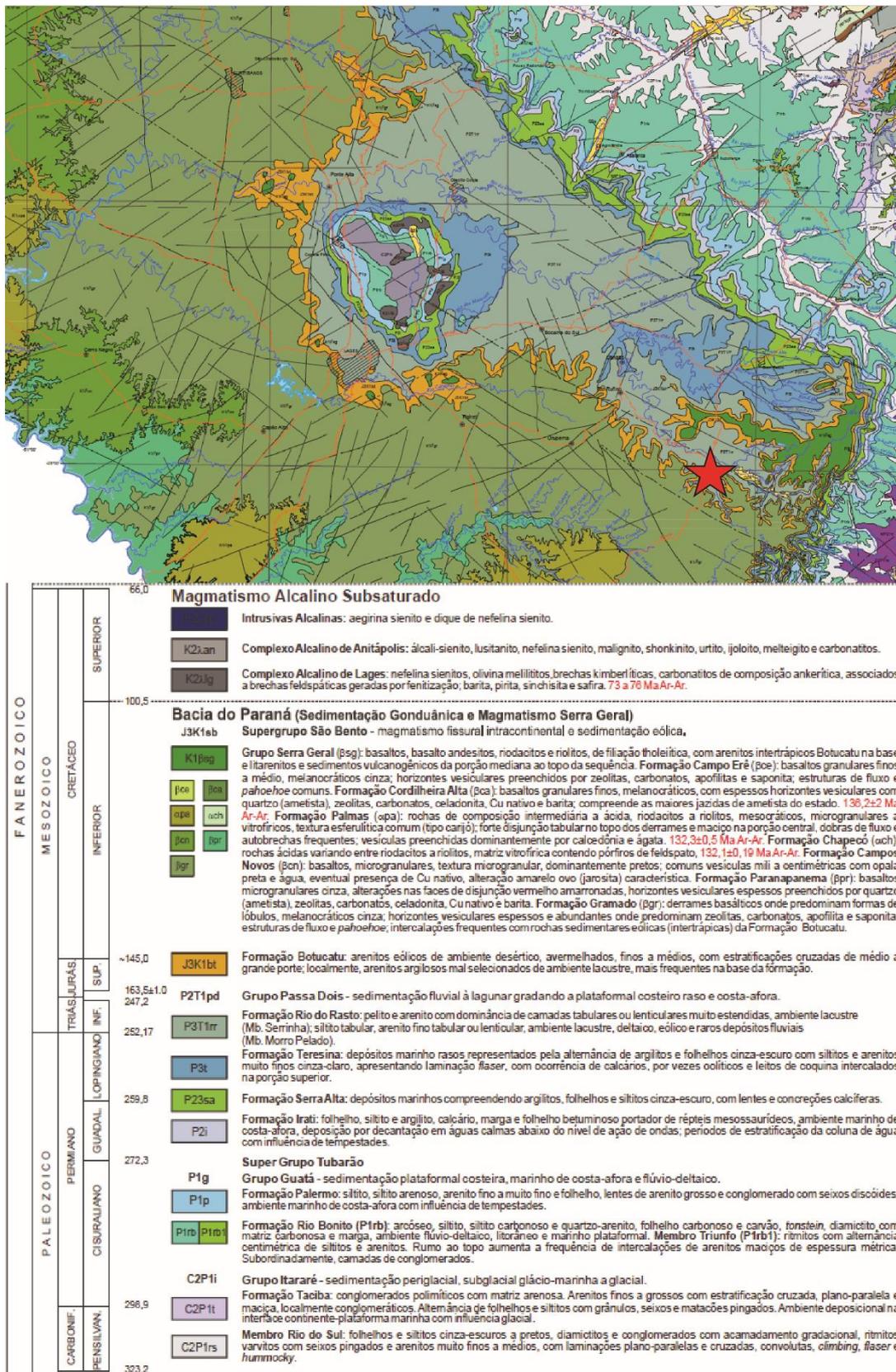


Figura 6: As disposições concêntricas das rochas demonstram a presença do Domo de Lages que exumou depósitos mais antigos para cotas mais elevadas. Urubici na estrela vermelha (CPRM, 2014).

4.2 Levantamento de Perfis Colunares

Na região estudada foram levantados cinco perfis colunares (Figura 7), cada um com, em média, 35 m de espessura (Figura 8). Os afloramentos foram escolhidos de acordo com a facilidade de levantamento da maior espessura de seção possível e localização dentro da região, de modo que representassem um mapeamento mais abrangente.

Em alguns casos, as rochas se encontravam levemente basculhadas (Figura 9), o que facilitava na obtenção dos dados até o topo do perfil. Em outros o levantamento era realizado com trena até certo ponto, e as rochas que se sucediam eram estimadas, tanto em relação à espessura das camadas como na descrição litológica.

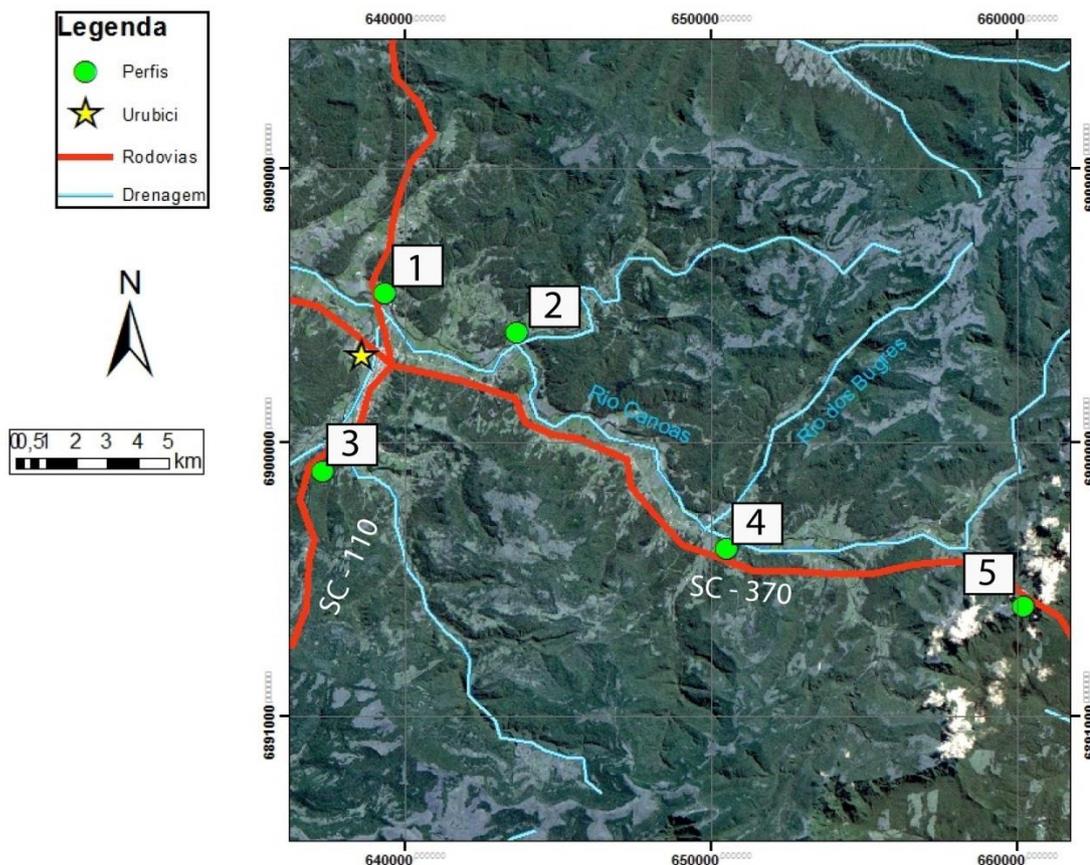


Figura 7: Mapa de localização dos afloramentos onde foram realizados os levantamentos dos perfis colunares (URU 1 a 5) na região de Urubici.



Figura 8: Perfil URU01, afloramento em pedra nas margens do Rio Canoas.

Com base no estudo desses afloramentos foi possível a caracterização faciológica e estratigráfica dos membros Serrinha e Morro Pelado da Formação Rio do Rastro, conforme será discutido a seguir.

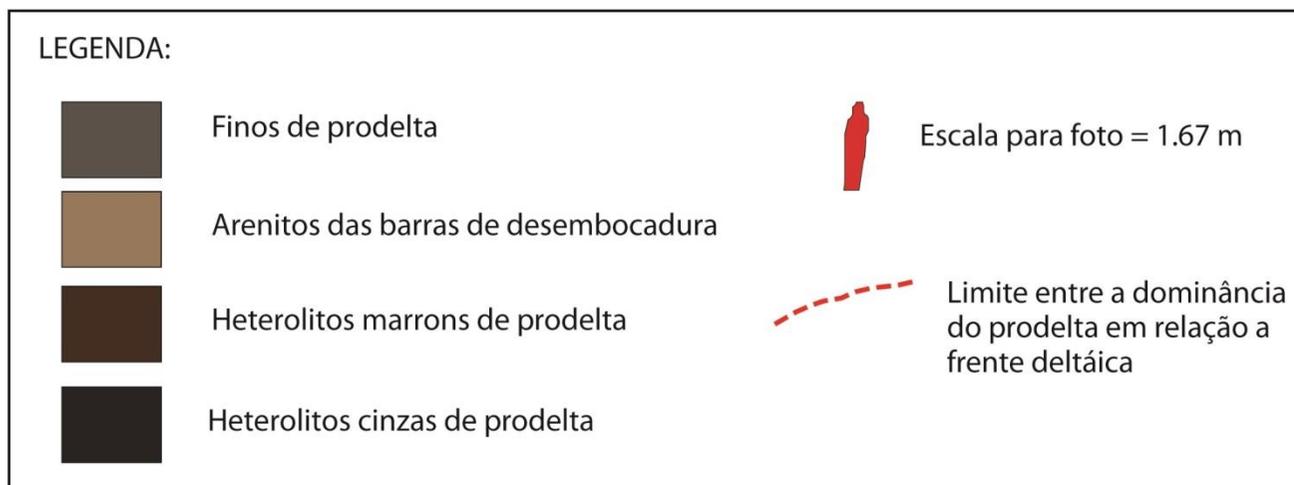
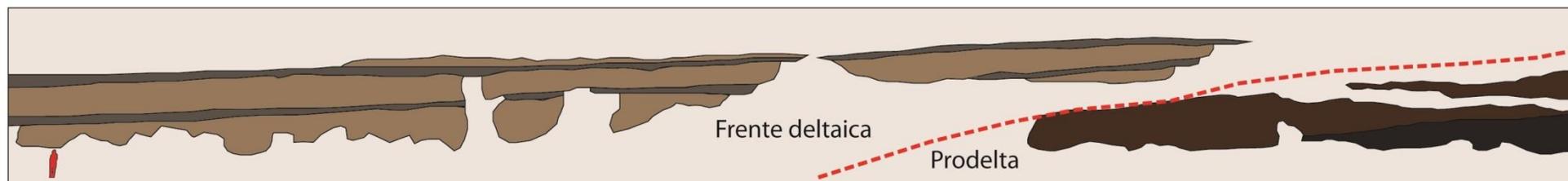


Figura 9: Fotomosaico do Perfil URU04, afloramento nas margens da rodovia SC-370, com as camadas levemente basculadas o que facilitou o levantamento do perfil, iniciando na base (à direita da foto).

4.3 Análise Faciológica

4.3.1. Descrição dos afloramentos

Os cinco afloramentos onde os perfis levantados estão descritos a seguir:

- O Perfil URU 01 (Figura 10) fica dentro da cidade de Urubici, seguindo para norte pela rodovia SC-110, passando a ponte a primeira rua à direita (Av. Natal Zili) O afloramento é numa pedreira às margens do Rio Canoas (UTM: 0639667mE/6904334mS). O material retirado dessa pedreira está sendo utilizado na pavimentação da SC-370 que dá acesso a Serra do Corvo Branco. As litologias dominantes são folhelhos e heterolitos com camadas centimétricas de arenitos muito finos. Os heterolitos são cortados por um dique clástico que se conecta com uma camada de arenito muito fino com laminação convoluta. O acamadamento possui orientação 05/091 e deste afloramento foi retirada a amostra para laminação e descrição mais detalhada do calcisiltito. Esse depósito foi interpretado como sedimentos finos de prodelta, enquanto os arenitos podem estar relacionados com maior aporte sedimentar de deltas em ocasião de maior vazão.
- O Perfil URU 02 (Figura 11) fica a NE da cidade de Urubici, seguindo pela SC-370 em direção a Serra do Corvo Branco entrando na estrada que dá acesso ao Rio dos Bugres (UTM: 0643435mE/6903543mS). O afloramento é uma pedreira abandonada nas margens desse rio, sendo muito semelhante ao perfil URU 01. Os heterolitos e camadas arenosas centimétricas também foram interpretados como depósitos finos de prodelta. O acamadamento possui orientação 05/260.
- O Perfil URU 03 (Figura 12), no acesso sul à cidade de Urubici pela rodovia SC-110, no km 379 (UTM: 0637087mE/6899735mS) é do tipo corte de estrada. Este afloramento é composto por arenitos finos a muito finos laminados e/ou com estratificação cruzada, intercalados com finos maciços. As rochas foram interpretadas

como depósitos de frente deltaica (barras de desembocaduras) e de prodelta, devido a presença de estruturas indicativas de fluxo unidirecional com regimes de fluxos variados, intercalados aos folhelhos. O acamadamento possui orientação 10/182.

- O Perfil URU 04 (Figura 13), em afloramento do tipo corte de estrada, localiza-se na rodovia SC-370 no sentido Urubici-Serra do Corvo Branco, passando o acesso ao Rio Cachimbo (UTM: 0650576mE/6897221mS). Neste afloramento heterolitos são dominantes na base, intercalando-se com arenitos maciços e com ripples em direção ao topo. Esta sucessão foi interpretada como depósitos finos de prodelta superpostos por depósitos de frente deltaica (barras de desembocadura). Este afloramento parece conectar os depósitos dos perfis URU 01 e URU 02 aos depósitos do perfil URU03. O acamadamento possui orientação 02/240.
- O Perfil URU 05 (Figura 14) foi escolhido por se encontrar ao longo do arco de Ponta Grossa, na descida da Serra do Corvo Branco em direção (UTM: 660833mE/6895092mS). Podemos notar, analisando a sucessão estratigráfica, que essas rochas afloram abaixo da Formação Botucatu, o que está correto estratigraficamente. O afloramento composto por heterolitos intercalados com arenitos com ripples está cortado por uma falha inversa de orientação 78/276, com um rejeito vertical de 90 cm entre camadas originalmente contínuas. Esse depósito foi interpretado como frente deltaica com barras de desembocaduras e de prodelta, semelhante às litologias encontradas no perfil URU 03. O acamadamento possui orientação 04/156.

As figuras 10 a 14 foram simplificadas dos perfis originais para ilustração no texto devido às espessuras decamétricas dos perfis. Os perfis detalhados e com escalas corretas encontram-se no anexo 01 (em CD) deste trabalho.

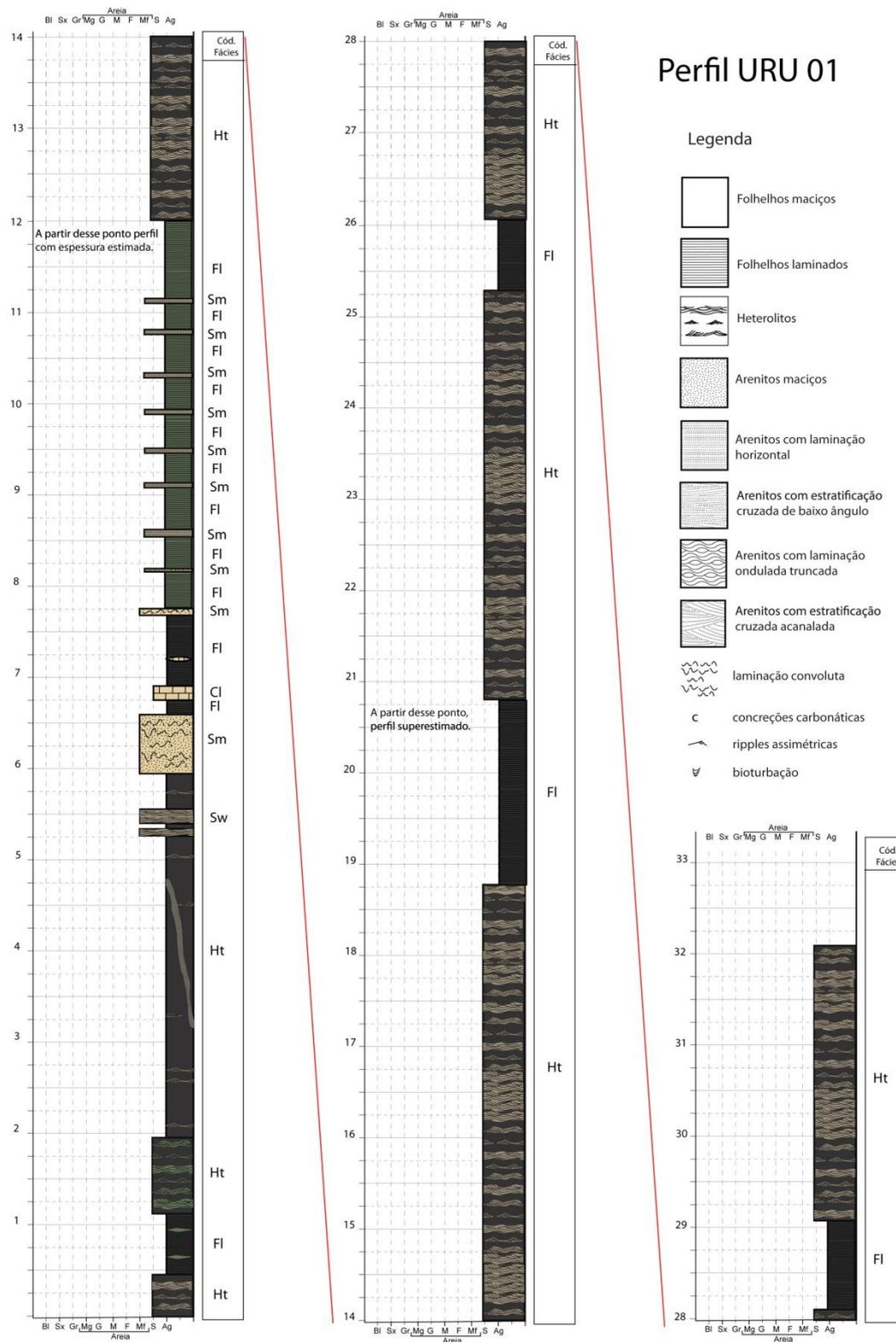


Figura 10: Perfil colunar URU01, com sucessão interpretada como depósitos finos de prodelta. Presença do dique clástico cortando as litologias heterolíticas.

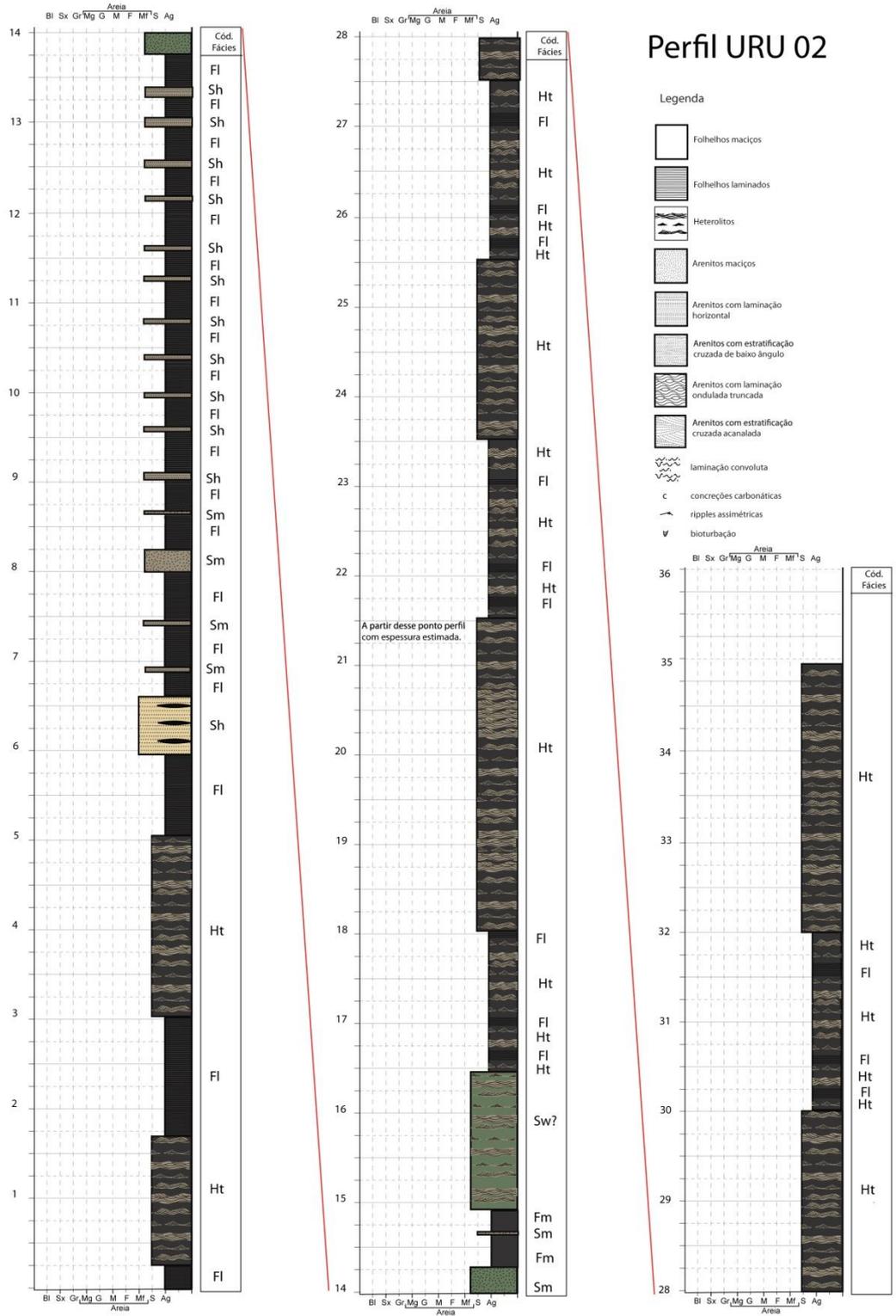


Figura 11: Perfil colunar URU02, com sucessão interpretada como depósitos finos de prodelta.

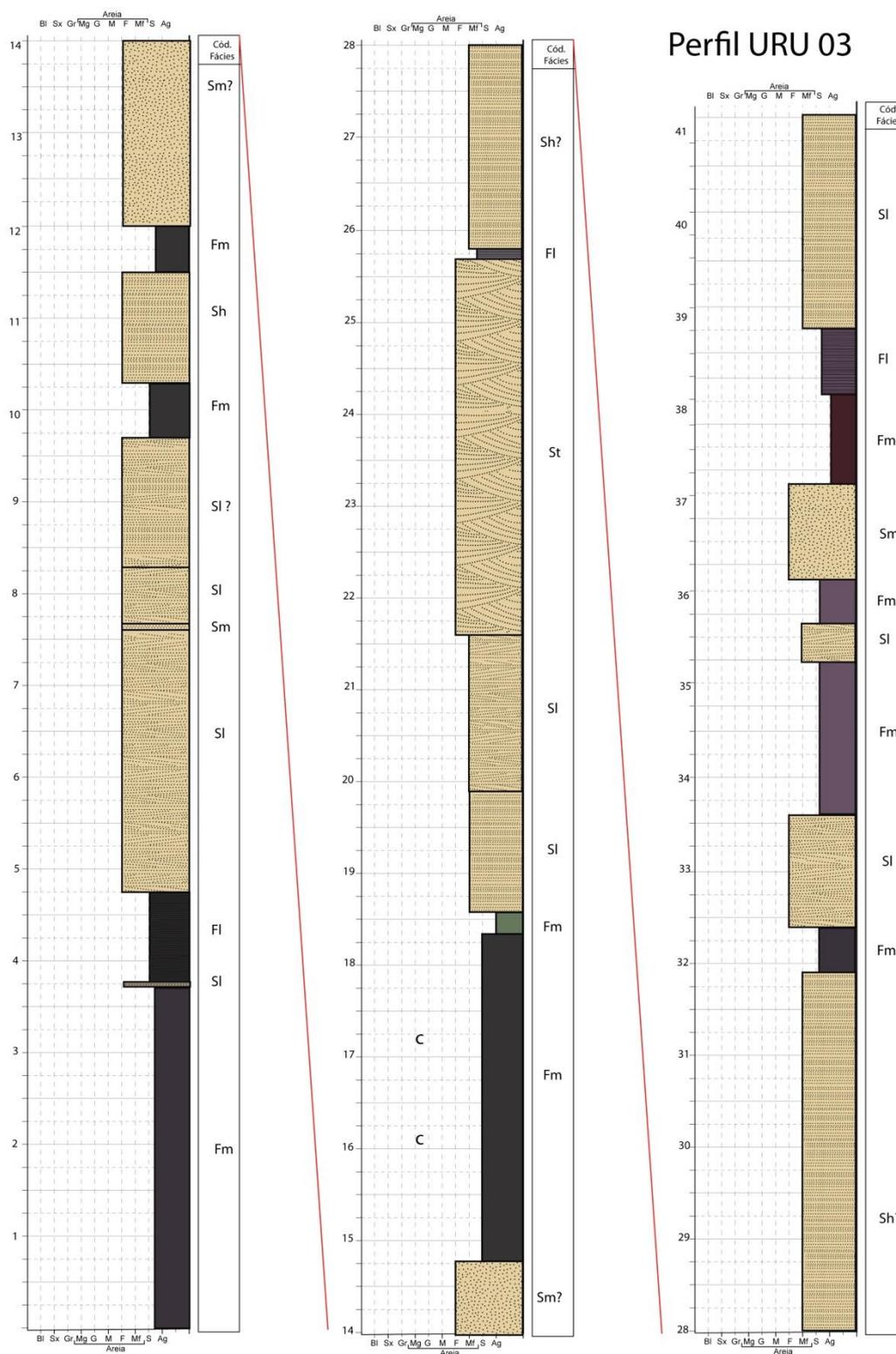


Figura 12: Perfil colunar URU03, com sucessão interpretada como depósitos de frente deltaica com barras de desembocaduras e de prodelta.

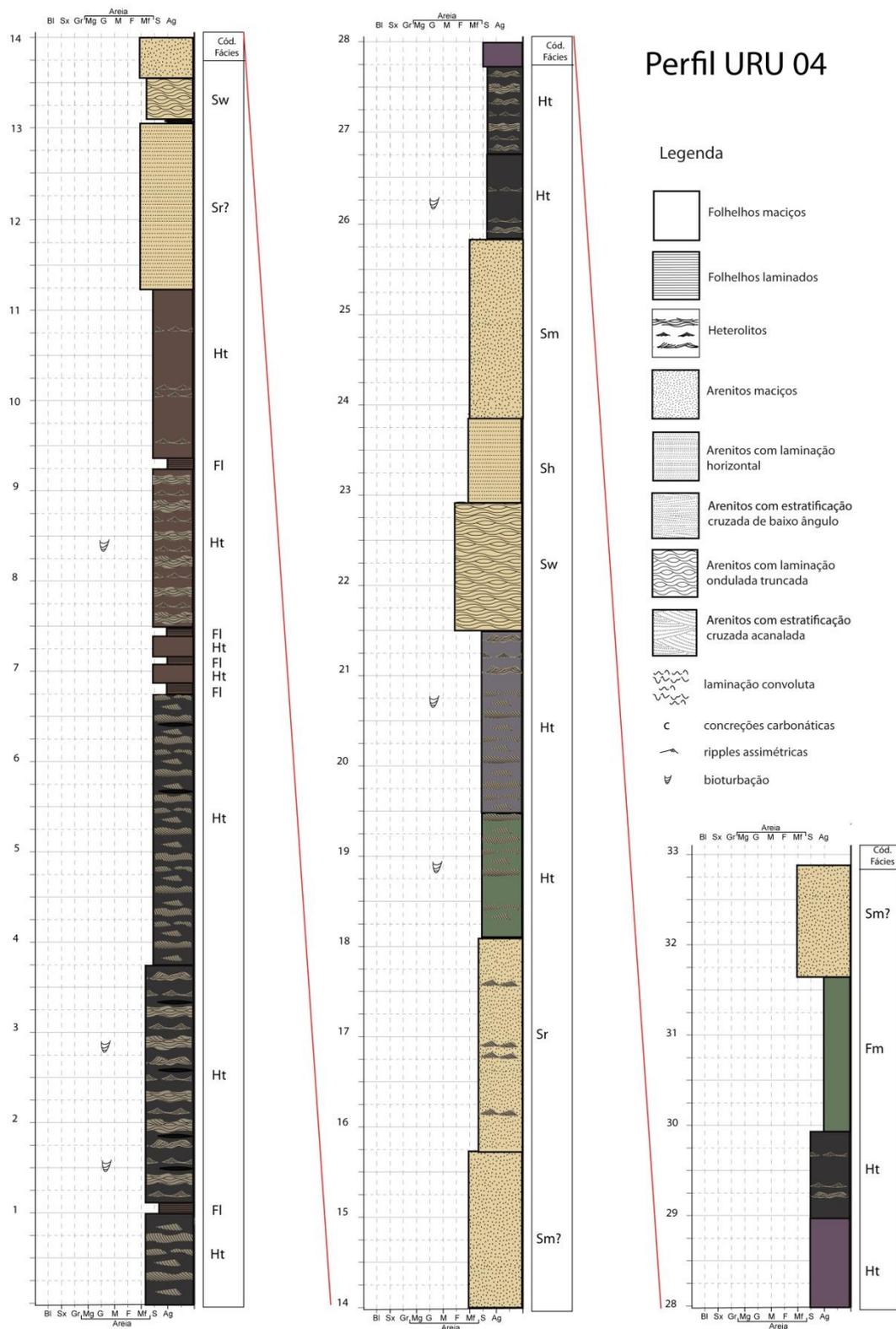


Figura 13: Perfil colunar URU04, com sucessão interpretada como depósitos de finos prodelta superpostos por depósitos de frente deltaica com barras de desembocaduras.

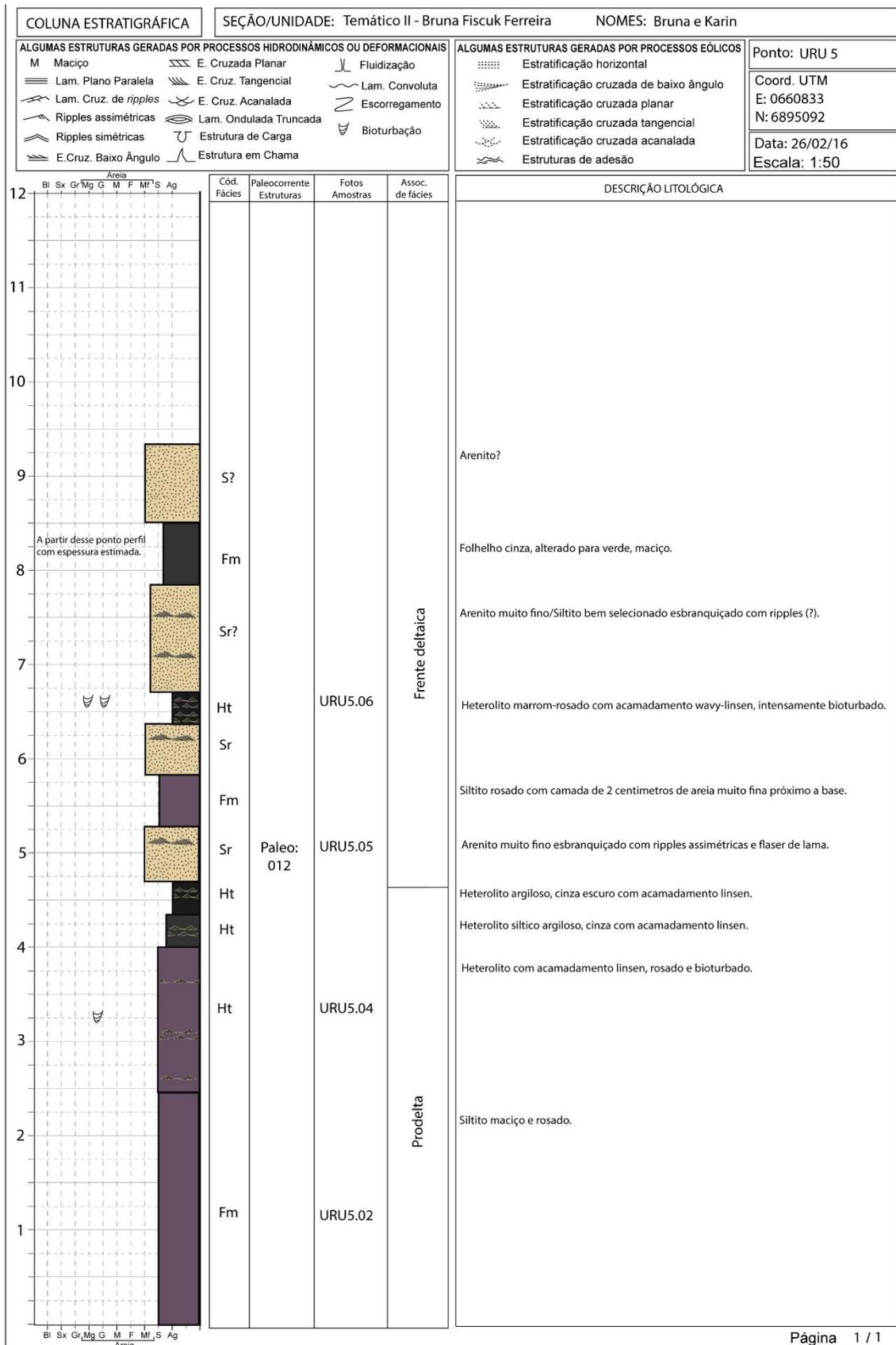


Figura 14: Perfil colunar URU05, com sucessão interpretada como depósitos de frente deltaica com barras de desembocaduras e prodelta.

As paleocorrentes medidas em estratificações cruzadas acanaladas e ripples assimétricas indicam paleofluxo preferencial para Leste (Figura 15). Essas medidas foram coletadas nos perfis URU 03, URU 04 e URU 05. Os outros dois perfis não possuíam estruturas tratativas passíveis da coleta de medidas de paleocorrentes.

As paleocorrentes para NE foram todas provenientes do perfil URU 05, e podem ser indicativas de que esse afloramento pertence a outro bloco não afetado pela intrusão do Domo de Lages, uma vez que o acamadamento mergulha para SE, ao contrário dos outros, que mergulham predominantemente para SW.

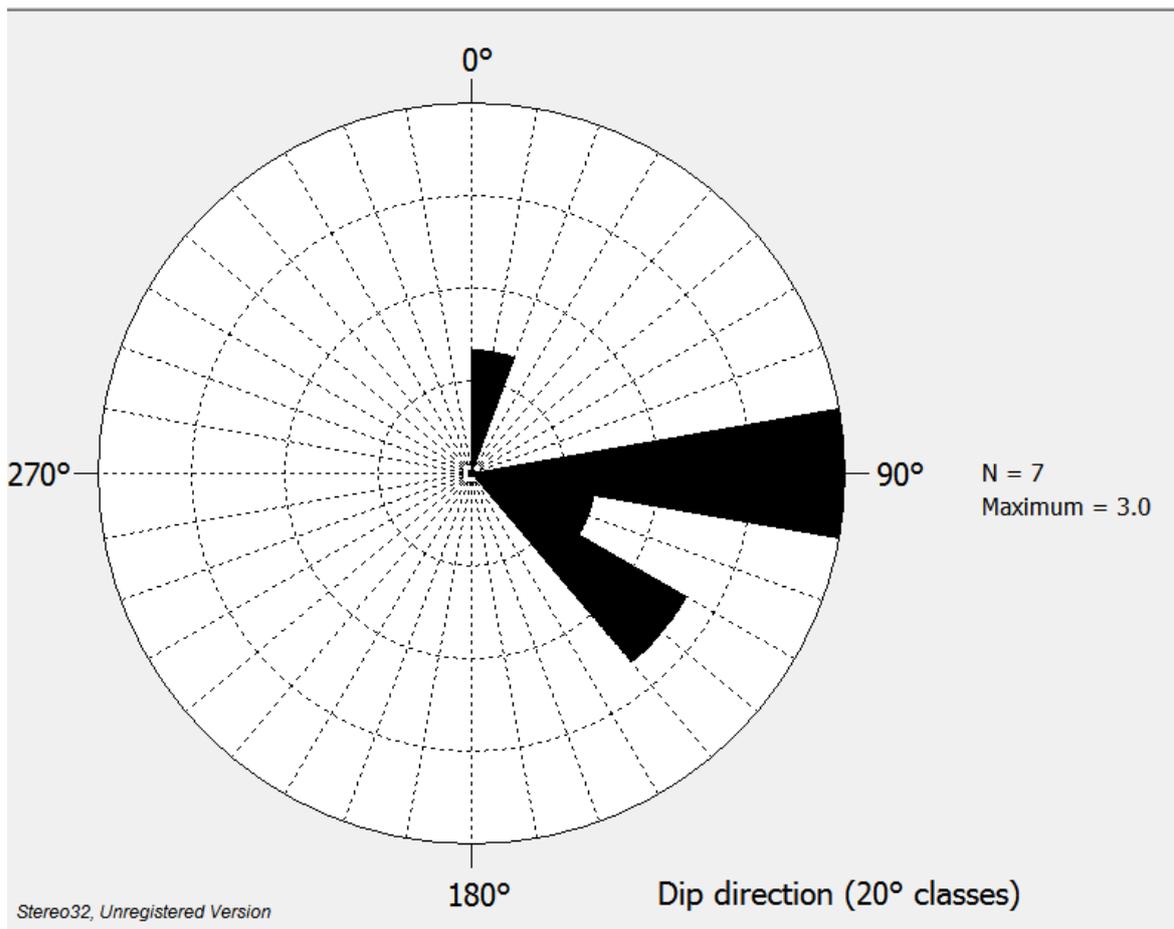


Figura 15: Paleocorrentes coletadas nos cinco perfis.

4.3.2. Análise petrográfica

A análise petrográfica não foi o foco desse trabalho, porém foi confeccionada uma lâmina da amostra URU01A (perfil URU01), composta por sedimento fino de difícil descrição macroscópica. No campo, após teste com ácido clorídrico diluído, foi identificada como uma rocha sendo assim definida como um calcisiltito na análise faciológica (Tabela 3).

A rocha é na verdade um folhelho argiloso laminado, com cimento de calcita poiquilotópica corroendo e substituindo os grãos (Figura 16). A laminação é sutil, porém evidenciada pela presença de veios oxidados cortando perpendicularmente e ao longo da laminação. Lentes sílticas milimétricas ocorrem numa matriz predominantemente argilosa, de coloração cinza esverdeada. Os carbonatos ocorrem preferencialmente em níveis com teor maior de silte. A laminação granulométrica é evidenciada pela diagênese, devido ao rearranjo das lamelas de argila e silte por compactação, e cimentação preferencial dos níveis sílticos por calcita.

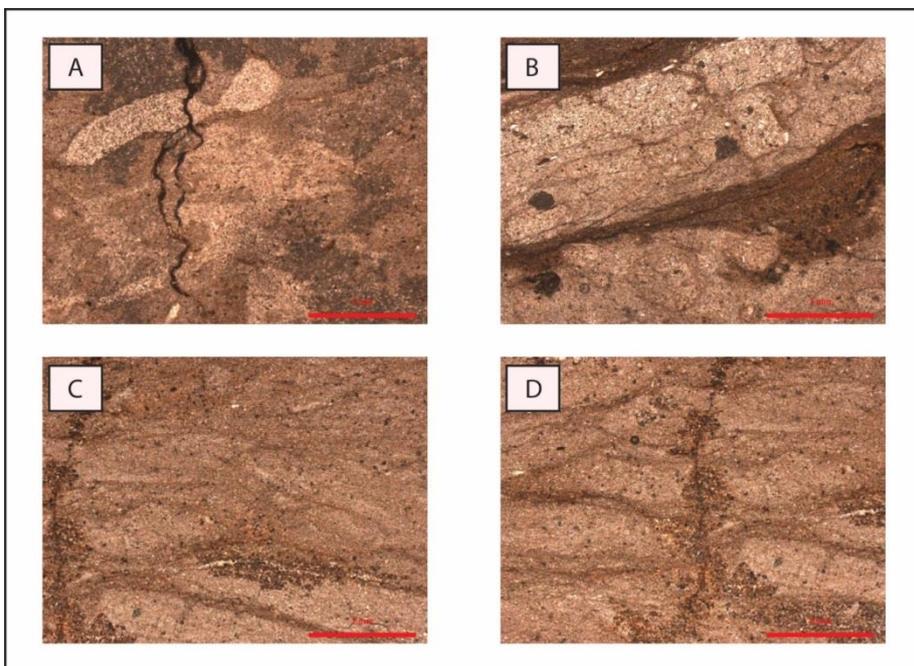


Figura 16: Fotomicrografias da fácies Cl. A) Calcita poiquilotópica numa matriz predominantemente argilosa, com veios oxidados cortando a laminação. B) Laminação granulométrica e composicional, com a parte mais clara composta por níveis sílticos quase totalmente substituídos por calcita, e parte mais escura composta por argilominerais oxidados. C) Aspecto geral da rocha, com laminação levemente ondulada. D) Detalhe do veio oxidado cortando a laminação ondulada.

4.3.3 Fácies

Foram identificados, na análise faciológica, três litotipos segundo a granulometria (argilitos, siltitos e arenitos), além da intercalação milimétrica a centimétrica dos mesmos, formando heterolitos. A representação dessas litologias e estruturas identificadas são apresentadas na Figura 17.

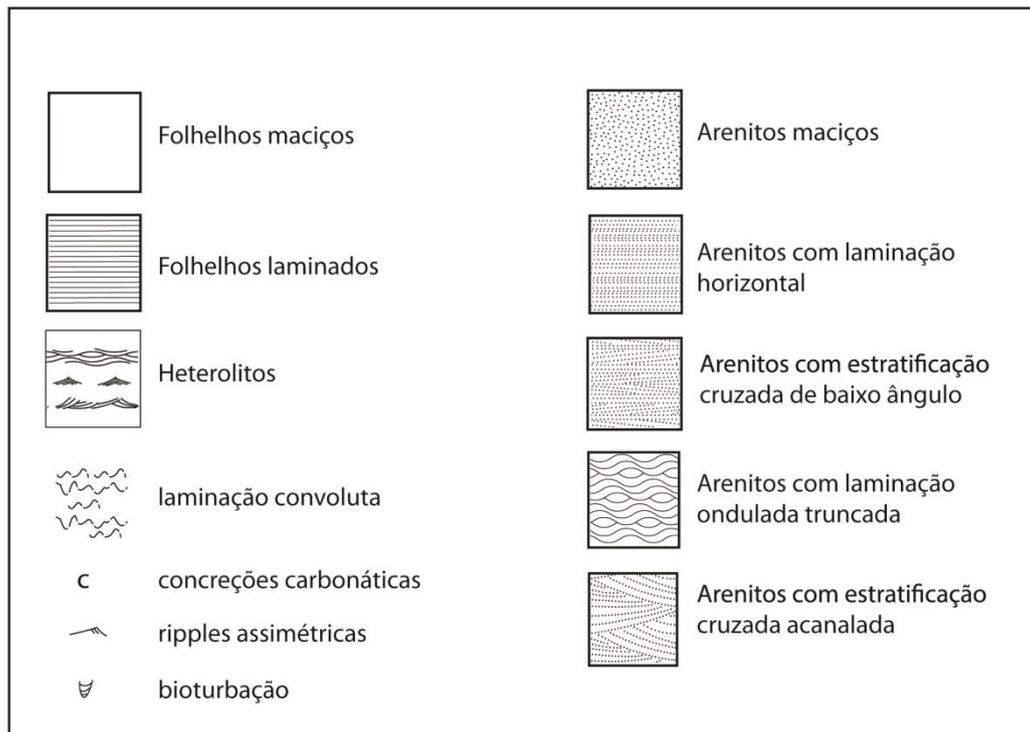


Figura 17: Legenda utilizada nas seções colunares apresentadas neste trabalho.

Os litotipos encontrados foram subdivididos em dez fácies (Tabela 3). A nomenclatura para descrição e código de litofácies foi adaptada de Miall (1996), e para a interpretação foram utilizadas diversas fontes.

Tabela 3: Descrição e interpretação das fácies encontradas nos afloramentos estudados.

Cód. Fc.	Descrição	Interpretação
Fm	Lamito/Siltito/Argilito maciço. Raramente apresenta concreções carbonáticas.	Assentamento gravitacional de partículas em suspensão. Velocidade de fluxo zero.
Fl	Folhelho/Siltito argiloso, laminado.	Assentamento gravitacional de partículas em suspensão. Velocidade de fluxo zero.
Ht	Heterolito, intercalando lâminas milimétricas de argila escura com silte em acamadamento flaser, wavy, wavy-linsen e linsen. Laminação ondulada e ripples simétricas e/ou assimétricas isoladas. Por vezes bioturbado. Raramente porções decimétricas de siltito maciço.	Variação entre decantação de partículas em suspensão (argila) e migração de formas onduladas de pequeno porte em regime de fluxo inferior unidirecional ou oscilatório (siltito). (Miall, 1978, 1996).
Sm	Arenito muito fino, maciço ou com laminação convoluta.	Deposição rápida de fluxos hiperconcentrados, intensa fluidização ou bioturbação. (Miall, 1978, 1996).
Sw	Arenito muito fino com laminação ondulada truncada.	Fluxo oscilatório. (Miall, 1978, 1996).
Sh	Arenito muito fino a fino com laminação horizontal.	Camadas planares depositadas via regime de fluxo superior (Miall, 1977; Best and Bridge, 1992).
St	Arenito fino com estratificação cruzada acanalada.	Migração de dunas subaquosas 3D (regime de fluxo inferior) (Allen, 1963; Harms et al., 1982; Todd, 1996; Collinson et al., 2006)
Sr	Arenito muito fino/Siltito com ripples assimétricas ou laminação cruzada de marcas onduladas, por vezes flaser de lama.	Migração de ripples 2D ou 3D (regime de fluxo inferior) (Allen, 1963; Miall, 1977)
Sl	Arenito fino com estratificação cruzada de baixo ângulo.	Dunas atenuadas (transição entre regime de fluxo inferior e superior) (Harms et al. 1982; Bridge and Best, 1988).
Cl	Calcisiltito e laminado, com filmes milimétricos de argila preta.	Assentamento gravitacional de partículas em suspensão. Velocidade de fluxo zero. Posteriormente intensamente cimentado e substituído por carbonatos.

As fácies Fm e Fl, na sua grande maioria, apresentavam coloração cinza escura à esverdeada, mas em alguns casos assumiam coloração roxa-avermelhada típica da Formação Rio do Rastro (Figura 18, A, B e C). Concreções carbonáticas, com núcleos argilosos, foram encontradas em um dos afloramentos na fácies Fm (Figura 18 B). Estas fácies se depositaram sob condições de velocidade de fluxo zero, por assentamento gravitacional das partículas em suspensão.

A fácies Ht possui predominantemente coloração acinzentada, em alguns casos um pouco esverdeados, e variável quantidade de areia, formando acamadamento wavy-linsen (Figura 18, D, E e F). O grau de bioturbação também varia, em alguns afloramentos ocorrendo de forma intensa. Esta fácies se depositou em locais com flutuações de energia, intercalando decantação de partículas em água parada com leve agitação de fundo por fluxos unidirecionais ou oscilatórios devido a ação de correntes e/ou ondas.

A predominância da fácies heterolítica é característica da Formação Rio do Rastro, na qual a intercalação de folhelhos e camadas centimétricas de arenitos finos é representativa de um ambiente lacustre com intercalação de regimes de fluxo e uma pequena contribuição de deltas.

A fácies Sm compreende arenitos maciços de coloração cinza claro (Figura 18 G). Estes arenitos foram depositados por fluxos hiperconcentrados, e/ou sofreram intensa fluidização ou bioturbação. As duas primeiras interpretações parecem mais aplicáveis para as rochas descritas nos perfis.

A fácies Sw é composta por arenitos de coloração cinza clara a amarelada. Em alguns casos com laminação ondulada de difícil reconhecimento (Figura 18 H). Estes arenitos se depositaram sob a ação de ondas em regime de fluxo inferior.

A fácies Sh consiste em arenitos laminados de coloração acinzentada e por vezes amarelada (Figura 18 I). Em alguns casos a laminação era incipiente ou de difícil identificação. Estes sedimentos se depositaram em camadas planas sob regime de fluxo superior, onde a velocidade do fluxo é muito alta.

A fácies St é composta de arenitos de coloração amarelada com estratificação cruzada (Figura 18 J), depositados em regime de fluxo inferior unidirecional pela migração de formas de leito 3D (dunas com crista sinuosa).

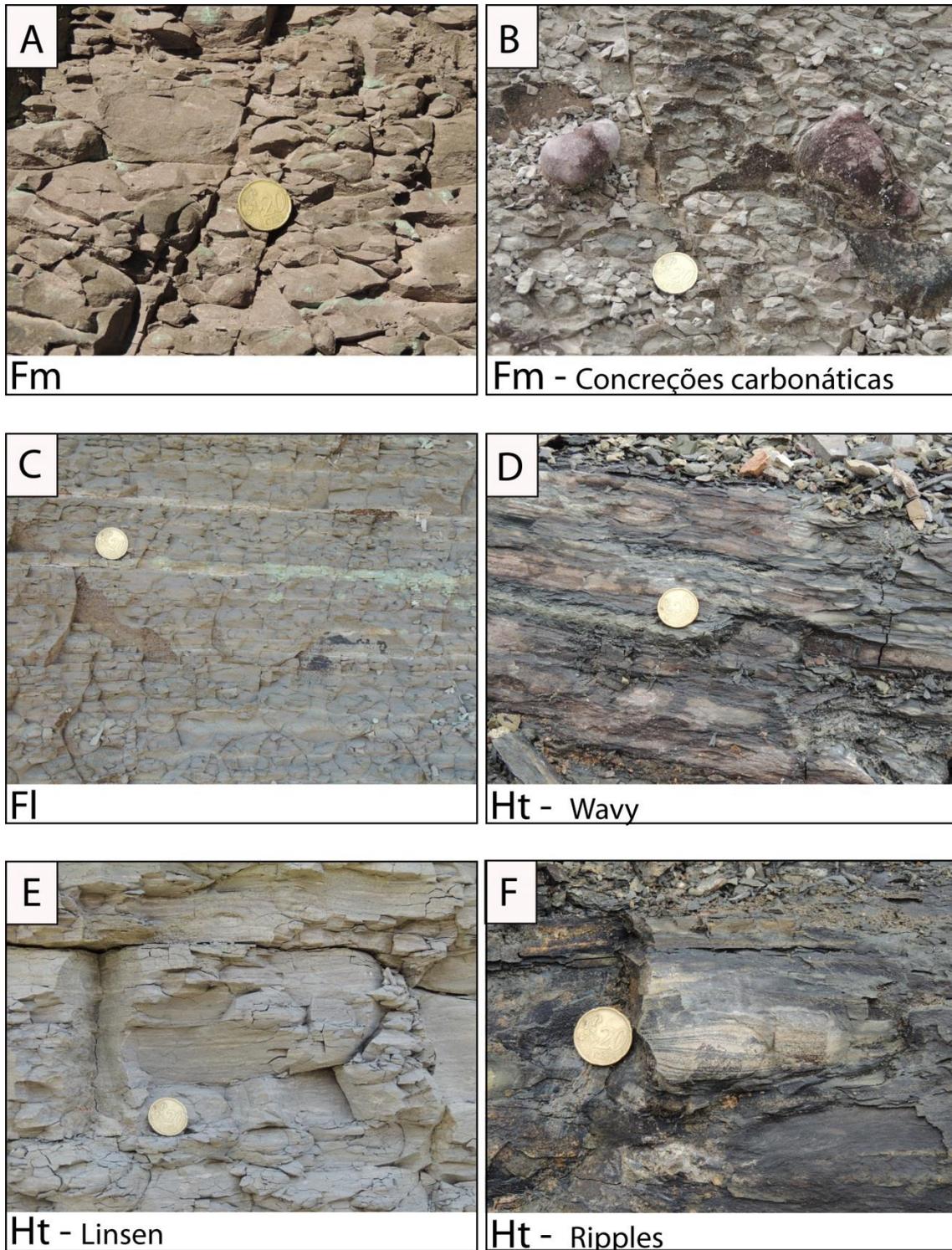


Figura 18: Fácies encontradas nos afloramentos estudados. A e B: Folhelhos maciços; C: Folhelho laminado; D: Heterolito com acamadamento wavy; E: Heterolito com acamadamento linsen; F: Detalhe de ripples simétricas em heterolito.

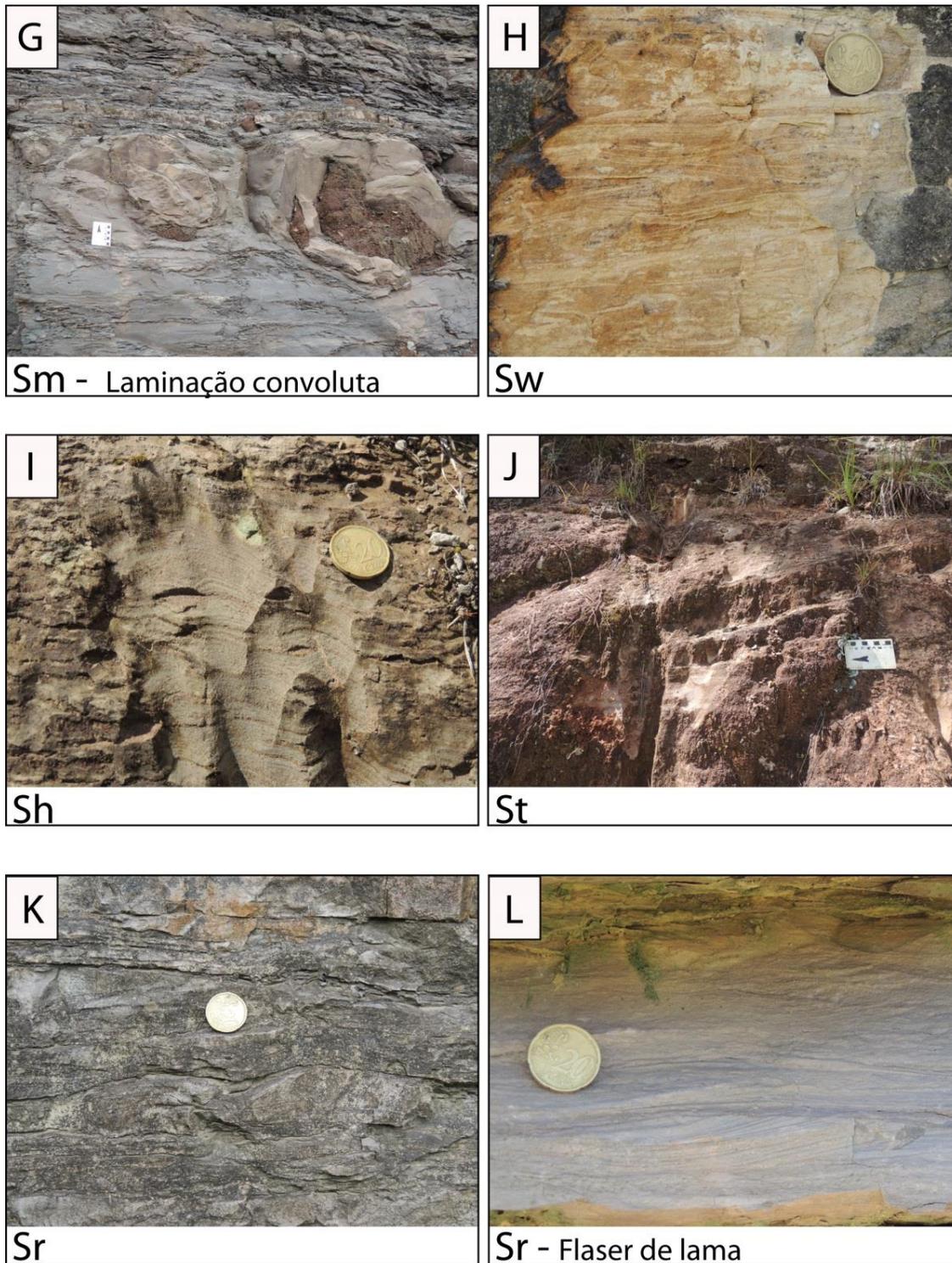


Figura 18 (cont): Fácies encontradas nos afloramentos estudados. G: Arenito com laminação convoluta; H: Arenito com laminação ondulada truncada; I: Arenito com laminação horizontal; J: Arenito com estratificação cruzada acanalada; K e L: Arenito com ripples assimétricas, laminação cruzada de marcas onduladas e flaser de lama.

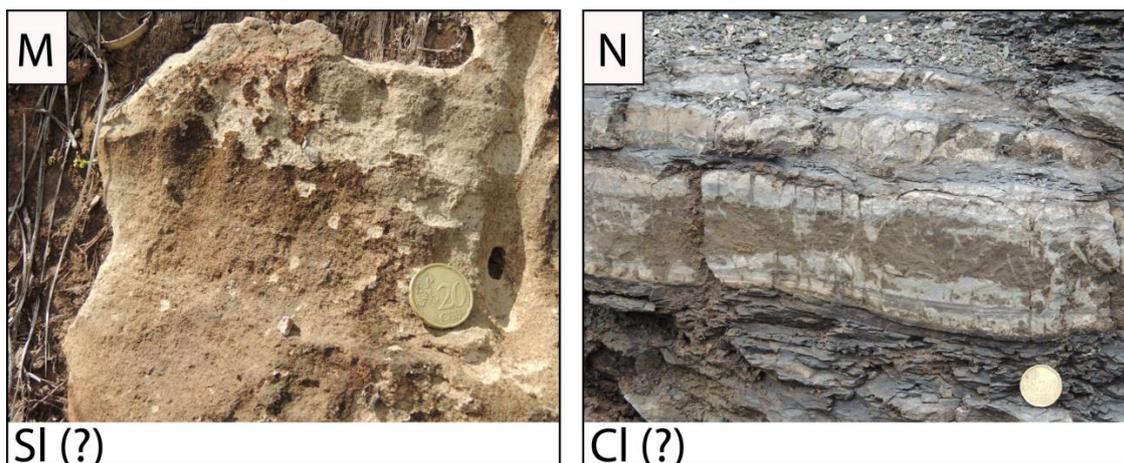


Figura 18 (cont.): Fácies encontradas nos afloramentos estudados. M: Arenito com estratificação cruzada de baixo ângulo; N: Calcisiltito.

A fácies Sr compreende arenitos cinzas a amarelados com ripples subcríticas e localmente flaser de lama (Figura 18 K e L). Estes representam a migração de marcas onduladas 2D e 3D, em regime de fluxo inferior. Os flaser de lama indicam momentos de quiescência da correnteza.

A fácies SI inclui arenitos amarelados com estratificação cruzada de baixo ângulo (Figura 18 M), formada na transição entre o regime de fluxo inferior e superior. Essa fácies foi de difícil identificação no campo, pois a laminação nem sempre é óbvia.

A fácies CI inclui calcisiltitos de coloração cinza clara, laminados, com filmes milimétricos de argila preta na base (Figura 18, N). A granulometria fina e coloração acizentada dificultou a identificação macroscópica mais acurada, de modo que foi coletada uma amostra para auxiliar na descrição (Item 4.3.2).

Em algumas fácies heterolíticas foi registrada bioturbação, por vezes intensa, evidenciando condições deposicionais em fundo oxigenado (Figura 19). Apresentam formatos de tubos milimétricos a centimétricos tanto horizontais quanto verticais, muito e poucos sinuosos. Os icnofósseis identificados como semelhantes a *Scoyenia*, mas também podendo ser *Beaconides*, os dois são característicos de ambiente terrestre (Fernandes, 2002).



Figura 19: Intensa bioturbação em fácies heterolítica no perfil URU 05.

No perfil URU 01, foi identificado também a presença de diques clásticos arenosos subverticais cortando a litologia heterolítica e se conectando à fácies Sm com laminação convoluta (Figura 20). A injeção de diques como esses se dá devido à injeção forçada ascendente de sedimentos fluidificados. Essa estrutura pode estar relacionada com os eventos sísmicos que elevaram os blocos até as cotas onde se encontram.

Essas estruturas serão discutidas posteriormente, pois podem estar diretamente ligadas com a análise estrutural da região.

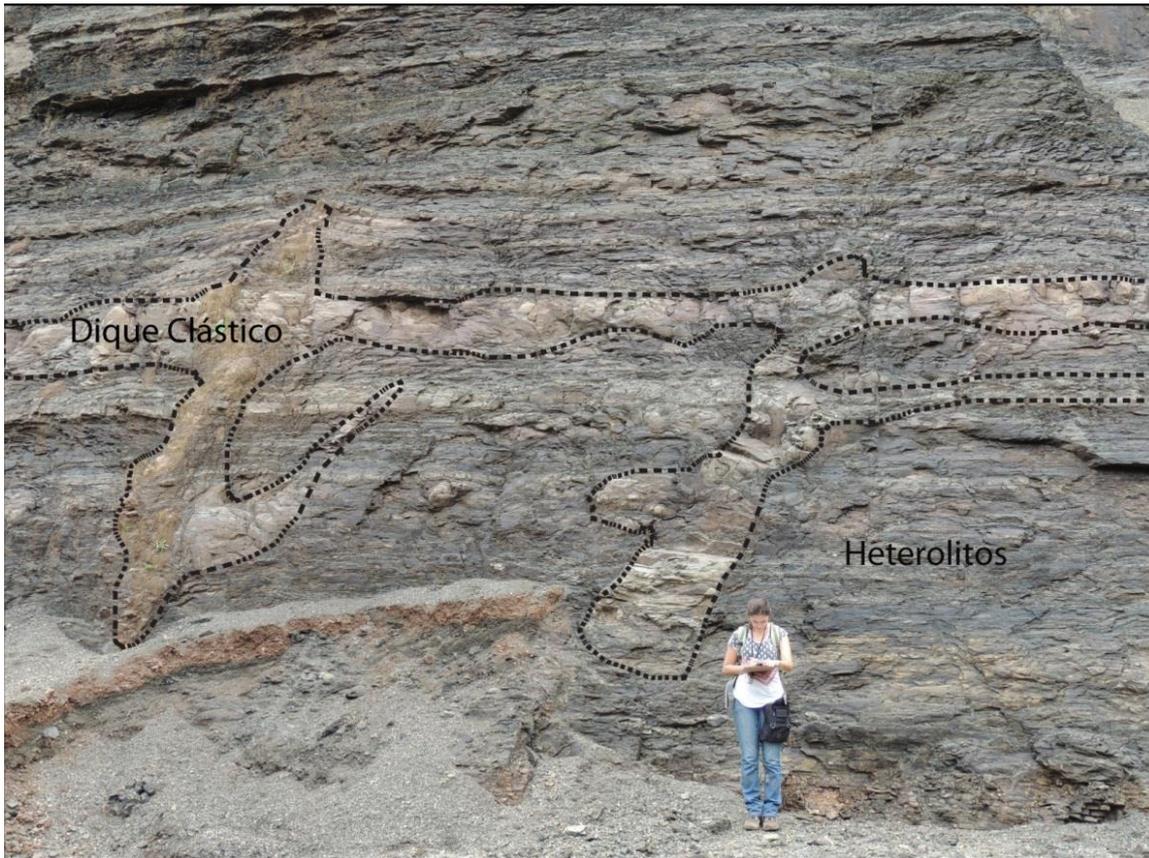


Figura 20: Diques e sills clásticos areníticos cortando as litologias heterolíticas no perfil URU 01.

Os perfis descritos apresentam normalmente padrão de granocrescência ascendentes nas suas camadas, partindo de folhelhos para fácies heterolíticas ou areníticas (Figura 21). A granocrescência ascendente se repete ao longo dos perfis, formando padrões progradantes nas sucessões de fácies (Figura 22).

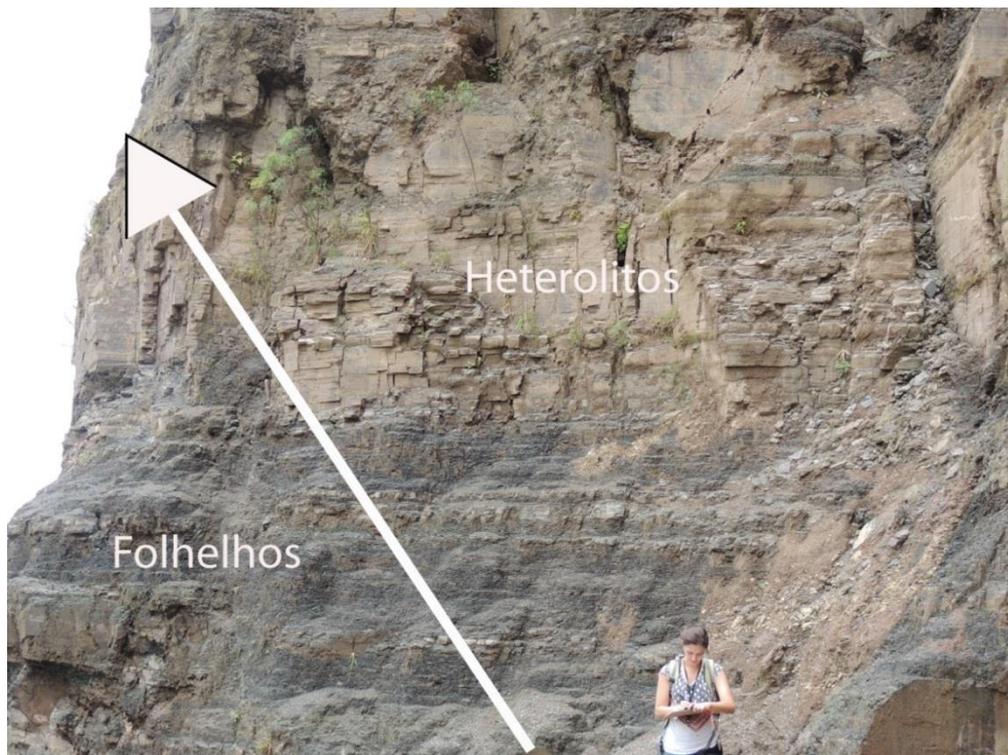


Figura 21: Padrão de granocrescência ascendente das camadas, partindo de folhelhos até fácies heterolíticas. Perfil URU 02.



Figura 22: Padrão progradacional nas sucessões de fácies. Perfil URU 03.

4.3.4 Associações de fácies

Dentro de um sistema deposicional, fácies geneticamente relacionadas podem ser agrupadas em associações de fácies, que correspondem a uma parte do sistema deposicional. A interpretação das associações de fácies nos permite reconstruir os sistemas deposicionais no tempo e no espaço.

A sucessão vertical e relações laterais das dez fácies identificadas nos perfis colunares permitiu o agrupamento em duas associações de fácies: 1) de prodelta e 2) de frente deltaica (Figura 23).

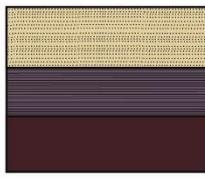
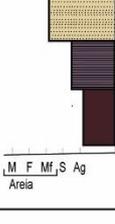
Associação de fácies	Arquitetura e geometria das fácies	Perfil	Descrição	Litofácies	Interpretação
Prodelta			Geometria tabular e espessura métrica a decamétrica. Composto por fácies lamosas e heterolíticas, por vezes bioturbadas. Ocorrem intercaladas camadas tabulares e centimétricas de arenitos.	Fm, Fl, Ht, Sm, Sw, Sh, Cl	Finos de prodelta
Frente Deltaica			Geometria tabular e espessura decimétrica a métrica. Intercalação entre fácies areníticas muito finas e lamosas, níveis heterolíticos geralmente bioturbados.	Fm, Fl, Ht, Sm, Sw, Sh, St, Sr, Sl	Barras de desembocadura

Figura 23: Descrição e representação das associações de fácies interpretadas a partir dos perfis colunares, mostrando como elas se apresentam na seção colunar e com qual elemento arquitetural elas estão relacionadas dentro do modelo de sistema deltaico.

4.3.4.1 Prodelta

Esta associação de fácies é formada predominantemente pela intercalação de folhelhos sílticos argilosos, maciços (por vezes laminados) (Fm, Fl), com heterolitos sílticos argilosos com acamadamento flaser, wavy e linsen (Ht). Em algumas porções ocorre a intercalação dos folhelhos com arenitos muito finos a finos maciços com laminações convoluta (Sm), ondulada truncada (Sw), cruzada de marcas onduladas (Sw) e horizontal (Sh).

O domínio das fácies heterolíticas com marcas onduladas sugere deposições episódicas em ambientes de baixa a moderada energia, abaixo do nível de ação de ondas normais. Os folhelhos são formados por assentamento gravitacional de partículas em suspensão em um corpo d'água profundo, e as intercalações de camadas delgadas de arenitos indicam aporte siliciclástico frequente. Este aporte deve estar relacionado à porção mais distal de um sistema deltaico, depositado por correntes geradas por aumentos periódicos na descarga do rio (Bhattacharya, 1992).

Nessa associação de fácies a bioturbação ocorre somente em um dos perfis (URU 04), que registra a transição para a associação de frente deltaica. Esses heterolitos bioturbados podem evidenciar condições deposicionais em fundos oxigenados.

Esta associação de fácies foi interpretada como prodelta, que representam a parte frontal de um delta, intercalada com depósitos de fundo de ambiente offshore em um corpo lacustre afetado por tempestades. Entretanto, os depósitos finos poderiam também ser interpretados como de baía interdistributária, visto a coloração arroxeadada e ausência de bioturbação em algumas porções. Entretanto, não foram encontradas evidências suficientes para separar os depósitos finos em associações distintas. Por exemplo, não foi encontrada evidência alguma de exposição suaérea (*e.g.* gretas de contração, marcas de raízes), e estas fácies não estão associadas espacial ou temporalmente com depósitos de canais distributários, de modo que preferimos incluir todos Fm e Fl na associação de fácies prodelta.

4.3.4.2 Frente Deltaica

Os depósitos de frente deltaica são formados pela intercalação de fácies arenosas finas com fácies lamosas e heterolíticas. As fácies arenosas se apresentam predominantemente maciças (Sm), com laminação horizontal (Sh), estratificação cruzada de baixo ângulo (Sl) e acanalada (St), ocorrendo com menor frequência laminações onduladas truncadas (Sw) e ripples subcríticas

(Sr). As fácies lamosas são predominantemente maciças (Fm) e os heterolitos bioturbados (Ht).

A abundância de fácies areníticas maciças indica um grande influxo de sedimentos depositados, com estruturas formadas durante a deposição obliteradas por fluidização e escape de fluidos. A presença de arenitos laminados horizontalmente e arenitos com estratificação cruzada de baixo ângulo, formados por regimes de fluxos superiores, pode representar eventos de maior vazão do delta, com grande quantidade de sedimentos transportado em altas velocidades. Essa associação de fácies por vezes parece formar sequências de Bouma incompletas, com sucessão vertical de fácies Sh, Sl e St, representando a desaceleração natural de um fluxo denso nas porções distais de um delta.

Os depósitos arenosos foram interpretados como barras de desembocadura. A granulometria síltico-argilosa é característica de águas estagnadas, por vezes perturbadas por correntes oscilatórias. A espessura métrica dos sedimentos lamosos e heterolíticos pode indicar a migração lateral das barras de desembocaduras, o que ocasiona uma estagnação temporária em regiões da frente deltaica.

Esses depósitos finos poderiam ser interpretados como pertencentes a outro elemento arquitetural da frente deltaica, como baía interdistributária, a coloração mais arroxeadada e a presença de bioturbação são algumas diferenças evidentes nos afloramentos em que as barras de desembocaduras se fazem presentes, porém não foram encontradas evidências suficientes para separar essas associações. A ausência de evidências de exposição subaérea como gretas, marcas de raízes ou até mesmo a ausência de depósitos de canais distributários com relação lateral com esses finos, tornou impossível essa classificação.

4.4 Análise Estrutural

Como foi mencionado no Mapeamento Geomorfológico (item 4.1), a região de Urubici foi afetada por uma estrutura dômica do tipo braqui-anticlinal, originada pelo alojamento de rochas alcalinas neo-cretáceas sub-vulcânicas próximo a cidade de Lages, que fica cerca de 100 quilômetros a NW. Estas rochas afloram na forma de sills e diques intrusivos no pacote sedimentar da Bacia do Paraná, causando-lhe um soerguimento da ordem de centenas a milhares de metros (Roldan, 2007).

Analisando as imagens SRTM, CBERS-4 sobrepostos ao Mapa Geológico da CPRM em escala 1:500.000 em ambiente SIG, foi delimitado os limites da zona afetada pelo Domo de Lages, de acordo com os padrões das imagens de satélites e das rochas aflorantes, sendo elas depósitos cretáceos ou depósitos permianos. Podemos identificar dois padrões de lineamentos distintos, um dentro dessa zona afetada e outro fora dessa zona (Figura 24). A área afetada foi contornada e a análise das duas zonas foi feita separadamente. Diagramas de rosetas foram criados a partir dos azimutes desses lineamentos, evidenciando os diferentes padrões dentro e fora da zona afetada (Figura 25).

A zona fora da área afetada pelo Domo de Lages possui uma menor quantidade de lineamentos (88 lineamentos mapeados) e seu padrão preferencialmente NW-SE é similar ao encontrado na região do planalto catarinense. A zona dentro da área afetada, além de uma maior densidade de lineamentos (170 lineamentos mapeados) mostra um padrão radial, esperado para rochas que sofreram basculamento por uma estrutura dômica, com uma leve preferência para o sentido NE-SW.

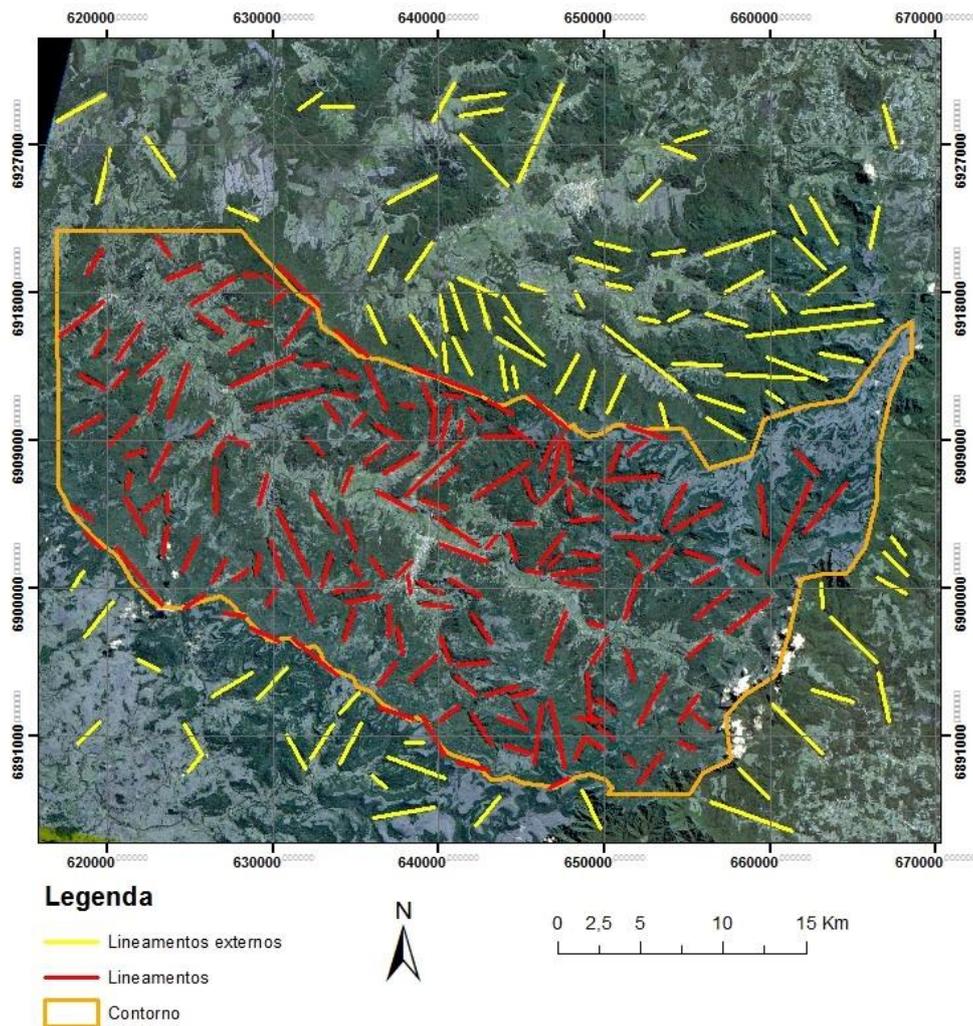


Figura 24: Lineamentos mapeados na região de Urubici. Em laranja o contorno da área afetada pelo Domo de Lages, marcado a partir de imagens de satélites (CBERS-4 e SRTM) e o mapa geológico na escala 1:500.000 da CPRM.

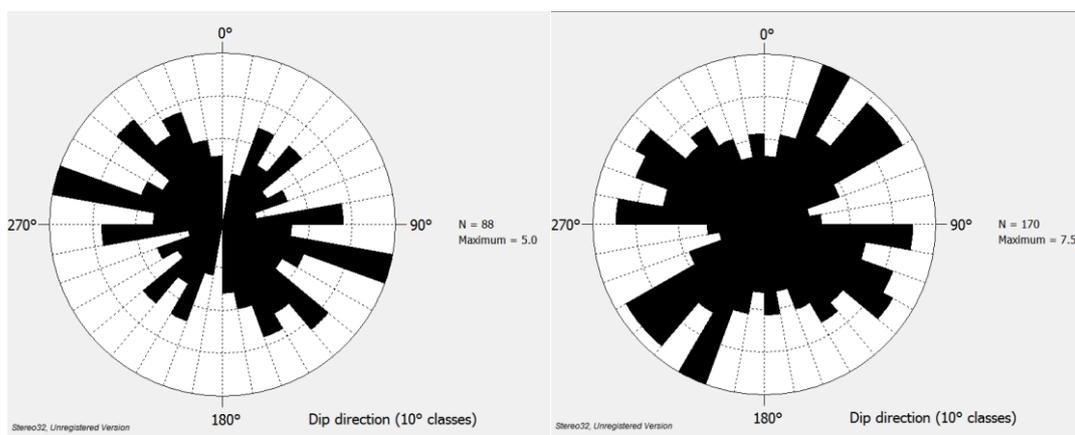


Figura 25: Diagramas de roseta dos lineamentos encontrados. O primeiro mostra o padrão fora da zona afetada e o segundo, com um padrão radial, a zona afetada pelo Domo de Lages.

5. Integração dos dados

A análise faciológica dos afloramentos estudados revelou que os depósitos permianos aflorantes na região de Urubici, SC, constituem depósitos deltaicos de prodelta e frente deltaica. Na porção superior do Grupo Passa Dois (Permiano Superior) a Formação Rio do Rastro pode ser dividida em dois membros: Membro Serrinha (basal) e Morro Pelado (superior) (Gordon Jr. 1947), caracterizados pela intercalação de camadas de arenitos e pelitos. Diferenças quanto à espessura dos corpos de areia (centimétricas no Membro Serrinha e decamétricas no Membro Morro Pelado), e mudança da coloração. No Membro Serrinha os siltitos e arenitos possuem coloração cinzas. No Membro Morro Pelado, os depósitos finos tem coloração roxas a avermelhadas, e os arenitos amareladas. Estes depósitos são faciologicamente muito semelhantes aos encontrados nos afloramentos estudados.

Os depósitos do Membro Serrinha são interpretados como pertencentes a um prodelta, formando depósitos distais de tempestitos intercalados com sedimentação fina do dia a dia. Interpretação semelhante foi feita para os perfis URU01, URU 02 e a base do perfil URU04. Os depósitos do Membro Morro Pelado são interpretados como pertencentes as regiões de frente deltaicas, formando depósitos de canais distributários meandranes e retilíneos sobre depósitos abandonados de desembocadura. Os depósitos de frente deltaica desse Membro são compatíveis com a interpretação dos perfis URU03, topo do perfil URU04 e o URU05 (Tabela 4).

Tabela 4: Resumo das interpretações feitas a partir da análise fáciosológica dos perfis levantados, em comparação com os Membros da Formação Rio do Rastro.

Formação Rio do Rastro	Perfis				
	URU 01	URU 02	URU 03	URU 04	URU 05
Membro Morro Pelado (Depósitos de Frente Deltaica)			X	X	X
Membro Serrinha (Depósitos de prodelta)	X	X		X	

Em relação a distribuição espacial dessas unidades na região de Urubici, foi possível distinguir dois blocos separados tectonicamente. O Rio Canoas está encaixado na falha que separa esses blocos com rejeitos distintos. O bloco Norte é formado pelas rochas do Membro Serrinha (basal) e possivelmente sofreu um soerguimento maior devido à proximidade com o Domo de Lages. O bloco Sul formado pelas rochas do Membro Morro Pelado (superior) sofreu um soerguimento menor, e por este motivo nele afloram rochas do topo da Formação Rio do Rastro (Figura 26).

A partir da integração entre a interpretação dos perfis e o mapeamento dos blocos em ambiente SIG, utilizando como base o Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina na escala 1:500.000, foi gerado um mapa de detalhe com a distribuição das unidades estratigráficas da região. Este mapa proposto com uma escala menor, permitiu o mapeamento das subunidades estratigráficas da Formação Rio do Rastro na região de Urubici, um dos principais objetivos deste trabalho (Figura 27), contribuindo para a possibilidade futura de confecção de mapas em escala 1:100.000 ou 1:50.000 na região.

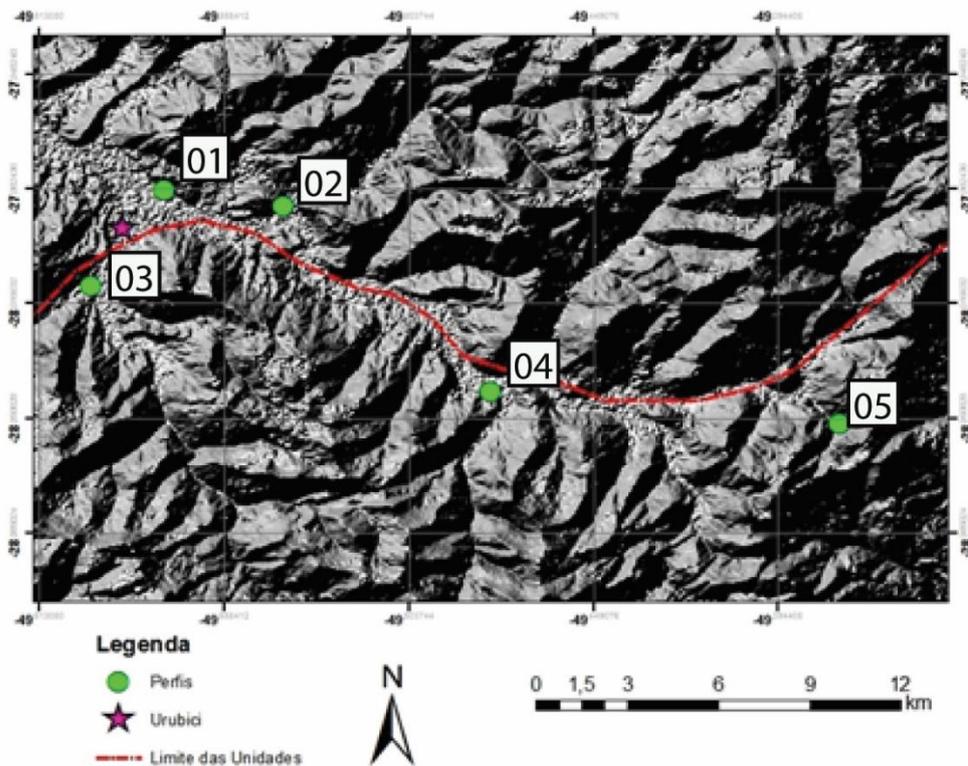


Figura 26: Mapa de relevo sombreado com a divisão dos blocos soerguidos com diferentes rejeitos ao longo do Rio Canoas. A Norte aflora o Membro Serrinha (basal) e a Sul, o Membro Morro Pelado (superior).

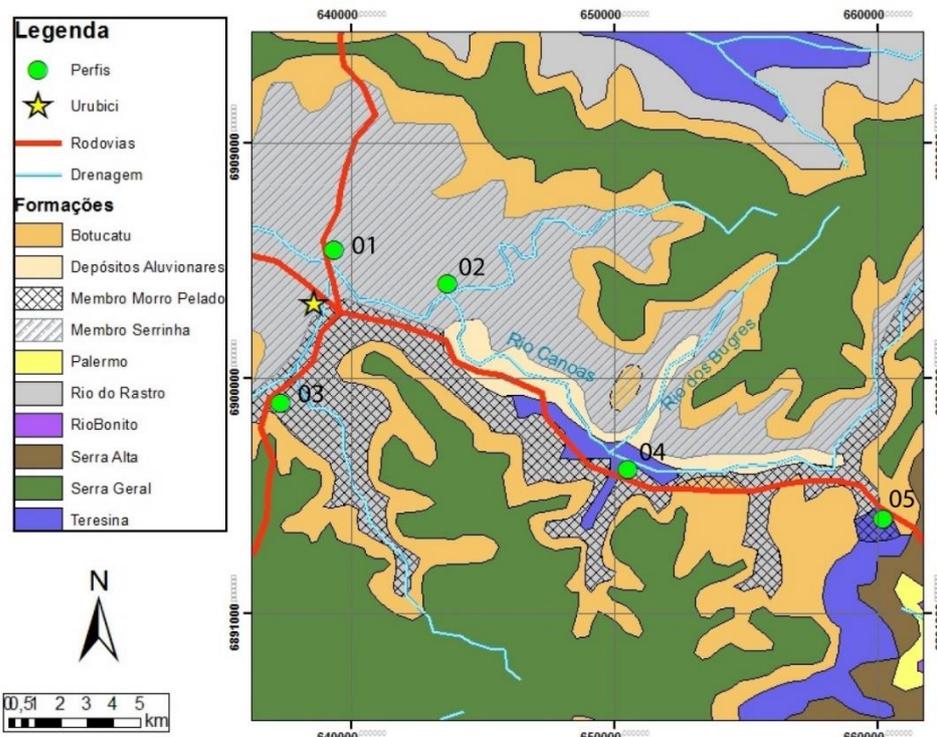


Figura 27: Mapa de detalhe gerado a partir dos dados coletados neste trabalho, subdividindo a Formação Rio do Rastro, mapeada na escala 1:500.000 pela CPRM, nos Membros Serrinha e Morro Pelado.

6. Conclusões

Em cotas altas, na região do planalto catarinense, as rochas extrusivas cretáceas da Formação Serra Geral afloram, representando o final da sedimentação da Bacia do Paraná e formando as belas paisagens dos Campos de Cima da Serra. Porém, na região de Urubici, é notável uma diferença na geomorfologia, que é reflexo direto das rochas que ali afloram.

Nessa região encontram-se lutitos, heterolitos e arenitos, ao invés das rochas extrusivas básicas características do Planalto Catarinense, o que despertou interesse por um mapeamento de maior detalhe na região.

O Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina na escala 1:500.000 da CPRM confeccionado em 2014 relata a ocorrência da Formação Rio do Rastro indivisa. O levantamento de cinco perfis estratigráficos na escala 1:50 na região de Urubici permitiu a análise faciológica e interpretação das associações de fácies, seguida da identificação dos Membros da Formação Rio do Rastro aos quais as rochas aflorantes pertenciam. A integração dos dados de campo com a análise geomorfológica realizada por sensoriamento remoto permitiu a confecção de um mapa de maior detalhe, com a distribuição espacial dos Membros Serrinha e Morro Pelado da Formação Rio do Rastro.

A ocorrência de blocos de idades permianas nas mesmas cotas que rochas cretáceas na região de Urubici está associada a blocos falhados, soerguidos e basculados devido à intrusão de rochas alcalinas de idades mesozoicas na região de Lages, SC. As rochas do Membro Serrinha (basal) afloram a Norte do Rio Canoas em um bloco soerguido com maior rejeito. As rochas do Membro Morro Pelado (superior) afloram a Sul do Rio Canoas, o rejeito foi menor. O menor rejeito no bloco Sul era esperado devido a maior distância do mesmo em relação ao Domo de Lages, que gerou os soerguimentos.

7. Discussões e recomendações

Durante o pré-campo, na análise geomorfológica preliminar da região de Urubici, foram mapeados quinze possíveis afloramentos, visitados durante o primeiro dia de campo. Após uma triagem dos afloramentos mais representativos das rochas aflorantes na região, cinco foram escolhidos para o presente estudo. Porém, um dos afloramentos visitados (Figura 28) chamou a atenção pelo nível de deformação sinsedimentar associado a deformação rúptil que apresentava, tendo sido descartado por não ser o foco do presente trabalho e por exigir um detalhamento maior na descrição, o que demandava um tempo que não tínhamos durante os quatro dias de campo.

As litologias encontradas neste perfil eram muito parecidas com a dos perfis URU01 e URU02. Como se encontra no mesmo bloco tectônico que esses perfis (a Norte do Rio Canoas), provavelmente estes depósitos, assim como aqueles, se tratam do Membro Serrinha da Formação Rio do Rastro.

As estruturas deformacionais encontradas no referido afloramento incluem diques clásticos centimétricos a decamétricos de arenito muito fino cortando as litologias perpendicularmente, deformando as camadas tabulares de lutitos e heterolitos, formando no topo feições ovalares com estratificação convoluta (Figura 29, A e B). As litologias heterolíticas se apresentam dobradas e boudinadas, por vezes apresentando feições de cisalhamento (?) entre as camadas, como pares S-C (Figura 29, C, D, E e F).

Em Turra (2009), o autor faz uma análise dos diques clásticos da Formação Corumbataí, Permo Triássico da Bacia do Paraná, no interior do Estado de São Paulo. Esses diques foram interpretados como sismitos, frutos de uma fluidização induzida provavelmente por atividade sísmica contemporânea à sedimentação oriunda de reativações de estruturas do embasamento.

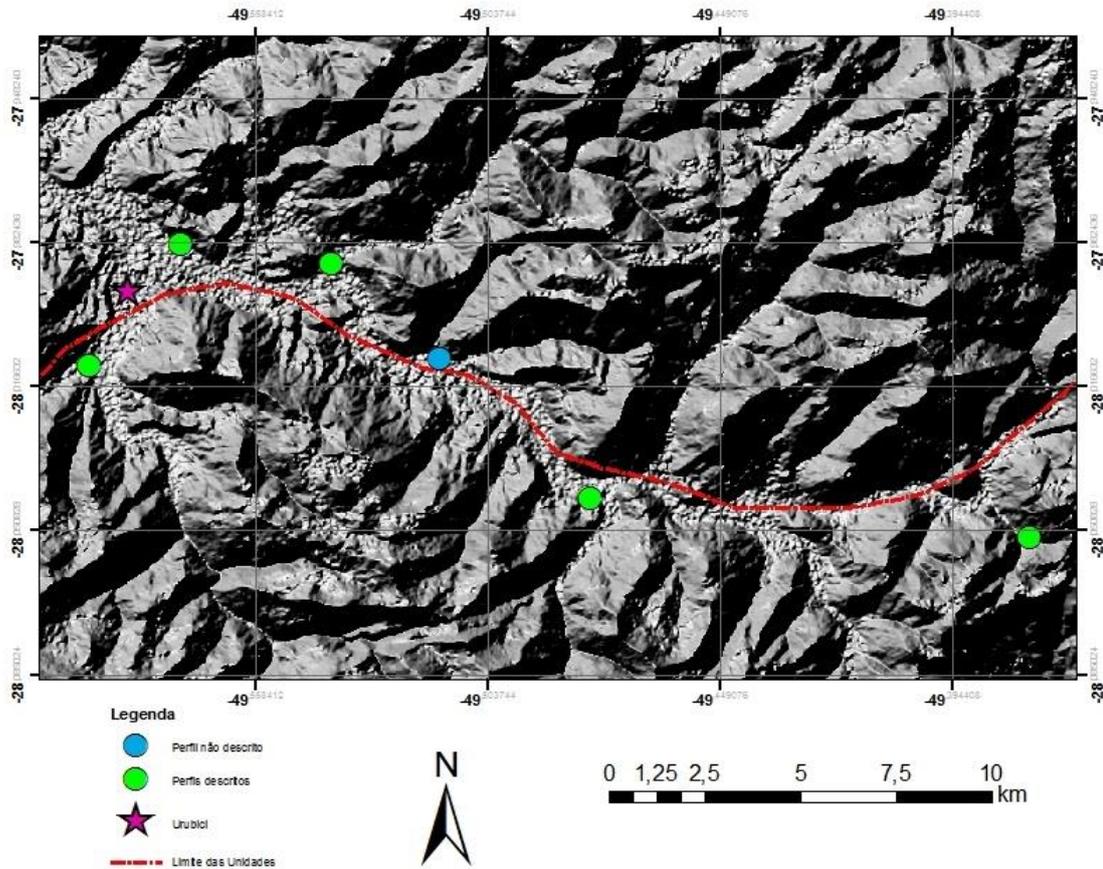


Figura 28: Localização dos perfis, em verde os perfis levantados durante o trabalho, em azul o perfil com deformação rúptil a ser descrito.

Já na região de Urubici a intrusão das rochas alcalinas do Domo de Lages provavelmente foi o que condicionou a remobilização. Turra (2009) destaca que a proximidade dos epicentros está correlacionada com a maior quantidade e espessura dos diques.

A proximidade desse afloramento com o limite mapeado dos blocos a Norte e a Sul do Rio Canoas é evidente. Como esse afloramento se encontra próximo a zona de limite do bloco, este deve ter sofrido mais deformações que os perfis URU01 e URU02 nos eventos sísmicos que soergueram as rochas da região. De qualquer modo, em vários afloramentos visitados durante o trabalho de campo observou-se a ocorrência frequente de planos de falhas deformando as unidades permianas. A análise estrutural de detalhe nestes afloramentos poderia contribuir significativamente para a compreensão da história tectônica da região.

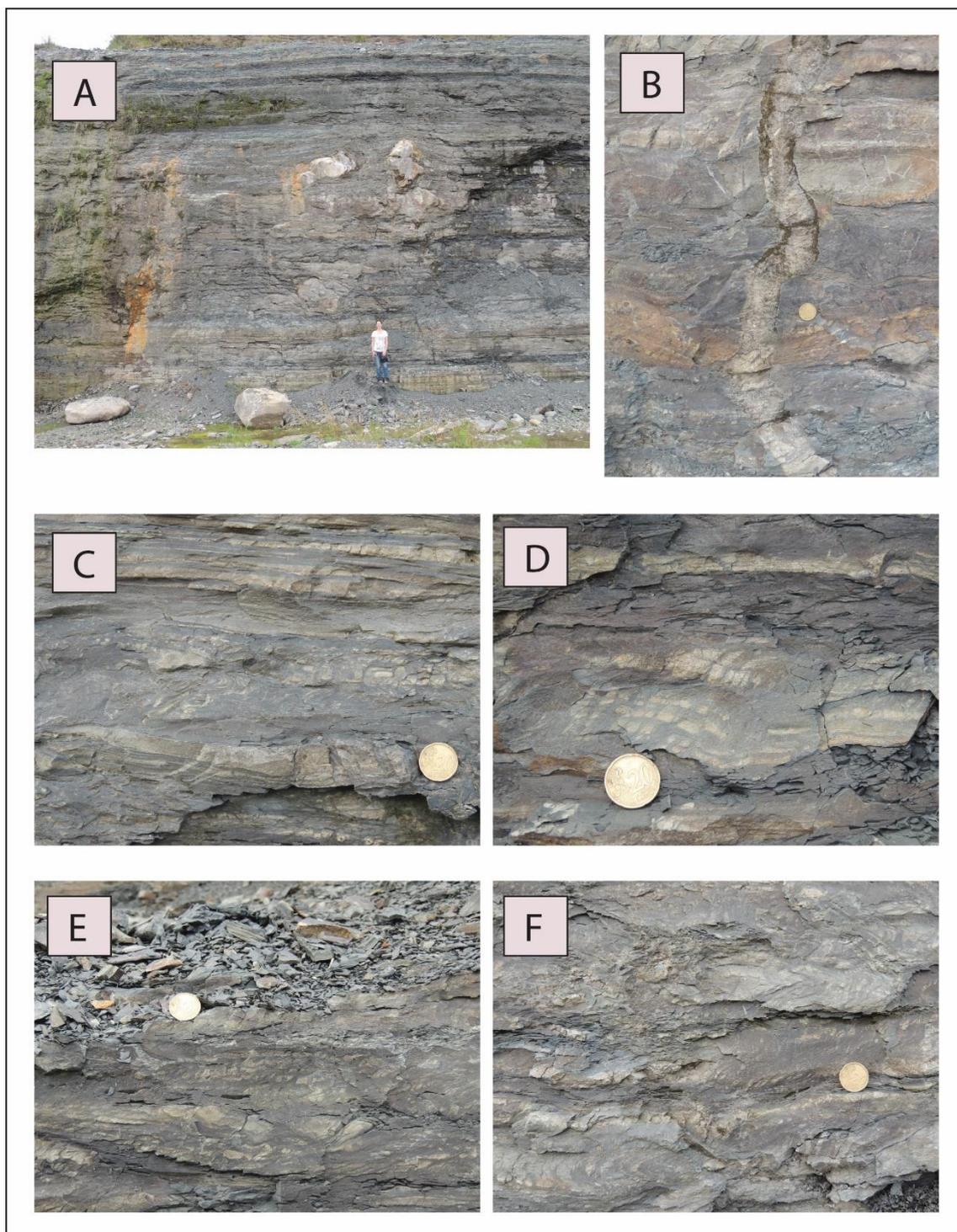


Figura 29: Estruturas deformacionais encontradas em um afloramento do Membro Serrinha. A) Visão geral do afloramento, com diques clásticos cortando perpendicularmente a estratificação. B) Dique clástico cortando e deformando as rochas encaixantes. C) Dobras e camadas de arenito boudinadas. D) Camadas de arenito boudinadas, par S-C. E) Camadas de arenito dobradas. F) Camadas deformadas, par S-C.

BIBLIOGRAFIA

- Allen, J.R.L. (1963). *The classification of cross-stratified units, with notes on their origin*. *Sedimentology* 2, 93-114.
- Bertoldo, A.L.; Pereira, N.M.; Martins, L.A.M., (1998). Qual a função dos serviços geológicos? (Parte I). *Brasil Mineral*, São Paulo, 165(1): 40-43.
- Best, J.L., Bridge, J.S., (1992). *The morphology and dynamics of low amplitude bedwaves upon stage plane beds and the preservation of planar laminae*. *Sedimentology* 39, 737-753.
- Bhattacharya, J.P., Walker, R.G., (1992). Deltas. In: Walker, R.G., James, N.P., *Facies models: response to sea level change*. Canada, Geological Association of Canada. pp 157-177.
- Bridge, J.S. Best, J.L., (1988). *Flow sediment transport and bedform dynamics over the transition from upper-stage plane beds: implications for the formation of planar laminae*. *Sedimentology* 35. pp 753-763.
- Cagliari, J., Philipp, R.P, Buso, V.V., Netto, R.G., Hillebrand, P. K., Lopes, R.C., Basei, M.A.S., Faccini, U.F., (2014). Age constraints of the glaciation in the Paraná Basin: evidence from new U-Pb dates. *Journal of the Geological Society*. Jgs2015-161.
- Collinson, J.D., Mountney, N., Thompson, D.B., (2006). *Sedimentary Structures*. *Terra Publications, Hertfordshire, Inglaterra*. pp 292.
- Derby, O.A, (1878). A Geologia da região diamantífera da província do Paraná. In: Arquivos do Museu Nacional. Rio de Janeiro: Museu Nacional, v. 3, p 89-96.
- Gordon Jr., M., (1947). Classificação das formações gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Brasil. Departamento Nacional de Pesquisa Mineral, DGM, Rio de Janeiro, *Not. Prel. Est.*, pp 20.
- Fernandes, A.C.S, Borghi, L., Carvalho, I.S., Abreu, C.J., (2002). Guia dos Icnofósseis de Invertebrados do Brasil. pp 258.
- Harms, J.C., Southard, J.B., Spearing, D.R, Walker, R.G., (1982). *Structures and sequences in clastic rocks*. *SEPM Short Course* 9. pp 161.
- Holz, M.; Vieira, P.E. & Kilkreuth, W. (2000). *The early Permian coal bearing succession of the Paraná Basin in southernmost Brazil: depositional model and sequence stratigraphy*. *Rev. Bras. Geoc.*, 30(3): 424-426.
- Leeder, M.R., (2011). *Sedimentology and Sedimentary Basins: From Turbulence to Tectonics*. Segunda edição. pp 784.
- Menezes, J.R.C., (2000). Estratigrafia do Neopermiano da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul. In Holz, M., L.F. De Ros (Eds.). *Geologia do Rio Grande do Sul*, Centro de Investigação do Gondwana-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 323-334.
- Miall, A.D. (1978). *Lithofacies types and vertical profile models in braided rivers deposits: a summary*. In: Miall, A.D. (Ed.), *Fluvial Sedimentology*. *Canadian Society of Petrology and Geology Memoir* 5, pp597-604

- Miall, A.D. (1985). *Architetur-al-elements analysis: a new method of facies analysis aplied to fluvial deposits*. *Earth-Science Reviews* 22, 261-308.
- Miall, A.D. (1996). *The Geology of fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology*. Springer-Verlag. Nova York. pp 582.
- Miall, A.D., (2000). Principles of Sedimentary Basin Analysis. Terceira Edição. pp 616.
- Milani, E.J., (1997). Evolução Tectono-Estratigráfica da Bacia do Paraná e seu Relacionamento com a Geodinâmica Fanerozóica do Gondwana Sul-Occidental. Unpublished M.Sc. Dissertation, Instituto de Geociências/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 255 pp.
- Milani, E.J., Melo, J.H.G, Souza, P.A., Fernandes, L.A. & França, A.B., (2007). Bacia do Paraná. In: Milani, E.J., Rangel, H.D., Bueno, G.V., Stica, J.M., Winter, W.R., Caixeta, J.M. & Pessoa Neto, O.C. (Eds.). *Bacias Sedimentares Brasileiras - Cartas Estratigráficas*. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, 15(2): 265-287.
- Roldan, L.F. (2007). Tectônica rúptil meso-cenozóica na região do Domo de Lages, SC. Tese de Mestrado. Universidade de São Paulo. pp 131.
- Santos, R. V., Souza P. A., de Alvarenga, C.J.S., Dantas E.L, Pimentel M.M., de Oliveira C.G., de Araújo L.M (2006). *Shirimp U-Pb zircon dating and palynology of bentonitic layers from the Permian Irati Formation. Paraná Basin, Brasil*. *Gondwana Res* 9(4):456-463
- Scheibe L. F., 1986. Geologia e Petrologia do Distrito Alcalino de Lages, SC. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 224p.
- Schemiko, D.C.B. (2013). A sedimentação do Membro Morro Pelado, Permiano Superior da Bacia do Paraná: Preenchimento de bacia interior por sistemas fluviais distributários. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, pp 189.
- Schneider, R. L.; Mühlmann, H.; Tommasi, E.; Medeiros, R. A.; Daemon, R. F.; Nogueira, A. A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 28., (1974), Porto Alegre. Anais do... São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1974. v. 1, p. 41-65
- Serviço Geológico do Brasil. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Ministério de Minas e Energia (2014). Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina (Escala 1:500.000).
- Souza, P. A. & Marques-Toigo, M. (2005). *Progress on the palynostratigraphy of the Permian strata in Rio Grande do Sul State, Paraná Basin, Brazil*. *Anais da academia Brasileira de Ciências*, 77(2):353-365.
- Tood, S.P., (1996). *Process deduction from fluvial sedimentar structures*. In: Carling, P.A., Dawson, M.R. (Eds.). *Advances in Fluvial Dynamics and Stratigraphy*. John Wiley & Sons, Chicheser. pp 299-350.
- Turra, B.B., (2009). Diques Clásticos da Formação Corumbataí, Bacia do Paraná, no contexto da tectônica permotriássica do Gondwana ocidental. Tese de Mestrado. Universidade de São Paulo. pp 100.
- Vail, P.R., R.G. Todd, and J.B. Sangree, (1977), Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level: Part 5. *Chronostratigraphic Significance of Seismic Reflections*:

Section 2. Application of Seismic Reflection Configuration to Stratigraphic Interpretation
Memoir 26, p. 99 – 116.

- Warren, L.P., de Almeida, R.P., Hachiro, J., Machado, R., Roldan, L.F., Steiner, S.S., Chamani, M.A.C., (2008). Evolução sedimentar da Formação Rio do Rastro (Permo-Triássico da Bacia do Paraná) na porção centro sul do estado de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 38(2):213-227.

- White, I.C. (1908) Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brazil – Relatório final. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro. IN: CPRM (2008). 30 cm. Edição comemorativa: 100 anos do Relatório White.