

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

ADRIANO CÉLIO MAGALHÃES SAMPAIO

**SEDIMENTOLOGIA E CORRELAÇÃO CRONOESTRATIGRÁFICA DOS
TURBIDITOS DA FORMAÇÃO RIO DO SUL (GRUPO ITARARÉ) NA FAIXA
AFLORENTE DO CENTRO CATARINENSE**

**Dissertação de Mestrado apresentada ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas do
Câmpus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho,
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Geologia Regional.**

Orientador: Prof. Dr. Joel Carneiro de Castro

Rio Claro - SP

2013

ADRIANO CÉLIO MAGALHÃES SAMPAIO

**SEDIMENTOLOGIA E CORRELAÇÃO CRONOESTRATIGRÁFICA DOS
TURBIDITOS DA FORMAÇÃO RIO DO SUL (GRUPO ITARARÉ) NA FAIXA
AFLORENTE DO CENTRO CATARINENSE**

**Dissertação de Mestrado apresentada ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas do
Câmpus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho,
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Geologia Regional.**

Comissão Examinadora

**Prof. Dr. Joel Carneiro de Castro
IGCE/UNESP/Rio Claro (SP)**

**Prof. Dr. Luiz Carlos Weinchütz
Campus Mafra/UnC/Mafra (SC)**

**Prof(a). Dra. Maria Rita Caetano Chang
IGCE/UNESP/Rio Claro (SP)**

Rio Claro, SP 27 de março de 2013

AGRADECIMENTOS

Inevitavelmente quando finalizamos um projeto, vem ao mesmo tempo um misto de alívio, sensação de dever cumprido e uma certa nostalgia pelos diversos momentos, bons ou ruins, mas sempre de aprendizados. Inevitável também não olhar para trás e ver que se chegou a este ponto graças a ajuda/colaboração/participação de diversas pessoas, instituições e/ou entidades. Desta forma, gostaria de inicialmente agradecer aos meus pais – Antônio Célio e Maria Aurisete – por todo o apoio que sempre me foi dado nos mais diferentes projetos que estou sempre a pensar.

Em segundo lugar ao Professor Dr. Joel C. de Castro, por toda atenção, prestatividade, orientação e exemplo de como amar a profissão que se escolheu para seguir. Alguém que efetivamente vive a Geologia, em especial a do petróleo.

Gostaria de agradecer também à UNESP e ao Programa de Pós-Graduação em Geologia Regional pela oportunidade de desenvolver este projeto. Aos professores com os quais tive contato, e em especial aos que colaboraram diretamente com este projeto por meio de sugestões tanto na qualificação como na defesa – professor Dr. Luiz C. Weinchütz e professoras Dra.(s) Maria Rita C. Chang e Rosemarie Rohn. Aos funcionários da casa, em especial à secretária Rosangela Vacello – alguém que sempre faz o possível para ajudar os alunos e que sempre nós proporciona boas risadas. Ao CNPq, que, por meio do processo 133902/2011-0, concedeu-me a bolsa de mestrado, fundamental para manutenção no período de execução do projeto.

Por fim, não poderia deixar de agradecer aos colegas que fiz aqui. O pessoal da pós-graduação, da graduação em geologia e de outros cursos, pelo apoio em diversos momentos, pelas dúvidas elucidadas, pelos momentos de descontração, pelo companheirismo e pela companhia nas festas, viagens, fins de semana e em muitos outros momentos, fundamentais para ajudar na adaptação à vida rioclarense.

RESUMO

Ao final dos anos 60, turbiditos já eram reconhecidos no estado de Santa Catarina. No norte catarinense equipes da Petrobras mapearam o Grupo Itararé/Formação Rio do Sul e o Grupo Guatá/Formação Rio Bonito: os turbiditos da Formação Rio do Sul, “ritmitos” areno-argilosos, repousavam sobre o Folhelho “várvido” Lontras, um excelente marco regional de turbiditos milimétricos. No centro catarinense, o mapeamento geológico da nova BR-470 constitui um documento precioso: foram empilhados mais de 30 m da Formação Rio do Sul. Este mestrado adota uma abordagem geomorfológica e estratigráfica para o estudo da Formação Rio do Sul na “província” homônima. Seu limite norte é o Alto de Ibirama, que se estende do embasamento para a bacia a oeste. Duas falhas antitéticas, ambas orientadas SW-NE, condicionaram a sedimentação – Falha de Rio do Sul (que acompanha o curso do rio Itajaí-Açu) e a Falha de Perimbó. Um quadrilátero se origina da intersecção dessas falhas com dois afluentes do rio Itajaí-Açu, e que correm de sul a norte (rio Itajaí do Sul) e de sudeste a norte (ribeirão Lontras). As rodovias que margeiam os afluentes foram mapeadas para compor colunas estratigráficas para a Formação Rio do Sul. Na verdade, os afluentes constituem embaixamentos da drenagem principal, que são separados entre si por promontórios (projeções para norte da Formação Rio Bonito), ou divisores de drenagem. O rio Itajaí do Sul, entre Rio do Sul e Ituporanga, apresenta a sucessão ascendente para sul de: (a) turbiditos arenosos espessos e areno-argilosos (ritmitos), (b) diamictito maciço passando a arenitos, (c) siltito deformado com clastos caídos, e (d) folhelho marinho Rio do Sul (topo). Exceto o elemento do topo (d), os demais são de origem glacial (b, c) e tectônica (a). Todo o material siliciclástico foi transportado para norte; ao “desaguar” no vale do rio Itajaí-Açu, o fluxo era defletido para sudoeste (vale do rio Itajaí-Açu) e depois noroeste (vale do rio Itajaí d’Oeste). A medida que o sistema evoluiu, o curso do Itajaí-Açu foi retomado e se depositaram ciclos de deglaciação, incluindo varvitos, entre o acesso a Laurentino e Trombudo Central. O vale do ribeirão Lontras tem história semelhante, mas apresentando desconexão entre o Lontras marinho e os turbiditos areno-argilosos: entre estes dois ocorre um espesso intervalo glacial-deglacial, praticamente lateral ao Lontras (este seria mais novo). O perfil Vidal Ramos situa-se na província intermediária entre a de Rio do Sul e a de Alfredo Wagner; a rodovia acompanha o vale do rio Itajaí-Mirim. O seu empilhamento estratigráfico guarda semelhança àquele do ribeirão Lontras.

Palavras-chave: Tectono-Geomorfologia. Sistema Glacial. Ciclo de Deglaciação. Sistema Canalizado.

ABSTRACT

By the end of the sixties, turbidites were already known in Santa Catarina state. Petrobras teams started mapping Itararé and Guatá groups; turbidites were represented by “rhythmites”, as well as Lontras “varved” shales represented a regional marker. The stratigraphic column for BR-470 highway was established, and up to now it represents a precious document; the Rio do Sul Formation is more than 300 m thick, and our present approach is inspired in it. This thesis adopts a geomorphological and stratigraphic approach for the study of Rio do Sul Formation in the same province. Its northern limit is the Ibirama basement high and its westward extension to the basin. Two antithetic faults, both SW-NE: the Rio do Sul fault zone, following the course of Itajaí river, and Perimbó fault which intersects Ituporanga (to SW) and superimpose precambrian lineaments (to NE). A quadrilateral originates from the intersection of these faults with two affluents of Itajaí river that run to North, the Itajaí do Sul and Lontras Rivers. The highways that marginate these affluents were mapped in order to erect stratigraphical columns for Rio do Sul Formation. Truly the affluents represent embayments of the main drainage, and that are separated by promontories or drainage divides. The Rio do Sul-Ituporanga highway marginates Itajaí do Sul river and presents in ascending order the following systems (North to South): thick-bedded sandy turbidite bearing T_{abc} Bouma sequence; massive diamictite and deformed thick siltstone with dropstone; and marine shale form the upper part of Rio do Sul Formation. The turbidite are tectonic in origin, the next two lithofacies are glacial, and the later eustatic. All siliciclastic material was transported northwards; when Itajaí do Sul river meets the main Itajaí-Açu river valley, the flow was deflected to southwest (Itajaí-Açu river valley) and later to northwest (Rio d'Oeste river valley). As the system evolved the flow of Itajaí-Açu was recovered and deglaciation cycles (with varvites) are deposited in BR-470 highway, between Laurentino and Trombudo Central accesses. The Lontras affluent has similar history but a discontinuity between Lontras millimetric turbidites and the thin-bedded sandstones and shales; between those turbidites it occurs a thick glacial-deglacial interval which passes laterally but is older than Lontras. Vidal Ramos is a small village located in an intermediate position between Rio do Sul and Alfredo Wagner provinces; two roads follow the Itajaí-Mirim river, but as geology evolves southward the river flows northward. Its geologic column is not much different from that of Lontras.

Key-Words: Tectono-Geomorphology. Glacial System. Deglaciation Cycle. Channelized System.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 7 |
| 1.1 OBJETIVOS | 8 |
| 1.2 JUSTIFICATIVA | 8 |
| 1.3 LOCALIZAÇÃO E ACESSO | 8 |
| 1.4 DADOS E MÉTODOS | 10 |
| 2. CONTEXTO GEOLÓGICO | 12 |
| 2.1 BACIA DO PARANÁ | 12 |
| 2.2 O GRUPO ÍTARARÉ | 16 |
| 3. FÁCIES TURBIDÍTICAS | 27 |
| 3.1 PERFIL VIDAL RAMOS | 29 |
| 3.2 PERFIL LONTRAS | 33 |
| 3.3 PERFIL LONTRINHAS | 38 |
| 3.4 PERFIL RIO DO SUL - ITUPORANGA | 40 |
| 3.5 PERFIL BR-470 | 46 |
| 4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES | 49 |
| REFERÊNCIAS | 52 |

1. INTRODUÇÃO

Turbiditos tem sido reconhecidos e mapeados pela Petrobras, desde o final dos anos sessenta, no estado de Santa Catarina. Situam-se no Grupo Itararé, especialmente na Formação Rio do Sul, e foram designados como fácies “ritmito” (areno-argilosos) e fácies folhelho “várvido” Lontras. Ocorrem em duas áreas distintas: ao norte, na bacia (hidrográfica) do rio Hercílio, e ao centro, na região de Rio do Sul – Alfredo Wagner. Entre as duas áreas destaca-se o alto de Ibirama, um alto do embasamento que se projeta para dentro da Bacia do Paraná e atua como divisor de drenagens dos rios Itajaí e Hercílio.

O conhecimento sobre turbiditos ganhou impulso nos anos oitenta e noventa, em conjunto com a Estratigrafia de Ciclos implantada pela Petrobras. Ainda em Santa Catarina, posicionou-se os turbiditos no Membro Rio Segredo, parte inferior da Formação Taciba, sobrepondo-os ao Folhelho Lontras, parte superior da Formação Campo Mourão (CASTRO, J.C. comunicação pessoal, 2012).

Trabalhos mais recentes no norte catarinense remanejaram tal ciclo anterior, propondo o sistema Lontras – Rio Segredo como um ciclo de raseamento ascendente e de origem tectônica, mas limitado abaixo e acima por unidades glaciais.

A região de Rio do Sul, no centro-leste catarinense, é conhecida pela sua geologia clássica e pelo grande interesse que desperta na comunidade geocientífica. A presente proposta objetivou uma nova abordagem dos turbiditos a partir da experiência desenvolvida no norte catarinense – vale do rio Hercílio (ou Itajaí do Norte) – e da experiência do orientador e orientandos nas províncias de Rio do Sul e Alfredo Wagner. Orientou-se a presente Dissertação ao estudo das paleodrenagens das formações Taciba/Membro Rio Segredo e Rio Bonito/Membro Triunfo, no caso dos rios Itajaí do Sul e Itajaí do Oeste, formadores do sistema Trombudo Central – Itajaí d’Oeste – Itajaí-Açu.

1.1 OBJETIVO

Detalhar o arcabouço cronoestratigráfico da Formação Rio do Sul, em especial dos membros Lontras e Rio Segredo, por meio de levantamento de perfis e seções geológicas em rodovias que acompanham drenagens importantes da área.

1.2 JUSTIFICATIVA

Turbiditos do Permiano afloram na Bacia Delaware (USA), onde se destacam como produtores de óleo em subsuperfície. Tal bacia pode ser considerada uma das melhores e mais didáticas do mundo: apresenta sistemas siliciclásticos e carbonáticos produtores de hidrocarbonetos, além de sistemas evaporíticos; esses três sistemas ocorrem tanto em água rasa como profunda.

Em superfície destacam-se também turbiditos do Neopermiano na Bacia Tanqua-Karoo, sudoeste da África do Sul. Esta bacia siliciclástica pode ser considerada análoga aos turbiditos do intervalo Lontras – Rio Segredo (Santa Catarina). Mesmo com o baixo potencial petrolífero, a bacia tem sido amostrada por poços perfilados/testemunhados, o que lhe confere um grau maior como bacia-escola. É equivalente temporal do Grupo Passa Dois, e sua não produtividade está ligada ao arcabouço tectono-estrutural (quase sem deformação).

1.3 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A área de pesquisa localiza-se na faixa aflorante do centro-leste de Santa Catarina, margem oriental da Bacia do Paraná. Tal área está compreendida entre Laurentino, Rio do Sul, Lontras e Ituporanga (a norte), e Vidal Ramos (ao centro). O intervalo estratigráfico de interesse aflora no vale dos rio Itajaí-Açu e seus afluentes, com destaque para o Itajaí do Sul e Itajaí d'Oeste, e também no Itajaí-Mirim (figura 1).

Parte da área é servida por rodovias asfaltadas, tendo como principais vias de acesso a BR-470, que acompanha oeste-leste o vale do rio Itajaí Açu, e a BR-282, que sai de Florianópolis no sentido de Alfredo Wagner e Lages. Para percorrer a área, além das rodovias federais e das rodovias estaduais (SC-302, SC-481, SC-427), há uma série de estradas não asfaltadas e vias vicinais que acompanham os vales e cruzam as serras.

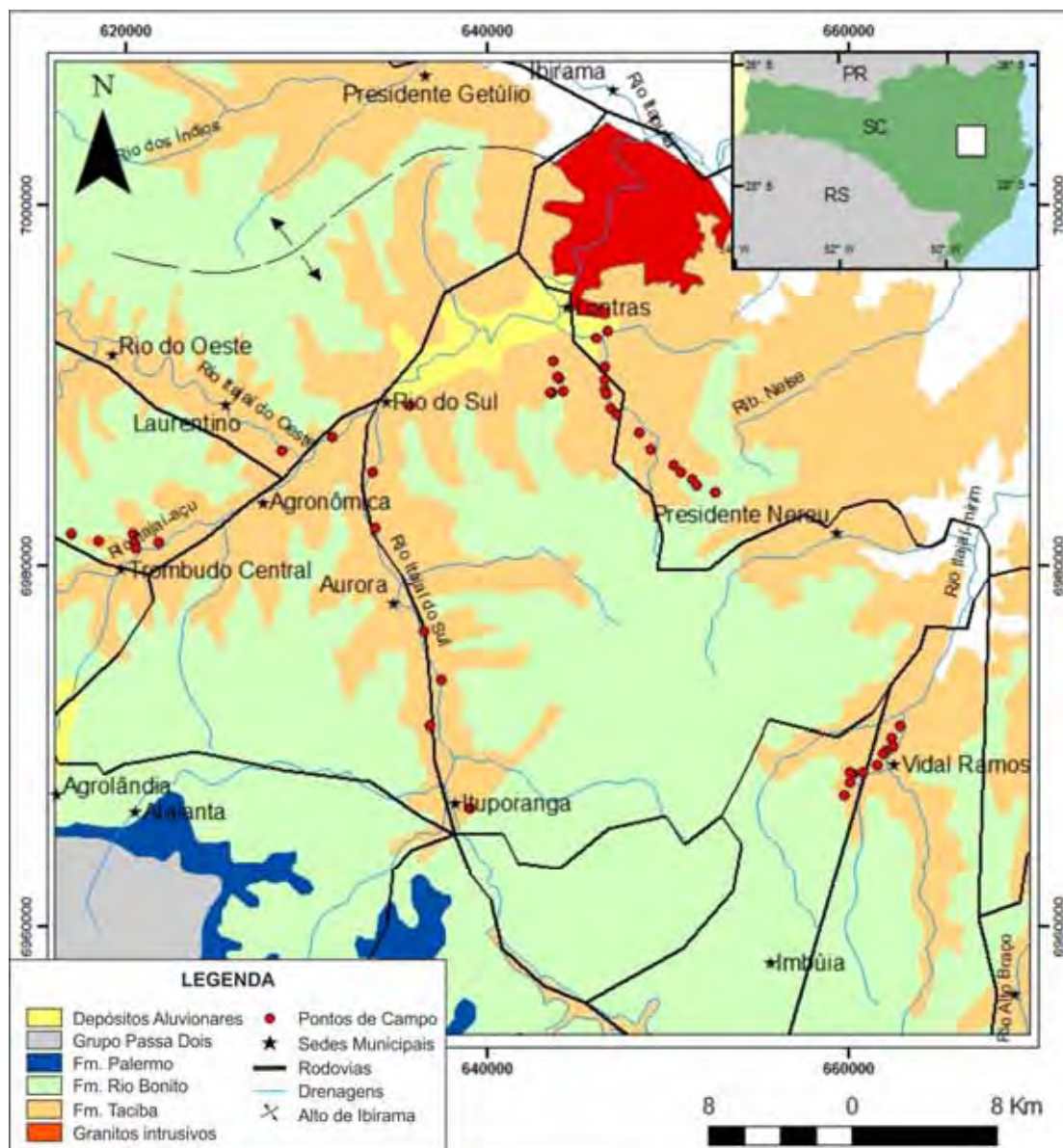


Figura 1 – Mapa geológico da área de estudo, com drenagens, estradas e pontos levantados. Notar o embasamento na porção nordeste do mapa (em branco) e o alto de Ibirama, a norte/noroeste, que separa as bacias do Itajaí-Açu e Hercílio (CPRM, 2004).

1.4 DADOS E MÉTODOS

Os dados foram coletados em afloramentos do intervalo estratigráfico de interesse da presente pesquisa – Folhelho Lontras e Membro Rio Segredo. Tais afloramentos se localizam ao longo de rodovias e estradas secundárias que acompanham os vales dos rios da região, em especial os dos rios Itajaí-Açu e Itajaí do Sul. Também fez-se uso de dados de poços rasos de Gonçalves e Tommasi (1974).

Alguns dos afloramentos foram descritos com mais detalhe objetivando-se a elaboração de perfis faciológicos verticais em escala de 1:50, de modo a registrar turbiditos com até 5 centímetros de espessura (1 milímetro no perfil). O procedimento se baseou na utilização de fotografias obtidas em campo. Junto à parede do afloramento foi posta uma trena métrica para marcar com maior precisão a espessura das camadas turbidíticas e a altura do afloramento. As fotografias foram feitas a certa distância e em sequência lateral, buscando-se uma sobreposição de parte das fotos. Com isso, pretendeu-se amenizar o efeito de deformação na periferia da fotografia. Posteriormente, procedeu-se à etapa de tratamento dos dados em gabinete, onde se utilizou o programa Corel Draw. Nele, a trena métrica foi digitalizada, de modo a poder ser deslocada para medir as sucessivas camadas do afloramento. Com estas medidas procedeu-se a elaboração dos perfis faciológicos, ainda se utilizando do programa Corel Draw. Nessa fase, convencionou-se que os estratos muito delgados (entre 1 cm e 3 cm) pertenciam à fácies de folhelhos “várnicos” (turbiditos milimétricos). Os perfis de fácies obtidos por tal método são apresentados, ao longo desta dissertação, em associação com seções verticais, seções geológicas colunares e o mapa de localização dos pontos levantados em cada perfil na área pesquisada.

Para a interpretação das fácies, ciclo de fácies e sistemas deposicionais do intervalo Lontras/Rio Segredo, foram utilizados o método de aproximação e os conceitos de sistemas turbidíticos conforme Mutti e Normark (1987). Tais conceitos são abordados no início do capítulo sobre os turbiditos.

De forma mais abrangente, buscou-se também levantar as fácies/sistemas superiores da Formação Rio do Sul (que corresponde aproximadamente a Formação Taciba mais o Folhelho Lontras da parte superior da Fm. Campo Mourão), que na área de pesquisa tem o folhelho Lontras (e equivalente) sobreposto diretamente ao embasamento, até o contato com o Membro Triunfo/Fm. Rio Bonito.

Observa-se que na área há duas falhas antitéticas, orientação SW-NE, que controlam a distribuição e as fácies do intervalo Rio do Sul/Triunfo (CASTRO, 1980a, b, 1991; MACHADO, 1989): a falha de Rio do Sul (vale do Itajaí-açu) e a falha de Perimbó. Assim, elaborou-se perfis topográficos, seções geológicas e colunas estratigráficas cronocorrelatas à Fm. Rio do Sul nas seguintes drenagens/rodovias:

- I- Rodovia BR-470, entre Trombudo Central e Lontras;
- II- Rodovia/vale do Itajaí do Sul entre Rio do Sul e Ituporanga;
- III- Rodovia Lontras – Presidente Nereu (perfil a sudeste de Lontras, ribeirão Lontras);
- IV- Ribeirão Lontrinhas;
- V- Adjacências de Vidal Ramos, na rodovia BR-486.

Para essa etapa de cronocorrelação dos sistemas da Formação Rio do Sul, via construção das seções e perfis verticais citados, se utilizou da geomorfologia, de dados de campo e de poços da literatura para amarração dos dados de superfície. As seções e perfis topográficos foram confeccionadas a partir de imagens SRTM (interpoladas para 30 m), obtidas por *download* no *site* do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE); as imagens foram processadas no *software* ArcGis. Daí sendo extraídas as curvas de nível, traçadas os perfis de interesse e geradas as seções e perfis verticais. Posteriormente estas foram digitalizadas no *software* Corel Draw e geradas as figuras apresentadas neste trabalho.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO

2.1 BACIA DO PARANÁ

A Bacia do Paraná é uma extensa área deposicional localizada inteiramente no interior da plataforma sul-americana, configurando assim uma legítima bacia intracratônica, abrangendo cerca de 1.500.000 km². Geograficamente, a Bacia do Paraná distribui-se sobre a porção meridional do Brasil, Paraguai oriental, nordeste da Argentina e norte do Uruguai. Seu registro estratigráfico encerra, em seu depocentro, uma espessura total máxima em torno dos 7.000 m (MILANI et al., 2007) de rochas sedimentares e magmáticas depositadas entre Neo-Ordoviciano e o Neocretáceo. A bacia tem forma ovalada com eixo maior numa direção aproximadamente NNE-SSW (figura 2). A Bacia do Paraná é classificada como do tipo *Continental Inferior Fracture* (IF), em seu estágio inicial de deposição, que vai do Siluriano ao Eopermiano, e do tipo *Interior Sag* (IS), do Eopermiano (Sakmariano) até seu estágio final de deposição no Cretáceo (FRANÇA e POTTER, 1988), conforme o sistema de classificação de Kingston et al. (1983 *apud* FRANÇA e POTTER, 1988). O seu nome deriva do rio Paraná, que corre paralelo ao seu eixo maior, numa direção NE-SW, por cerca de 1.500 km, até defletir numa direção E-W, cruzando o Arco de Assunção e formando a fronteira entre o Paraguai e a Argentina (ZALÁN et al., 1990).

Apesar de ser uma bacia de interior de placa, sua evolução não passou isenta da influência de eventos tectônicos ocorridos ao longo do tempo. França e Potter (1988) apontam que os resultados obtidos em poços, mapeamento sísmico e estudos aeromagnéticos mostraram que a bacia foi significativamente deformada. Diversos alinhamentos estruturais, associados a falhamentos e a intrusões de diabásio, foram mapeados, principalmente na parte sul da bacia (figura 3). Estes alinhamentos, com direção predominante NW, podem ser identificados por mapeamento aeromagnético (FERREIRA, 1982 *apud* FRANÇA e POTTER, 1988) ou por sensoriamento remoto de satélites e imagens de radar (SOARES, 1982 *apud* FRANÇA e POTTER, 1988). A principal feição estrutural da Bacia do Paraná é representada pelo Arco de Ponta Grossa. Este arco encontra-se limitado a norte pelo alinhamento de Paranapanema, e a sul pelo alinhamento do Uruguai. Tais alinhamentos são extensões continentais de duas zonas de fratura do fundo oceânico: o alinhamento do Rio de Janeiro e o alinhamento de Florianópolis (ASMUS e GUAZELLI, 1981 *apud* FRANÇA e POTTER, 1988). O Arco de Ponta Grossa, assim como o Arco de Goiânia/Alto Paranaíba (que constitui

o limite norte da bacia), apresenta paralelismo em torno da direção N55°W, sendo tal fato uma clara indicação da sua origem tectônica, já que esta é uma das duas mais importantes direções de *trends* de falhas e lineamentos na Bacia do Paraná (ZALÁN et al., 1990).

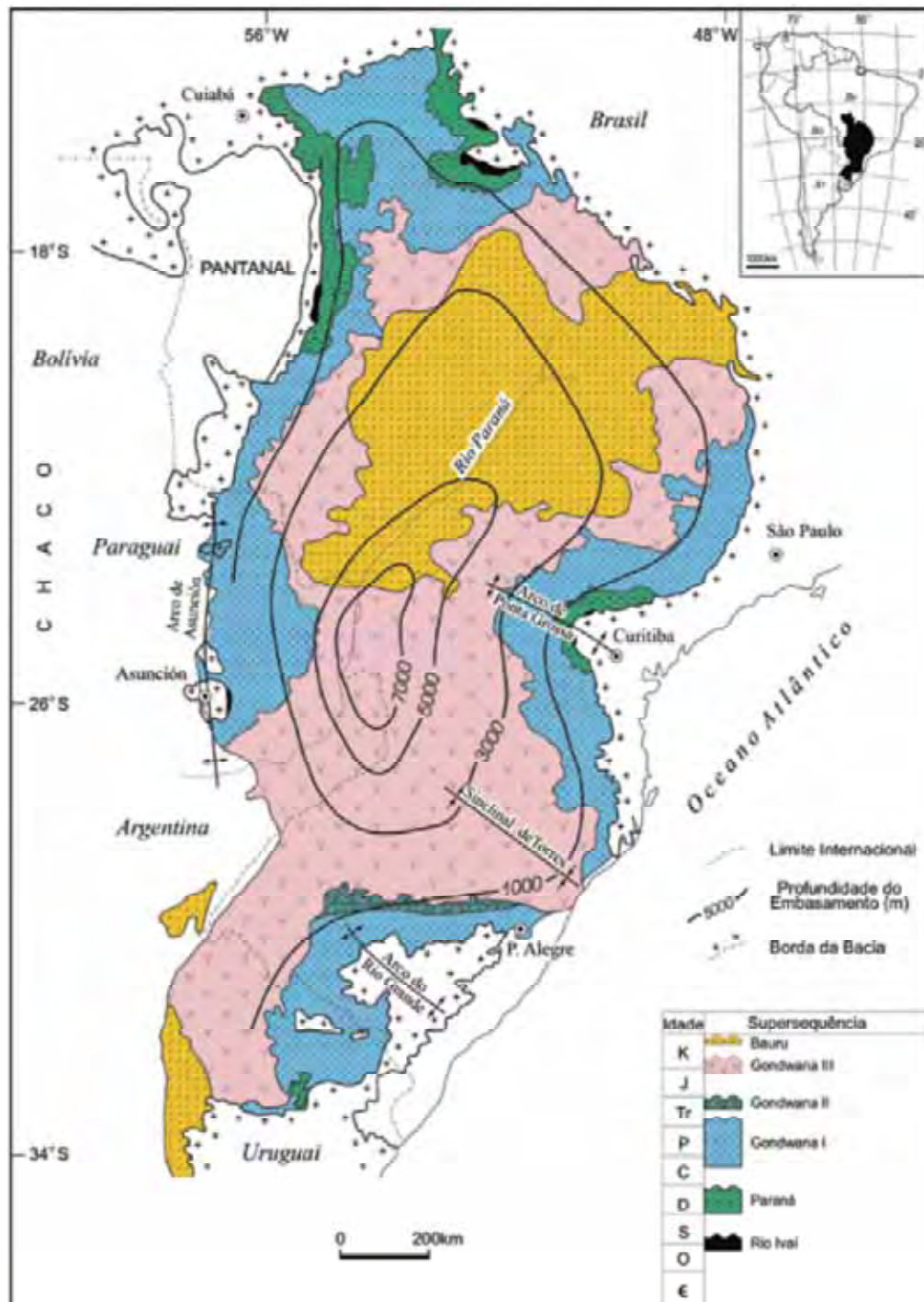


Figura 2 – Mapa geológico simplificado da Bacia do Paraná, com o contorno estrutural (profundidade) do embasamento cristalino (MILANI, 2005).

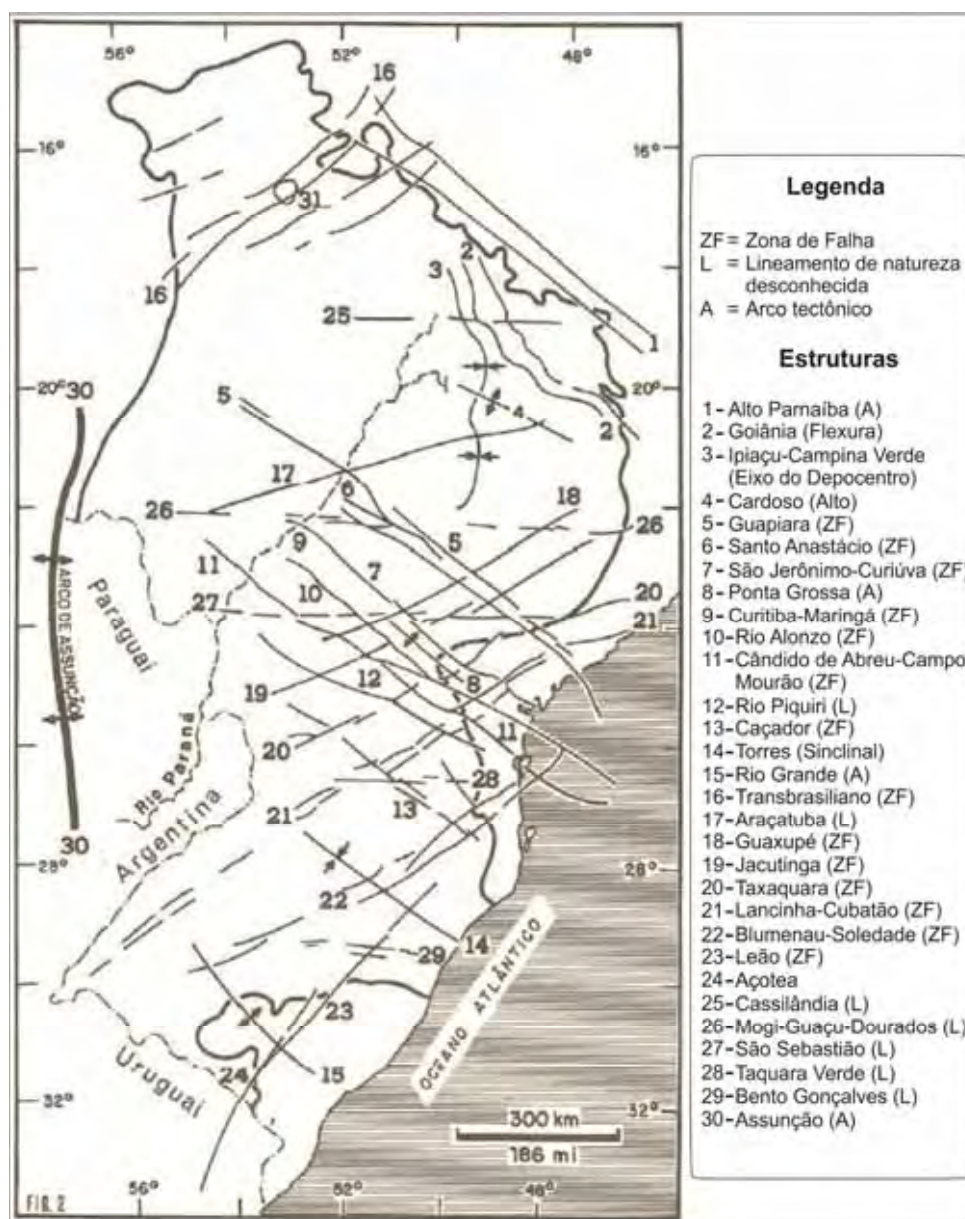


Figura 3 – Mapa do arcabouço estrutural da Bacia do Paraná. A bacia é dominada por elementos tectônicos lineares que se orientam em três direções principais: NW-SE, NE-SW e E-W. Apenas os mais importantes são mostrados aqui (ZALÁN et al., 1990).

Milani (1997 *apud* MILANI et al., 2007) reconheceu no registro estratigráfico da Bacia do Paraná seis unidades de ampla escala ou Supersequências (VAIL et al., 1977), limitadas por superfícies de discordância de caráter interregional (figura 4): Rio Ivai (Ordoviciano-Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Carbonífero-Eotriássico), Gondwana II (Meso a Neotriássico), Gondwana III (Neojurássico-Eocretáceo) e Bauru (Neocretáceo).

As três primeiras superseqüências são representadas por sucessões sedimentares que definem ciclos transgressivos-regressivos ligados a oscilações do nível relativo do mar no Paleozóico, enquanto as demais correspondem a intervalos de sedimentitos continentais com rochas ígneas associadas (MILANI et al., 2007).

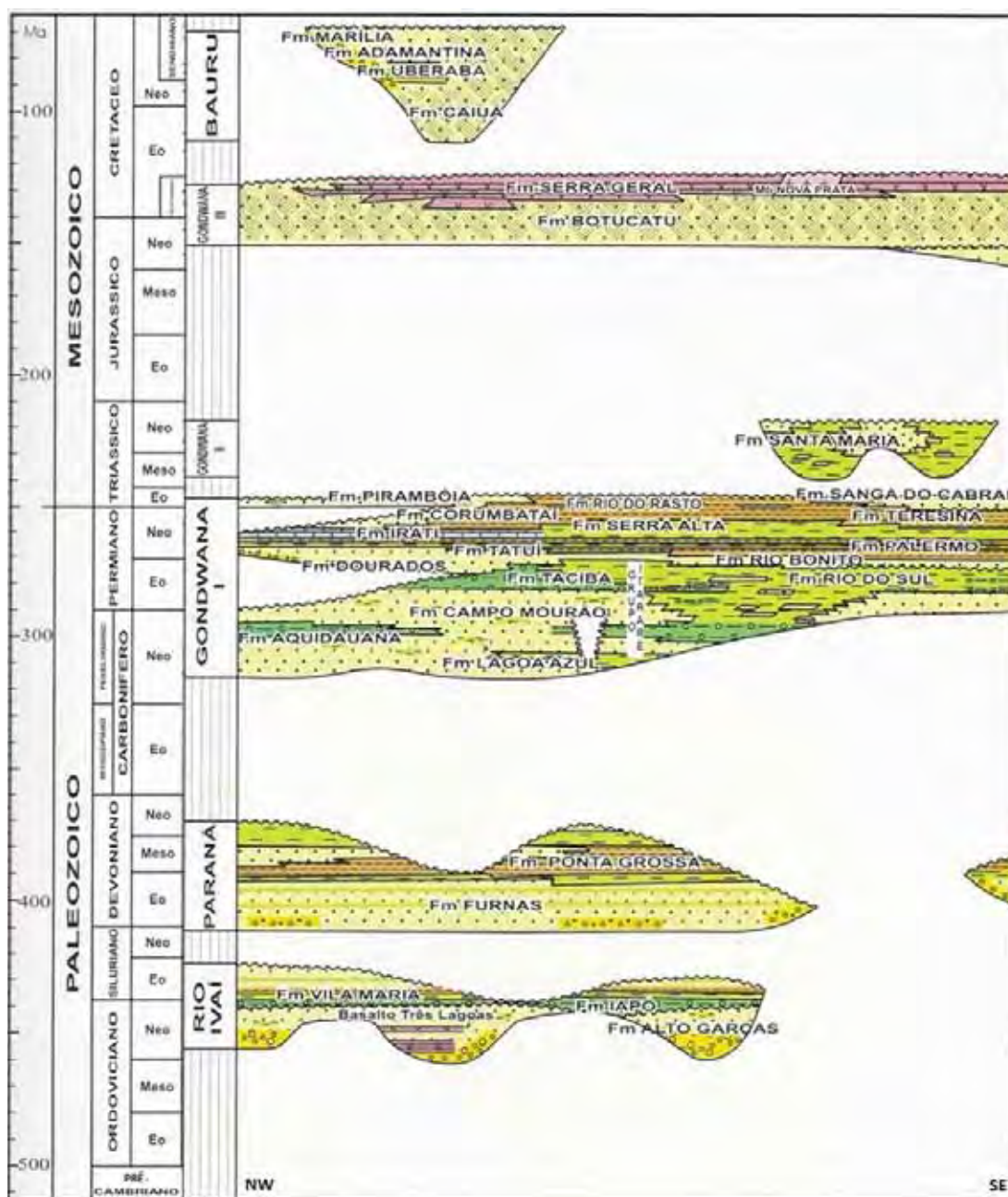


Figura 4 – Diagrama cronoestratigráfico da Bacia do Paraná, constituído com base fundamentalmente em informações de subsuperfície. A extremidade NW do diagrama corresponde à estratigrafia constatada pelo poço de Alto Garças – MT, e a SE aos dados do poço Belém, no Uruguai (exceto a seção devoniana do Grupo Duranzo, que não ocorre no referido poço mas é aflorante naquela região) (MILANI, 2005).

A Orogenia Herciniana se fez sentir na Bacia do Paraná por meio do soerguimento da região setentrional desta, o que, em conjunto com a presença de calotas glaciais, ocasionou a interrupção da sedimentação ao longo do Eocarbonífero. Ao final do Moscoviano (GRADSTEIN et al., 2004 *apud* MILANI et al., 2007), com a progressiva migração do continente para norte, passando da zona climática fria para a temperada (IANNUZZI e RÖSLER, 2000 *apud* LONGHIM, 2007), e o consequente degelo das calotas glaciais, houve a retomada da acumulação sedimentar na bacia. As duas primeiras unidades, litoestratigraficamente individualizadas nos grupos Itararé e Guatá, apresentam inicialmente caráter transgressivo atingindo condições de inundação máxima no Artinskiano (MILANI et al., 2007), momento no qual ocorre a deposição do folhelho betuminoso da Formação Irati. No final do Permiano, a bacia sofre progressiva continentalização, como registra os sedimentos das formações Teresinha e Rio do Rastro.

2.2 O GRUPO ITARARÉ

Segundo Petri (1964, *apud* ROSADA JR., 2003), deve-se a Silva e Andrade (1827) a primeira referência às rochas que hoje pertencem ao Grupo Tubarão. Contudo, é a White (1908) que se atribui a primeira tentativa de uma classificação estratigráfica para as unidades gondwânicas aflorantes na porção sudeste da Bacia do Paraná. White (op. cit., *apud* MILANI et al., 2007) agrupou o conjunto de estratos em questão no “Sistema de Santa Catarina”, constituído pela “Série de São Bento”, “Série de Passa Dois” e “Série Tubarão”. A Série Tubarão designava todos os sedimentos existentes abaixo da Formação Irati, na região carvoeira do sul do Estado de Santa Catarina (ROSADA JR., 2003). Mais tarde, a Série Tubarão foi estendida para o resto da bacia e teve seu *status* modificado para Grupo Tubarão e, posteriormente, para Supergrupo Tubarão (FRANÇA e POTTER, 1988). O Supergrupo Tubarão constituía-se dos grupos Itararé e Guatá.

Schneider et al. (1974) sugerem que o nome Série Itararé foi usado pela primeira vez por Oliveira (1916) para nomear os sedimentos com influência glacial que ocorrem na bacia do rio Itararé, São Paulo. Segundo Schneider et al. (op. cit.), a partir dos trabalhos de Gordon Jr. (1947) e Maack (1947), a unidade passou para a categoria de Grupo. Contudo, autores como Northfleet et al. (1969) continuaram considerando tal unidade como Formação.

Schneider et al. (1974) reforçam a caracterização destes sedimentos como Grupo e nomearam as unidades litoestratigráficas anteriormente mapeadas, sob denominações informais, a partir de trabalhos efetuados pela PETROBRAS (TOMMASI e RONCARATI, 1970; TOMMASI, 1973; GONÇALVES e TOMMASI, 1974). O Grupo Itararé foi assim dividido em quatro formações: Campo do Tenente, Aquidauana, Mafra e Rio do Sul (Figura 5).

A Formação Campo do Tenente, porção basal do Grupo Itararé, corresponde ao que foi mapeado e denominado, informalmente, de *argilitos basais* por Tommasi e Roncarati (1970). Aquela unidade é composta por argilitos castanho-avermelhados, apresentando laminação plano paralela e, secundariamente, ocorrem ritmitos e diamictitos de matriz arenosa (SCHNEIDER et al., 1974). Tommasi e Roncarati (1970 *apud* SCHNEIDER et al., op. cit.) atribuíram influência glacial direta nos depósitos desta formação. À porção essencialmente argilosa, atribuíram origem lacustre em ambiente altamente oxidante.

A Formação Aquidauana seria equivalente à Formação Campo do Tenente (SCHNEIDER et al., 1974), desta se diferenciando devido a sua cor avermelhada ocasionada pela oxidação. Sua ocorrência está restrita aos flancos norte e oeste da Bacia do Paraná.

A Formação Mafra, unidade intermediária do Grupo Itararé e correspondente ao que foi mapeado sob a denominação informal de *arenitos* por Tommasi e Roncarati (1970), é constituída por arenitos esbranquiçados, amarelos e vermelhos de granulometria bastante variada, com laminações ondulada e plano paralela, estratificação cruzada acanalada e estruturas de corte e preenchimento. Secundariamente, ocorrem diamictitos, argilitos e argilitos várvidos. Sua deposição deu-se em ambientes marinho e continental. Correntes de turbidez foram inferidas devido à presença de ritmitos (SCHNEIDER et al., 1974).

A Formação Rio do Sul, terço superior do Grupo Itararé e correspondente aos *argilitos várvidos + ritmitos* de Tommasi e Roncarati (1970), foi descrita por Schneider et al. (1974) como constituída, em sua parte basal, por folhelhos e argilitos cinza escuro, localmente várvidos, denominados Folhelhos Lontras em Santa Catarina e Folhelhos Guaraúnas no Paraná. Laminação plano paralela, rítmica e estrutura *cone-in-cone* ocorrem nestes sedimentos. A parte superior constituiria argilitos, folhelhos várvidos, ritmitos, arenitos finos e diamictitos. Marcas de base, acamamento gradacional, laminação convoluta, plano paralela e cruzada, marcas onduladas e estruturas de escorregamento também foram observadas nas camadas siltico-arenosas, enquanto que nos intervalos arenosos são registradas laminações

cruzadas, estruturas de escorregamento e estratificação irregular. Por fim, os diamictitos são marcados por estratificação irregular, estruturas de convolução e escorregamento. Marcas de onda e laminação flaser são abundantes no topo da formação. Os sedimentos desta formação foram depositados em ambiente marinho. A instabilidade do material acumulado nas bordas da bacia desencadeou escorregamentos subaquosos e correntes de turbidez. Esses processos deram origem aos diamictitos, ritmitos e arenitos intercalados nos folhelhos.

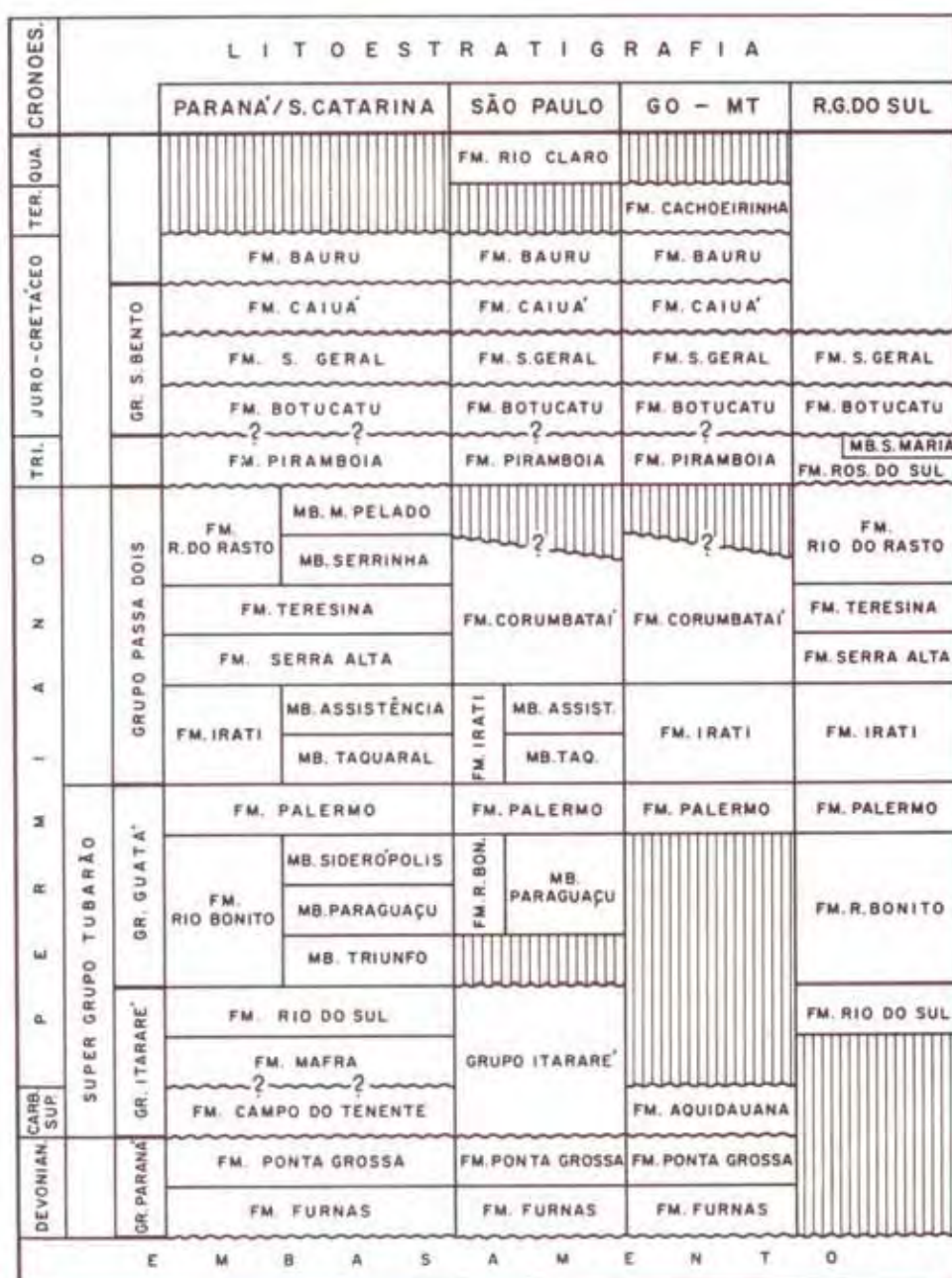


Figura 5 – Carta estratigráfica da Bacia do Paraná (SCHNEIDER et. al., 1974)

Gonçalves e Tommasi (1974) realizaram um trabalho de mapeamento do Grupo Itararé em Santa Catarina. Neste trabalho os autores identificaram cinco sistemas deposicionais para a Formação Rio do Sul (figura 6), também observaram-se um *onlap* das formações contra o embasamento. Os autores também constataram uma espessura constante em torno de 50 metros para o Folhelho Lontras, sendo que este desaparece ao sul de Aurora e Vidal Ramos. Outra constatação importante deste trabalho foi a ocorrência de uma “lente” arenosa (160 m a 200 metros de espessura) ocorrendo acima do Folhelho Lontras, a qual foi denominada como arenito Rio do Sul, tendo este uma proveniência de leste. Também foram mapeados por aqueles autores espessos depósitos de diamictitos e arenitos na porção superior da Formação Rio do Sul, configurando os flancos norte (alto vale do rio Hercílio) e sul (Alfredo Wagner) de uma bacia marinha contendo folhelhos e ritmitos e centrada em torno da cidade de Rio do Sul (“depressão” de Rio do Sul).

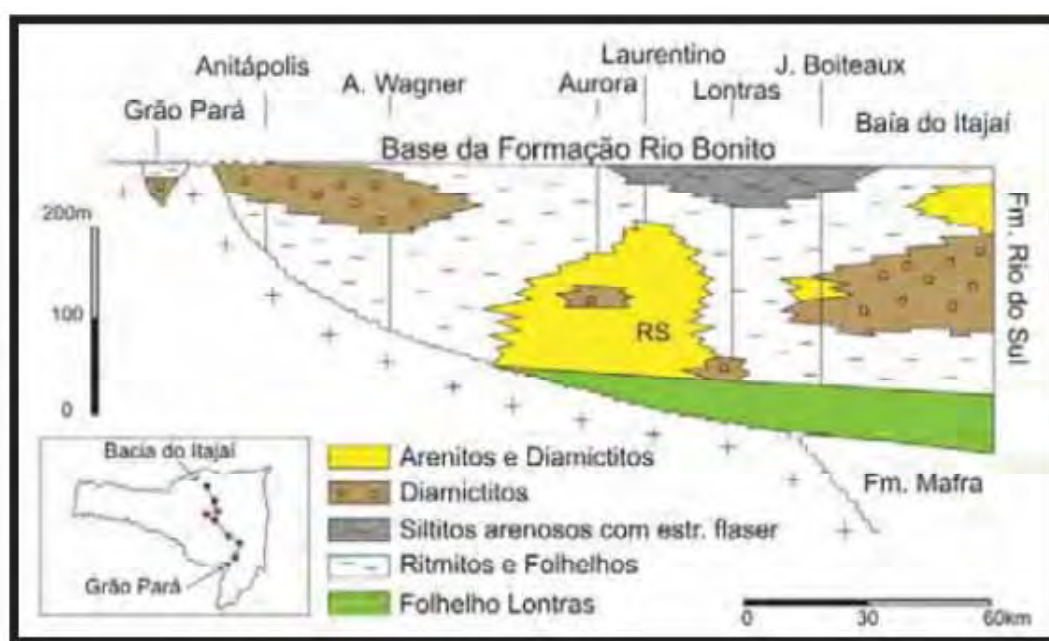


Fig. 6 – Seção estratigráfica do Grupo Itararé/Fm. Rio do Sul na faixa aflorante leste-catarinense (GONÇALVES e TOMMASI, 1974)

França e Potter (1988), em seu estudo de subsuperfície da Bacia do Paraná, caracterizaram o Grupo Itararé como constituído por três grandes ciclos (inferior, médio e superior) de afinamento acendente, relacionados a três avanços maiores de geleiras sobre a bacia. O primeiro avanço seria responsável por depósitos glácio-terrestres, os segundo e

terceiro avanços já teriam ocorrido contemporaneamente a transgressões marinhas. Estes ciclos foram denominados (da base para o topo) como formações Lagoa Azul, Campo Mourão e Taciba. As litofácies da Formação Taciba foram ainda subdivididas nos membros Rio Segredo, Chapéu do Sol e Rio do Sul (figura 7). Os autores citam ainda a ocorrência da Formação Aquidauana como um equivalente estratigráfico ao Grupo Itararé, com ocorrência restrita a porção mais a norte-noroeste da bacia, e deste se diferenciando basicamente devido a oxidação e a cor avermelhada.

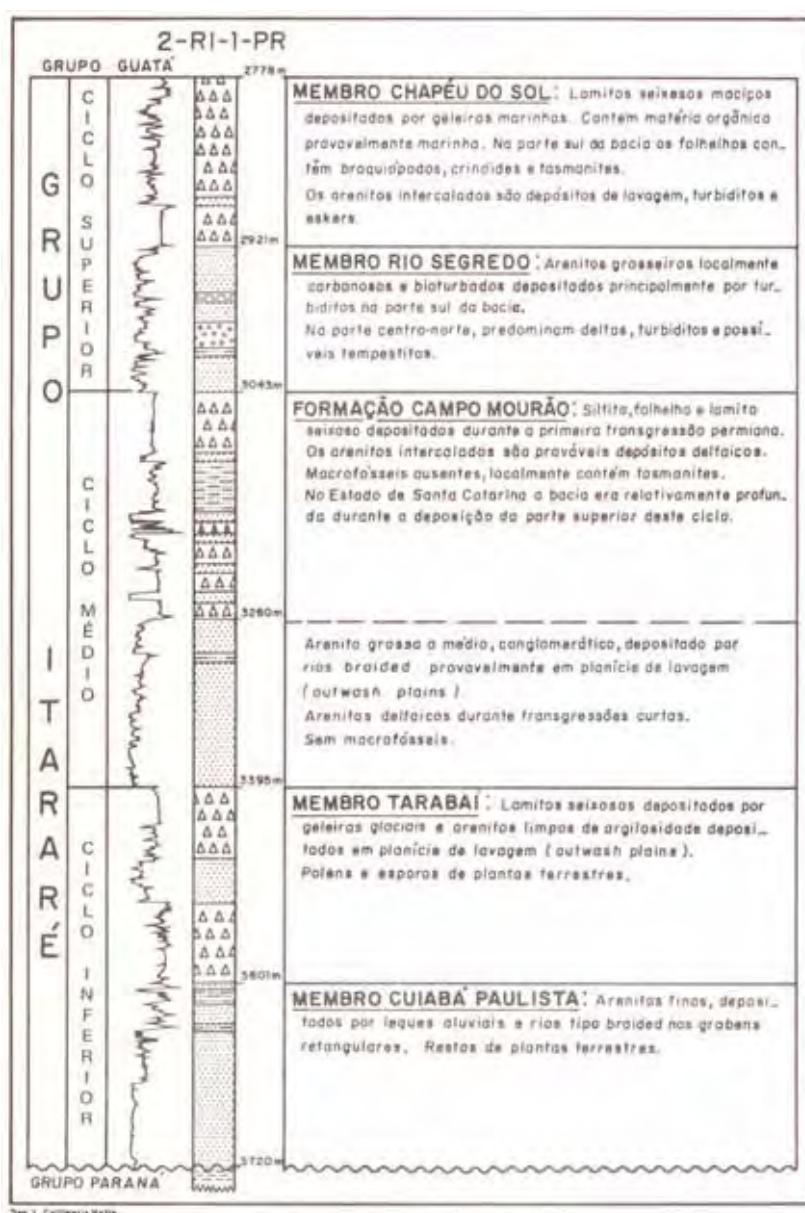


Figura 7 – Perfil-tipo do Grupo Itararé, com os três ciclos/formações Lagoa Azul (inferior), Campo Mourão e Taciba (superior). Notar a presença de seis diamictitos (dois por ciclo) que poderiam indicar seis glaciações (FRANÇA e POTTER, 1988).

As formações Lagoa Azul, Campo Mourão e Taciba (FRANÇA e POTTER, 1988) equivalem, respectivamente, às formações Campo do Tenente, Mafra e Rio do Sul (SCHNEIDER et al., 1974), com a diferença que para França e Potter (op. cit.) o Folhelho Lontras (com o *status* de Membro) constitui o topo do segundo ciclo/formação, e não a base do terceiro, como havia sido proposto por Schneider et al. (op. cit.). A espessura máxima deste folhelho, reconhecida por França e Potter (op. cit.) foi de 101 metros no poço 1-BN-1-SC, mas suas espessuras típicas variam de 30 m a 50 m (figura 8).

França e Potter (1988) ainda identificaram ocorrer interdigitação dos folhelhos Rio do Sul com os lamitos seixosos do Membro Chapéu do Sol. Com base nisso, os autores propuseram mudar a categoria de Formação Rio do Sul para Membro Rio do Sul.

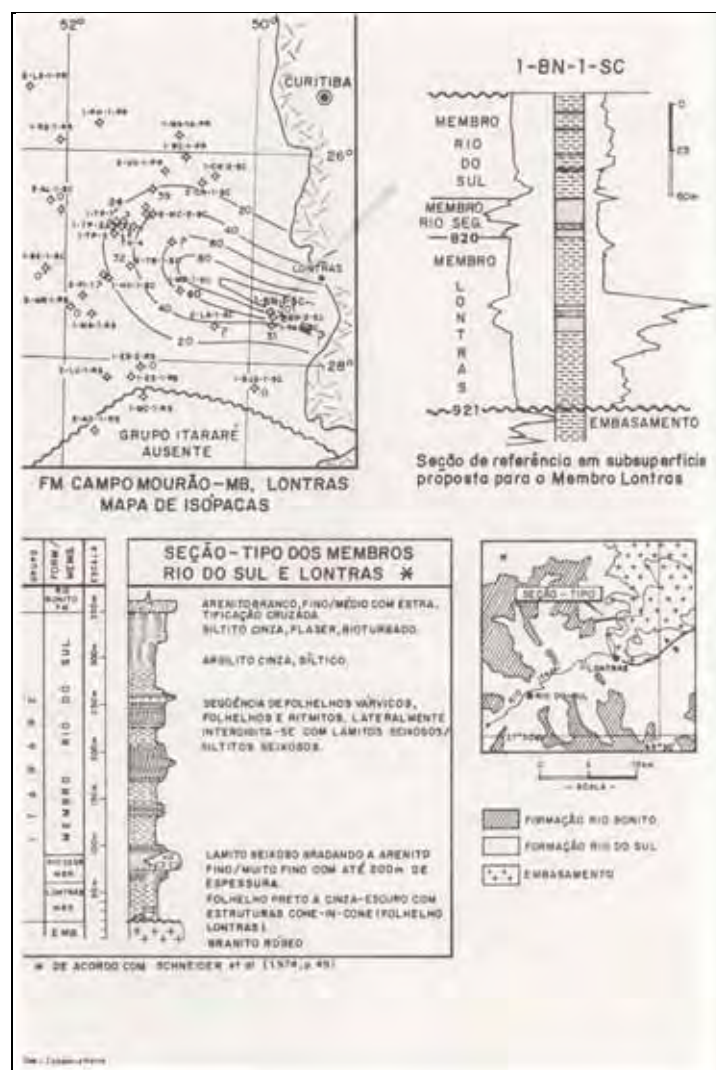


Figura 8 – Isópacas, perfil-tipo e seção-tipo do Membro Lontras, em Santa Catarina (FRANÇA e POTTER, 1988).

A região onde aflora o Grupo Itararé no estado de Santa Catarina pode ser analisada em termos de áreas deposicionais, ou sub-bacias. A primeira estaria mais a norte, sendo caracterizada principalmente na região do vale do rio Hercílio. Esta área foi estudada por Castro (1998) e Andrade (2010). Neste trabalho, pretende-se analisar o intervalo Lontras/Rio Segredo na área central de Santa Catarina, caracterizada principalmente na região dos vales dos rios Itajaí-Açu e Itajaí do Sul.

A faixa aflorante do Grupo Itararé na área central de Santa Catarina foi abordada por diversos autores (MEDEIROS et al., 1970; GONÇALVES e TOMMASI, 1974; CASTRO, 1980a, b; CASTRO e MEDEIROS 1980; MACHADO, 1989; CASTRO, 1991; CANUTO, 1993; CASTRO, 1995, 1997; SILVA, 2005).

Castro (1980a; b) propôs um modelo marinho “relativamente profundo” de leque submarino alimentado por arenitos e folhelhos caóticos de escorregamento de talude, depositado no sentido noroeste (figura 9). O autor também apresentou uma síntese estratigráfica da sucessão Rio do Sul – Rio Bonito na região entre as cidades de Rio do Sul e Alfredo Wagner (figura 10) e determinou a ocorrência, no arenito Rio do Sul, de uma espessa intercalação de diamictito acunhado sobre o lobo arenoso prévio (CASTRO e MEDEIROS, 1980).

Machado (1989) ao estudar a província de Alfredo Wagner, determinou a evolução desta unidade por meio dos conceitos de tratos de sistema. O autor identificou três tratos de sistemas deposicionais. O primeiro, glacioproximal, compreende dois sistemas deposicionais, subglacial – caracterizado por tilitos de alojamento e embasamento estriado – e proglacial – caracterizado por diamictitos de fluxo e varvitos proximais. O segundo, marinho profundo a raso, apresenta 100 m de folhelhos e turbiditos (Rio Segredo) característicos de um ambiente marinho profundo e delgadas fácies pelítico-arenosas de um ambiente marinho raso. Por fim o terceiro, glacial/deglacial, é composto por uma alternância de condições glácio-marinhas proximais: interdigitação de fácies complexas de arenitos e diamictitos, e glácio-lacustres envolvendo fácies areno-arenosas deltaicas a proximal e fácies de ritmito (varvito) distal.

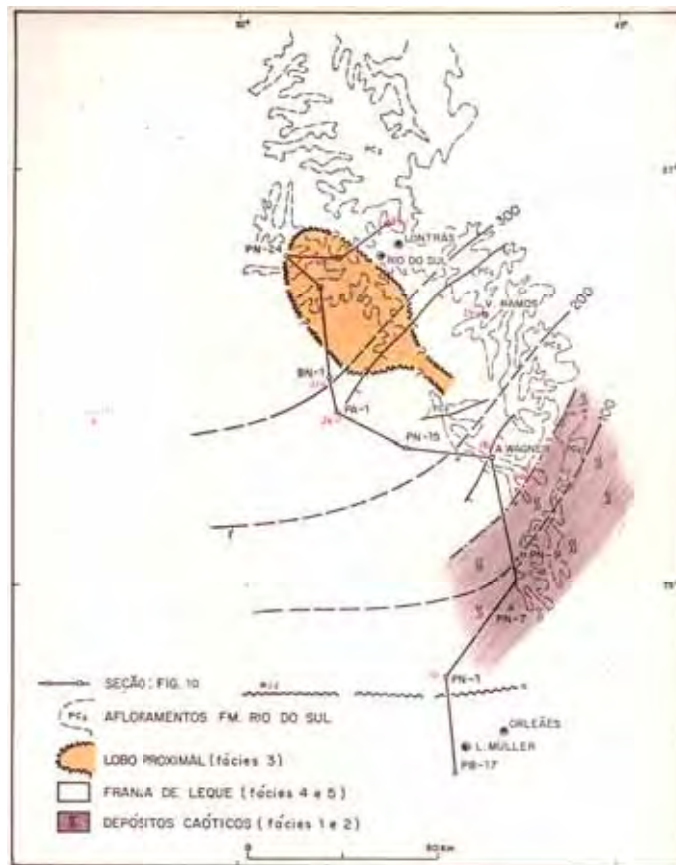


Figura 9 – Isópacas da Formação Rio do Sul e distribuição das fácies do modelo de sedimentação profunda (CASTRO, 1980a).

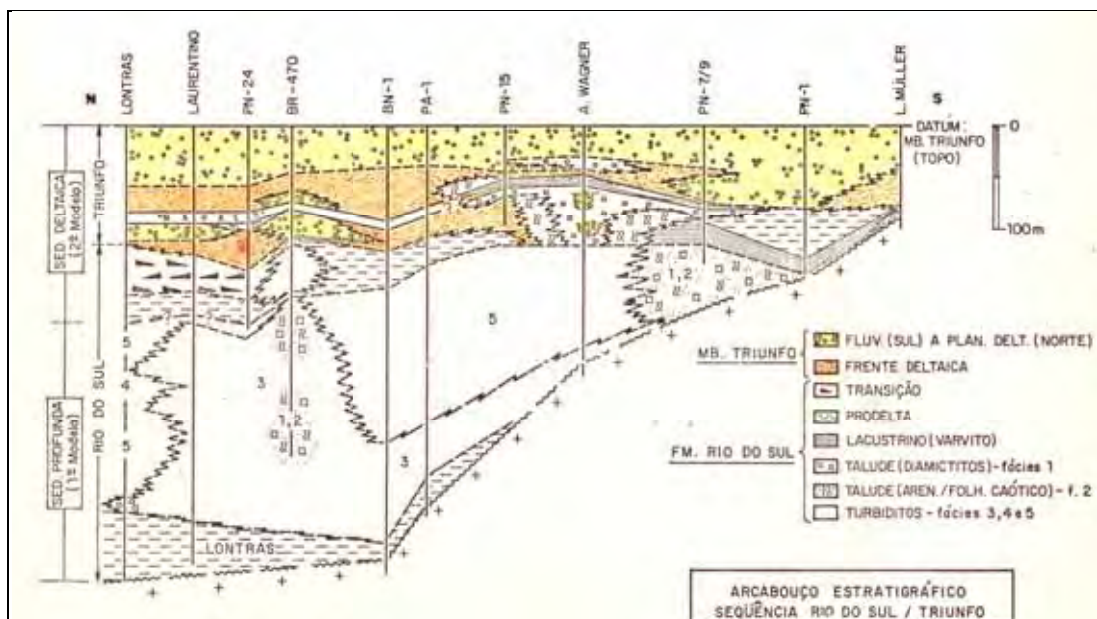


Figura 10 – Arcabouço estratigráfico da Sequência Rio do Sul/Triunfo (CASTRO, 1980a).

Castro (1991) apresentou um painel cronoestratigráfico mais detalhado da evolução dos sistemas glacial, marinho e deltaico das formações Rio do Sul e Rio Bonito/Membro Triunfo (figura 11). O autor identificou três províncias (Rio do Sul, Ituporanga-Alfredo Wagner e Alfredo Wagner) que exibem registros sedimentares característicos da referida evolução. A província de Rio do Sul (ciclo R1) representa um contexto turbidito-marinho-deltaico, apresentando um delta basal delimitado, na base, por folhelhos marinhos ou depósitos glaciais da Formação Rio do Sul e, no topo, por um marco de tempestitos de ocorrência regional. A província entre Ituporanga e Alfredo Wagner é transicional. Nela, observam-se dois grandes ciclos – um inferior – marcado por uma sucessão, com granodrecrescência e adelgaçamento ascendentes, de depósitos areno-argilosos de escorregamento e diamictitos, além de varvitos, e – um superior – marcado por uma sucessão deltaica (ciclo R3), com folhelhos prodeltaicos na base sobrepondo-se aos varvitos do topo do ciclo inferior. Por fim, a província de Alfredo Wagner é caracterizada por uma longa permanência de condições glaciais que caracterizou a porção superior da Formação Rio do Sul. Um delgado ciclo deltaico inicial está impresso no Membro Triunfo, marcando o início da evolução pós-glacial (ciclo R4). Este encontra-se sobreposto a diamictitos, a depósitos de escorregamento ou de lavagem subaquosa, e a varvitos, todos de origem glacial.

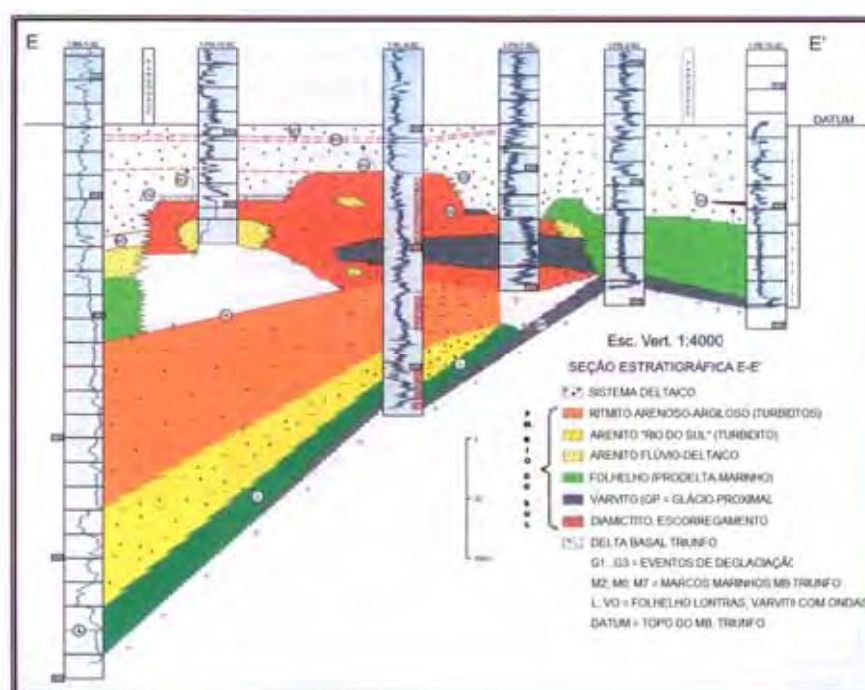


Figura 11 – Seção cronoestratigráfica da sucessão Fm. Rio do Sul – Fm. Rio Bonito/Mb Triunfo (CASTRO, 1991).

Canuto (1993 *apud* CASTRO, 1998) reconheceu, na região de Rio do Sul, três tratos de sistemas deposicionais, confirmando assim a interpretação de Machado (1989). Trato de Sistemas Depositionais Glaciais (englobando os Sistemas Depositionais Subglacial e Marinho Proximal), Trato de Sistemas Depositionais Marinhos Profundos (englobando os Sistemas Depositionais Marinho Profundo e de Leques Submarinos) e o Trato de Sistemas Depositionais Marinhos Rasos (transicional). Em termos de fisiografia, Canuto (*op. cit.*) descreveu a “depressão” de Rio do Sul, durante a deposição da Formação Rio do Sul, como uma ampla baía, de mais de 200 km de comprimento, por mais de 100 km de largura, na parte centro-leste do estado de Santa Catarina.

Castro (1995) identificou cinco sistemas nas unidades do Grupo Itararé e um na Formação Rio Bonito, referentes ao intervalo Taciba-Triunfo. São eles: varvito; folhelhos e ritmitos; diamictitos; arenitos e diamictitos; turbiditos arenosos; e arenitos e folhelhos. O autor também definiu três ciclos principais a partir de quebras argilosas transgressivas. Os sistemas de cada ciclo tendem a tornar-se mais rasos para cima, com os depósitos argilosos distais sendo recobertos por diamictitos glácio-marinhos e estes por arenitos e diamictitos de retrabalhamento glácio-transicional. Por fim, o autor identifica três seqüências na Formação Taciba, com o Membro Lontras representando os tratos transgressivos/de mar alto de uma seqüência anterior (figura 12).

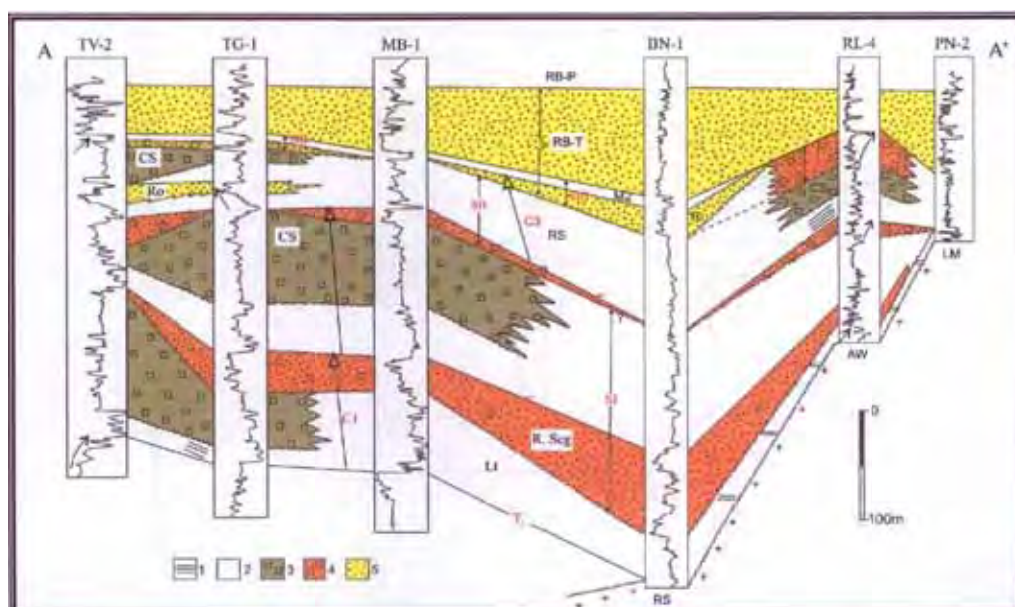


Figura 12 – Arcabouço estratigráfico da sucessão Taciba-Triunfo (RB-T), da borda (poços BN-1 a PN-2) ao interior – oeste da Bacia do Paraná (MB-1 a TV-2). O folhelho Lontras (Lt) forma um ciclo com o arenito Rio Segredo (R. Seg), ou este forma a base de uma seqüência deposicional (SI). 1- varvito; 2- folhelhos e turbiditos finos; 3- diamictito; 4- arenito/turbidito; e 5- arenito deltaico. CS, RS – membros Chapéu do Sol e Rio do Sul. R₀ e R₁ – deltas iniciais (CASTRO, 1995).

Os arenitos turbidíticos da base da sequência S1 representam um contexto marinho relativamente profundo. Já os arenitos e diamictitos da base das sequências S2 e S3 estariam associados a eventos de deglaciação glácio-transicionais.

Andrade (2010) estudou a região do vale do rio Hercílio com o objetivo de caracterizar a arquitetura estratigráfica do sistema turbidítico do Membro Rio Segredo. A autora concluiu que os sistemas deposicionais são formados por ciclos turbidíticos de origem marinha, apresentando organização ascendente de adelgaçamento e granodecrescência. Ciclos turbidíticos de origem deltaica também foram descritos. Eles possuem organização de espessamento e granocrescência ascendentes, incluindo estratos espessos até gigantes (6 m) com feições indicativas de água rasa ou deformação plástica em sua base, associada a cortes erosivos de canal, além de rara estratificação cruzada tabular.

Foi proposta, principalmente, por Daemon e Quadros (1970) uma idade kunguriana para a Formação Rio do Sul. Posteriormente, Daemon (1974) integrou os dados paleontológicos e palinológicos da Bacia do Paraná, caracterizando os horizontes marinhos das formações Rio do Sul e Rio Bonito nos sub-intervalos I₁ (folhelho Lontras e Camada Guaraúna), I₂ (folhelho Passinho) e I₃ (arenito Taió – Formação Rio Bonito), do Kunguriano (Cf. MEDEIROS; THOMAZ FILHO, 1973). A idade da Formação Taciba, dada pelas biozonas H₂ a I₄ passou a Artinskiano-Kunguriano (FRANÇA e POTTER, 1988). Já Souza (2005) posicionou aquela formação nas biozonas H₃, I₁, I₂+I₃+I₄, atribuindo-as ao Asseliano-Sakmariano.

3. FÁCIES TURBIDÍTICAS

Turbiditos (*sensu stricto*) tem sido reconhecidos e mapeados em Santa Catarina desde a segunda metade dos anos 1960 sob as designações: ritmito e folhelho “várvido” (Lontras). Trabalhos mais recentes acrescentaram turbiditos “argilosos” (equivalentes ao folhelho Lontras).

O ritmito areno-argiloso seria um turbidito clássico – uma camada ou estrato com a sequência Bouma completa (T_{abcde}), incluindo os termos “arenoso” (T_{abc}) e “micáceo-argiloso” (T_{de}). Os turbiditos arenosos são normalmente espessos, com sequência Bouma T_{ab} e/ou T_{abc} . Em trabalhos mais recentes observou-se turbiditos arenosos espessos (espessura entre 30 cm e 1 m) com uma capa argilosa centimétrica; com tal espessura, o folhelho passa quase despercebido e o turbidito é, erroneamente, descrito como “amalgamado”. O turbidito “argiloso” seria o de menores espessuras (1 cm a 2 cm) com razão arenito:folhelho aproximadamente igual a 1. É característico do folhelho “várvido” Lontras, embora o termo várvido seja inadequado.

O folhelho Lontras não é um varvito, cujas características são a bimodalidade textural e um contato abrupto entre as lâminas arenosa e argilosa. No caso do Lontras, o turbidito é definido como uma lâmina única (1 cm a 2 cm de espessura) com microgradação textural de silte arenoso a argila.

Sumariando, os turbiditos podem ser classificados de acordo com a espessura de seus estratos, desde milimétrica (“argiloso”) até centimétrica-métrica. Dessa forma pode-se dividir os depósitos turbidíticos em 5 grupos de diferentes espessuras de estratos, sendo eles: muito delgado (camadas apresentando espessura entre 1 cm e 3 cm), delgado (espessura entre 3 cm e 10 cm), médio (espessura de 10 cm a 30 cm), espesso (de 30 cm a 100 cm) e muito espesso (camadas acima de 1 m de espessura).

Quanto a fácies turbidítica, entendida como um conjunto de lâminas ou estratos semelhantes (quanto a espessura, por exemplo), pode-se classificá-los em turbiditos arenosos, areno-argilosos e argilosos.

O ciclo refere-se a uma sucessão ou combinação (associação) de fácies. Normalmente o ciclo combina um turbidito arenoso (médio a espesso) com um argiloso. Essa

combinação pode ser tão perfeita a ponto de constituir um marco estratigráfico, como o localizado no perfil Taiozinho, norte catarinense (ANDRADE, 2010; ANDRADE e CASTRO, no prelo).

Os ciclos básicos são tentativamente classificados como uma sucessão ou combinação de fácies arenosas, areno-argilosas e argilosas, como se verá a seguir nos cinco perfis faciológicos levantados nas drenagens/rodovias: Vidal Ramos (rio Itajaí-Mirim), Lontras (rio Lontras), Lontrinhas (rio Lontrinhas), Rio do Sul – Ituporanga (rio Itajaí do Sul), BR-470 (rios Trombudo, Itajaí D’oeste e Itajaí-Açu). A localização destes perfis pode ser vista na figura 13.

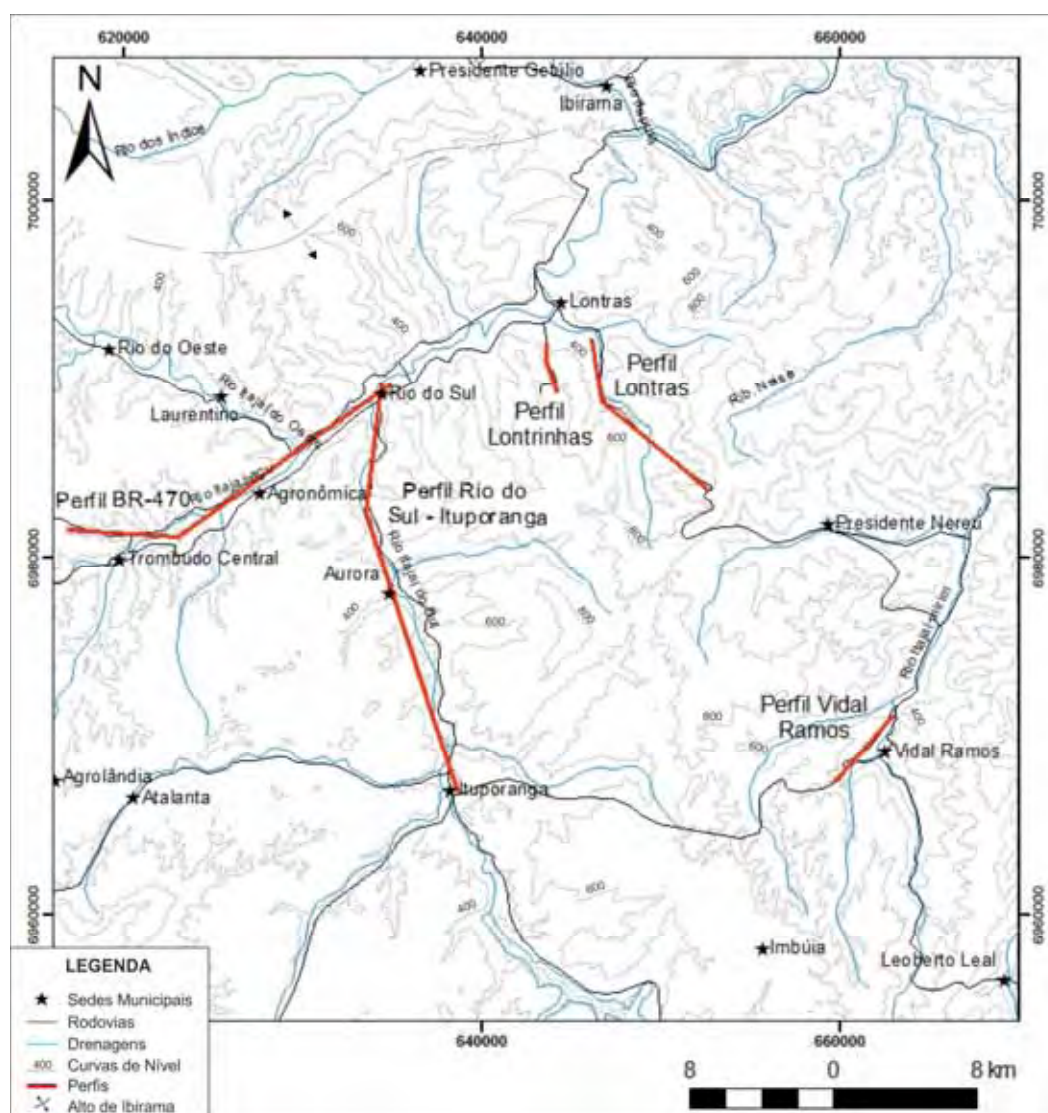


Figura 13 – Mapa apresentando a localização dos cinco perfis levantados: BR-470, Rio do Sul – Ituporanga, Lontrinhas, Lontras e Vidal Ramos. Espaçamento das curvas de nível: 200 m.

3.1 PERFIL VIDAL RAMOS

O perfil geológico de Vidal Ramos foi construído com afloramentos principalmente na rodovia asfaltada da margem esquerda do rio Itajaí-Mirim. Também foi levantado na estrada à margem direita (nos acessos secundários para Vidal Ramos). A figura 14 apresenta o mapa com a localização dos pontos dos afloramentos e o perfil topográfico da rodovia BR-486.

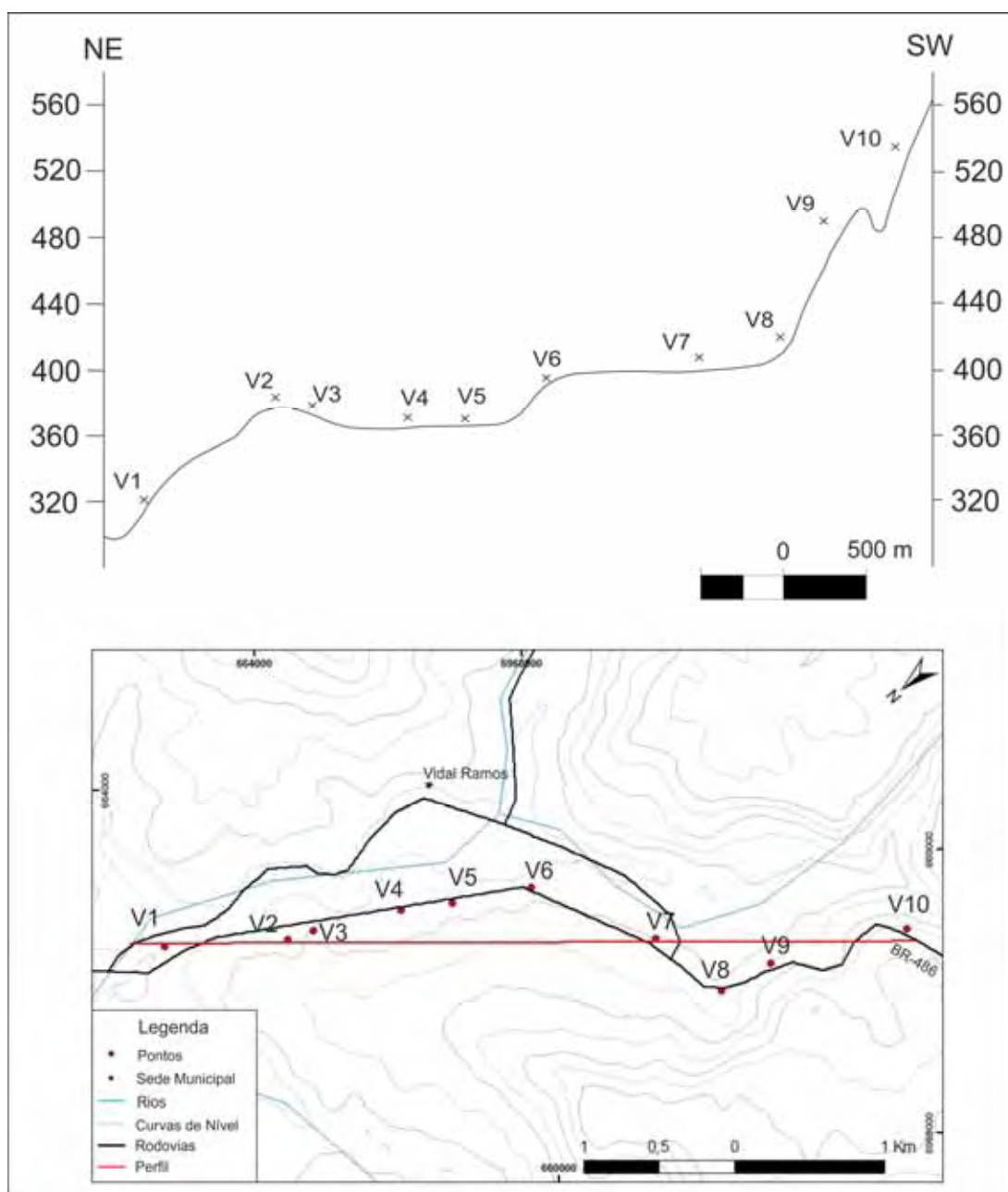


Figura 14 – Perfil topográfico e mapa de localização dos afloramentos (exagero vertical 12,5 vezes).

Os principais afloramentos aqui descritos ocorrem sobre o embasamento e formam quatro ciclos. O primeiro ciclo é caracterizado por uma granocrescência e espessamento seguido de granodecrescência e adelgaçamento ascendentes, apresentando as seguintes fácies (da base para o topo): folhelho “várvido”; varvito milimétrico (com ocasional seixo caído) intercalado com turbidito médio (espessura decimétrica – V2a na figura 15); arenito canalizado ou sigmoidal com matacão caído (V2a, figura 15) em contato gradacional sobre arenito com laminação cruzada clino-ascendente (V2b, figura 15). Apesar de não ilustrado, na parte superior do corpo arenoso V2 ocorrem turbiditos de espessura delgada/média (camada V2c, na figura 15). Finalmente, o ciclo em questão se completa com um intervalo clássico de varvito, com abundantes clastos caídos (V3, com matacão caído, na figura 15).

O segundo ciclo (V4) é formado de três fácies: sobreposto ao varvito clássico anterior ocorre uma fácies de escorregamento (não ilustrada), seguindo-se corpo de diamictito estratificado (foto V4, figura 15) sobreposto por lente de arenito fino e por outra fácies lamítica (foto V4a, figura 15).

Acima, compondo o terceiro ciclo, ocorrem três grandes sistemas – folhelho, arenito-folhelho turbidítico e folhelho. O folhelho inicial apresenta concreções (foto V5, figura 15); o intervalo médio de turbiditos é bastante distal, rico em turbidito “argiloso” (milimétrico, com raros intervalos muito delgado, 1-3 cm) e turbidito delgado (T_{de} , e menos frequentemente T_{cde}) (foto V8, figura 15). O intervalo pelítico superior deste ciclo é mostrado com o sistema anterior para evidenciar o contraste entre ambos (foto: V8 sob V9, figura 15).

Ainda, o perfil vertical de fácies/sistemas se completa com depósitos marinhos de tempestade (V10) que são recobertos por diamictitos e folhelhos marinhos, e pelos depósitos deltáicos do Membro Triunfo (não mostrado na figura).

O afloramento do ponto V8 mostrou-se satisfatório para a elaboração de um perfil de detalhe de fácies. Este perfil confirma a interpretação de turbiditos distais apresentando fácies argilosas e areno-argilosas, muito delgadas e raramente delgadas (figura 16). A argila é dominante sobre a areia.

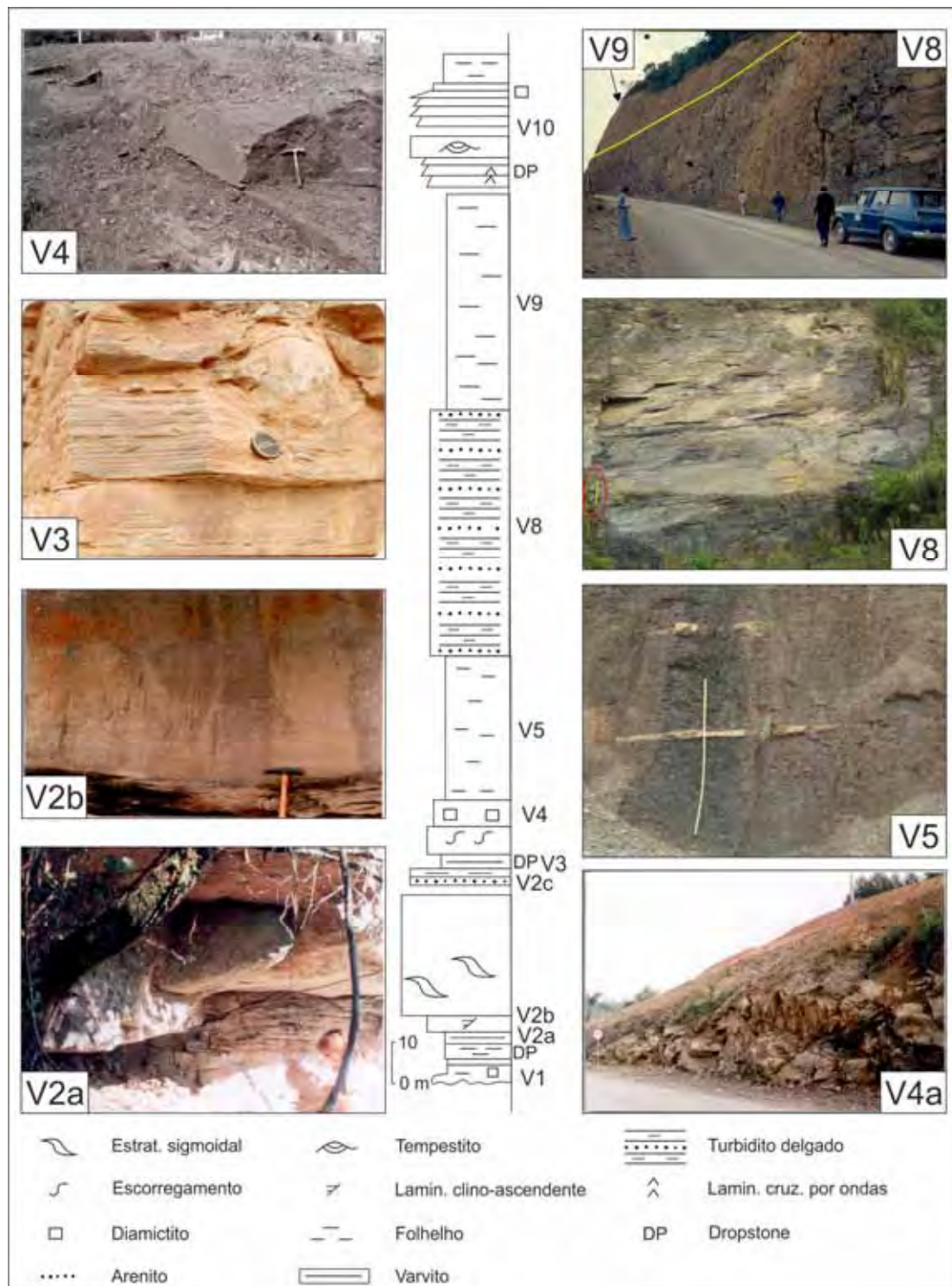


Figura 15 – Coluna estratigráfica da seção de Vidal Ramos com as fotos representando algumas das diferentes unidades da coluna. Escalas em V5 e V8 – trena aberta em 2 metros. V2b e V4 – martelo geológico ~ 28 cm. V3 – tampa de lente de câmera ~ 5 cm. (modificado de SILVA, 2005).

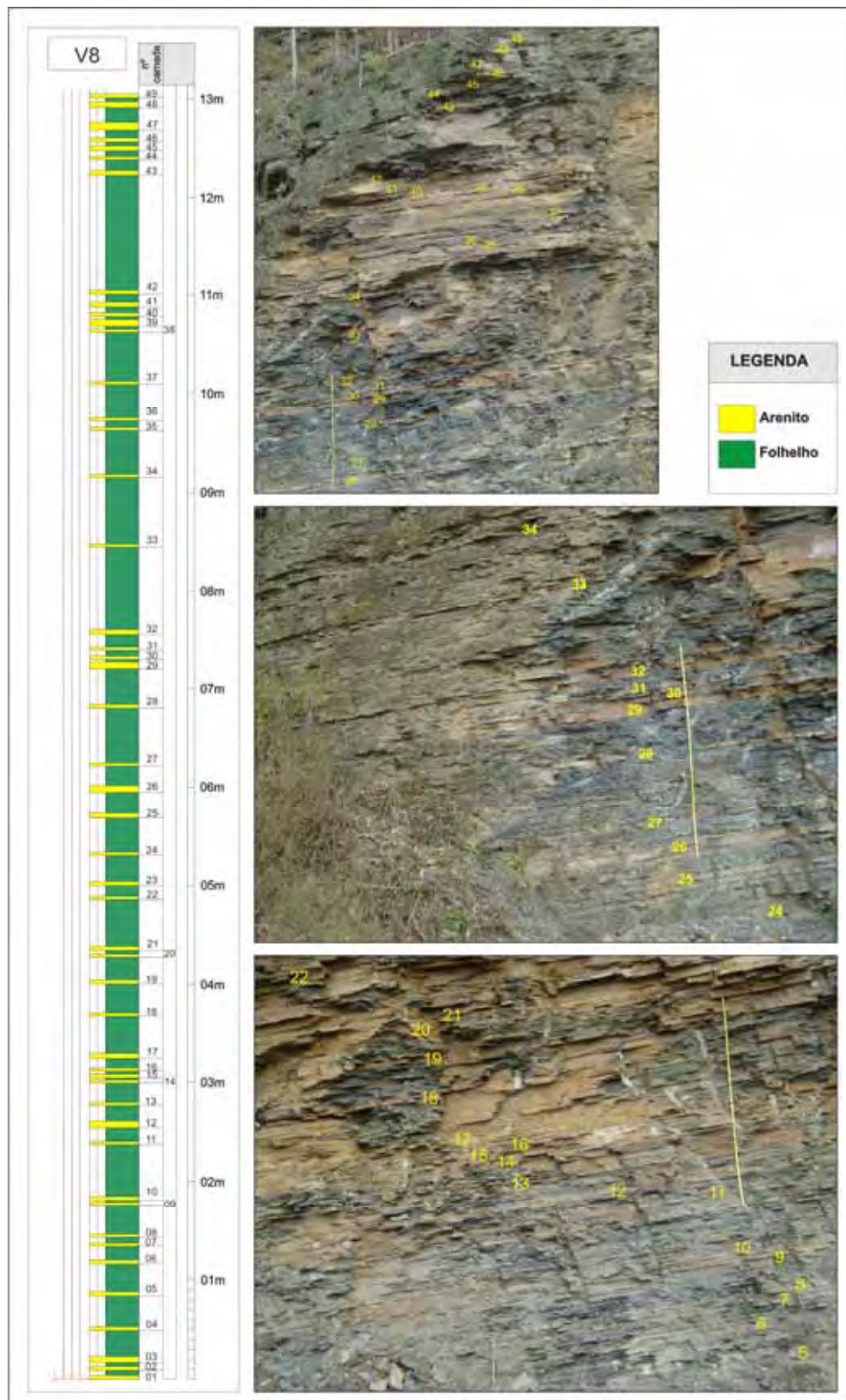


Figura 16 – Perfil de fácies de detalhe (escala 1:50) do afloramento V8. Notar a baixa razão arenito:folhelho.

Deve-se ressaltar três fatos importantes do perfil Vidal Ramos:

a) não ocorre o sistema Lontras, restrito à área de Lontras. Ao contrário, os dois sistemas aqui descritos, e sobrepostos ao embasamento, são de origem glacial e deltaico glácio-lacustre (fácies-sistemas V1 a V5);

b) a correlação entre este perfil e o de Lontras se dá com os três sistemas argilosos e areno-argilosos (turbiditos), sistemas 5, 8 e 9. Mas deve-se lembrar que a área de Vidal Ramos está separada da área de Rio do Sul pela Falha de Perimbó, e que Castro (1991) considera tal área como transicional entre as províncias de Alfredo Wagner e Rio do Sul;

c) reforçando este último ponto, destaque-se na parte superior do perfil um intervalo glácio-marinho com depósitos marinhos de tempestade e erráticos (*dropstones*) dispersos (CASTRO, 1980a, b e 1991).

3.2 PERFIL LONTRAS

O perfil geológico de Lontras foi construído ao longo da rodovia que liga as cidades de Lontras e Presidente Nereu, ao largo do rio Lontras e ribeirão Dona Paula. Foram mapeados quinze afloramentos, L0 a L14, onde se identificaram três intervalos com os seguintes sistemas e fácies constituintes (figuras 17 e 18).

O primeiro intervalo está representado nos pontos L0 a L5. O ponto L0 apresenta o folhelho Lontras, assentado localmente no embasamento (L1). O sistema marinho Lontras ocorre nos arredores da cidade homônima. O ponto L2 inicia-se por espesso intervalo de arenito maciço, que afina para cima a diamictito e folhelho “várvido” cinza escuro. Os pontos L3 a L5 apresentam arenito muito fino a fino, maciço, tabular, seguido de siltito arenoso, com geometria em lentes sigmoidais e estruturas de liquefação – pseudonódulos de arenito (*slurry*). Ocorre ocasional seixo caído no ponto L5. O conjunto L2 a L5 formam o primeiro sistema glacial/deglacial.

O segundo intervalo engloba os pontos L6 a L9. Os pontos L6 e L7 apresentam dois ciclos de arenito fino a médio com estratificação cruzada, sucedida por folhelho. Em L8, foi registrado diamictito estratificado (decímetros de espessura), e ciclo (10 m) de arenito fino com clastos de arenito e clasto pingado de granito (20 cm de tamanho) em L9, seguido de

laminado e folhelho “várvido”. Esta sequência corresponde ao segundo sistema glacial/deglacial.

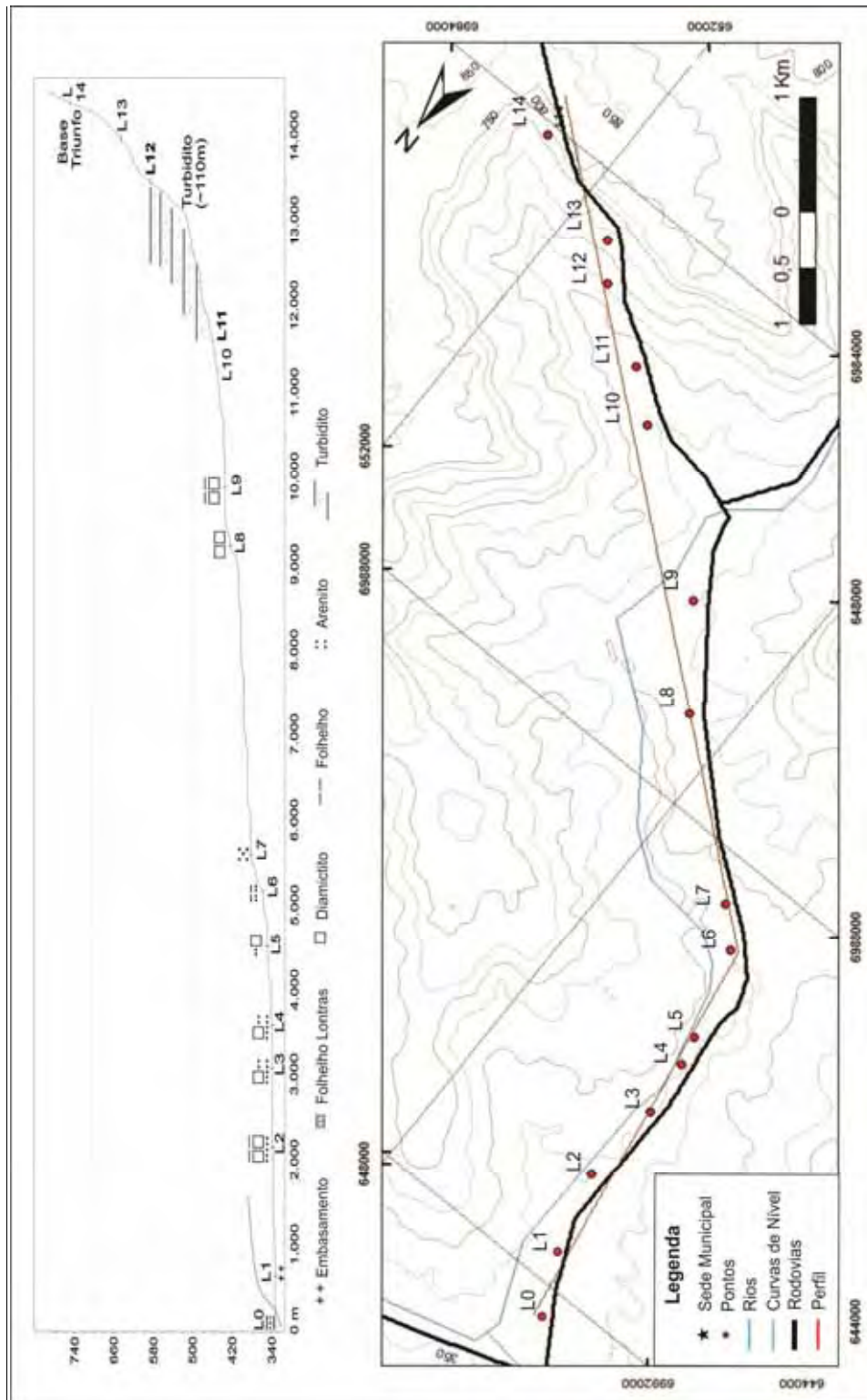


Figura 17 - Perfil topográfico e mapa de localização dos pontos da seção Lontras ao longo da SC-429. Da base (L0, folhelho Lontras) ao contato da Fm. Taciba/Mb.Triunfo (Fm. Rio Bonito).

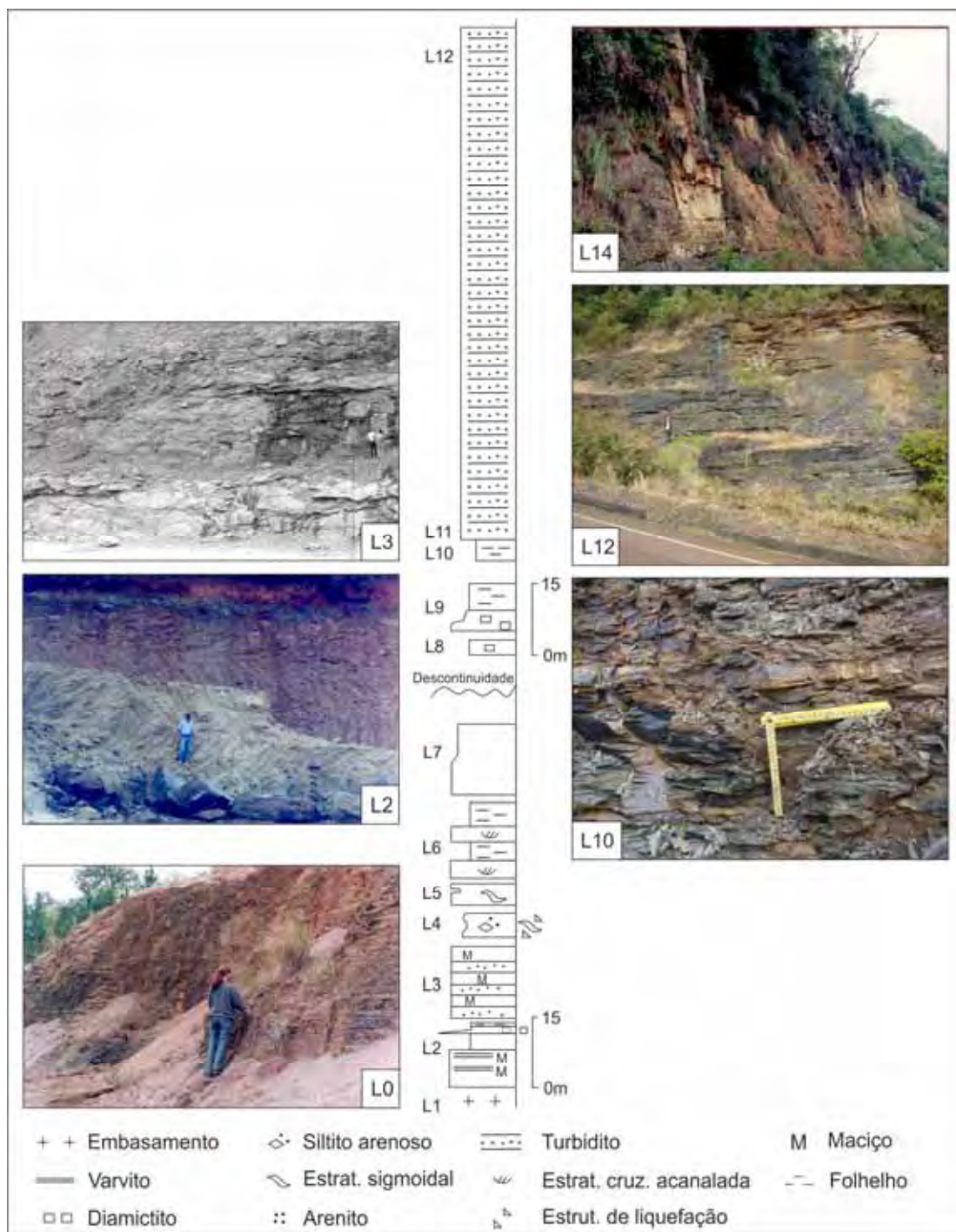


Figura 18 – Coluna estratigráfica da seção de Lontras com algumas fotos representativas de diferentes fácies registradas nesse perfil.

Por fim, o último intervalo envolve os pontos entre L10 e L14. Em L10 e no substrato de L11 ocorrem folhelho e siltito. L11 e L12 apresentam uma sequência de

turbiditos marinhos arenosos e argilosos espessos (aproximadamente 80 cm) divididos em três segmentos (figura 19). Os turbiditos arenosos são delgados (3-10 cm de espessura) e excepcionalmente médios (camada 12 do perfil central e camada 17 do perfil a direita, figura 19). Os turbiditos “argilosos”, semelhantes ao Lontras, são milimétricos e comumente exibem turbidito muito delgado (1-3 cm de espessura). Já em L13 aparece um espesso folhelho (Membro Rio do Sul), que recobre regionalmente o intervalo anterior. O ponto L14 registra o contato basal do sistema deltaico Triunfo com banco de tempestitos sobre o folhelho de L13 (marinhos).

Podemos destacar dois aspectos importantes sobre o perfil de Lontras:

1- O Folhelho Lontras (L0) encontra-se a dois quilômetros do afloramento L2, e no mesmo nível altimétrico. Tratam-se, portanto, de sistemas espacial/lateralmente correspondentes, mas temporalmente distintos: o folhelho marinho Lontras é mais novo, e uma superfície clinoformal separa as mesmas unidades. Tal situação foi estudada em subsuperfície por Walsh (2007).

2- Como se verá no perfil Lontrinhas, logo a oeste do de Lontras, só ocorrem três sistemas da Formação Taciba/Rio do Sul: Folhelho “várvido” Lontras, Turbidito areno-argiloso e Folhelho sobreposto. Ou seja, os depósitos associados aos sistemas glacial/deglacial L2 a L9 (inclusive o folhelho sotoposto ao turbidito – L9 a L10), não ocorrem no perfil Lontrinhas; aqui só são mapeados três sistemas – folhelho “várvido” Lontras (L10), turbidito areno-argiloso (L11 – L12) e folhelho superior (aproximadamente o Mb. Rio do Sul), este sotoposto ao Mb. Triunfo.

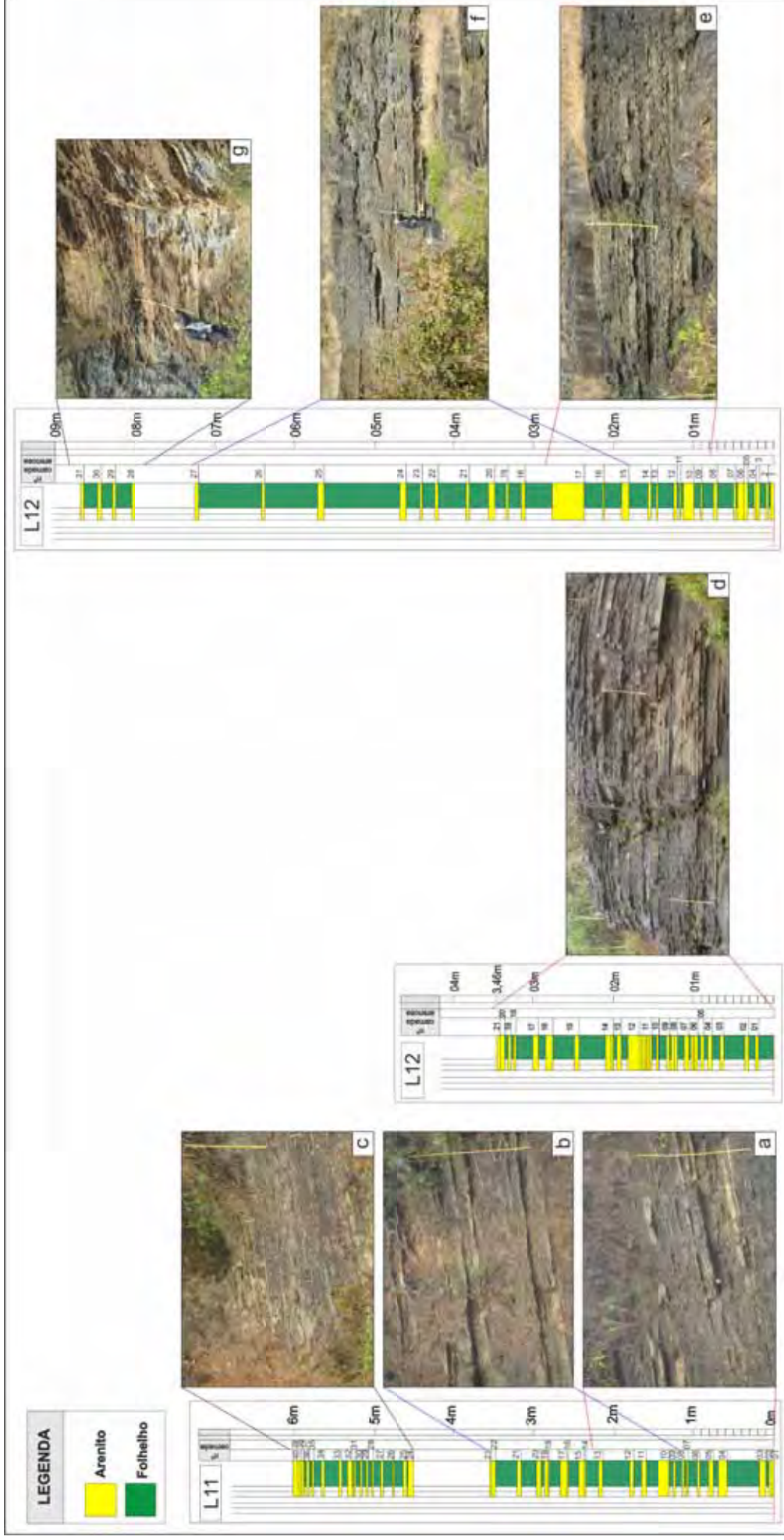


Figura 19 – Perfil de fácies de detalhe (escala 1:50) do intervalo L11 a L12. Turbidito areno-argiloso dividido em três segmentos. Os três perfis representam pontos sobrepostos (topograficamente subindo da esquerda para a direita) levantados ao longo da estrada. Escalas: Fotos 'a', 'b', 'f' e 'g' – 2 metros. Fotos 'c', 'd' e 'e' – 1 metro.

3.3 PERFIL LONTRINHAS

O perfil geológico Lontrinhas foi levantado na rodovia que acompanha o ribeirão homônimo. Apenas três sistemas ocorrem neste perfil: folhelho “várvido” Lontras, turbidito areno-argiloso e folhelho superior (Mb. Rio do Sul), conforme se observa na figura 20.

Os pontos Ln1 e Ln2 correspondem ao Lontras, dominado por folhelho “várvido”, portando concreções, sobreposto por turbiditos na parte superior (foto Ln1, figura 21). Este afloramento é semelhante a um afloramento clássico que ocorre na BR-470 (ver item 3.5 – Perfil da BR-470), nele está contido folhelho com concreções cone-em-cone (MEDEIROS et al., 1970).

Sucedem o paredão os turbiditos areno-argilosos, ilustrados na sucessão dos pontos Ln3 (porção inferior) e Ln4 (superior) e alcançando o ponto Ln5 (figuras 20 e 21). Os turbiditos variam de delgados a médios (Ln3) e também são “turbiditos” argilosos, incluindo aqueles muito delgados.

O intervalo seguinte envolve folhelhos do Mb. Rio do Sul (Ln5 e Ln6), capeados pelo Mb. Triunfo (Ln 6 a 8), conforme se observam nas figuras 20 e 21.

Nota-se que no perfil Lontrinhas não ocorre as seções glacial/deglacial do perfil Lontras, ou seja, todo o perfil envolve duas unidades argilosas (folhelhos Lontras e Rio do Sul) e a unidade arenosa de turbiditos.

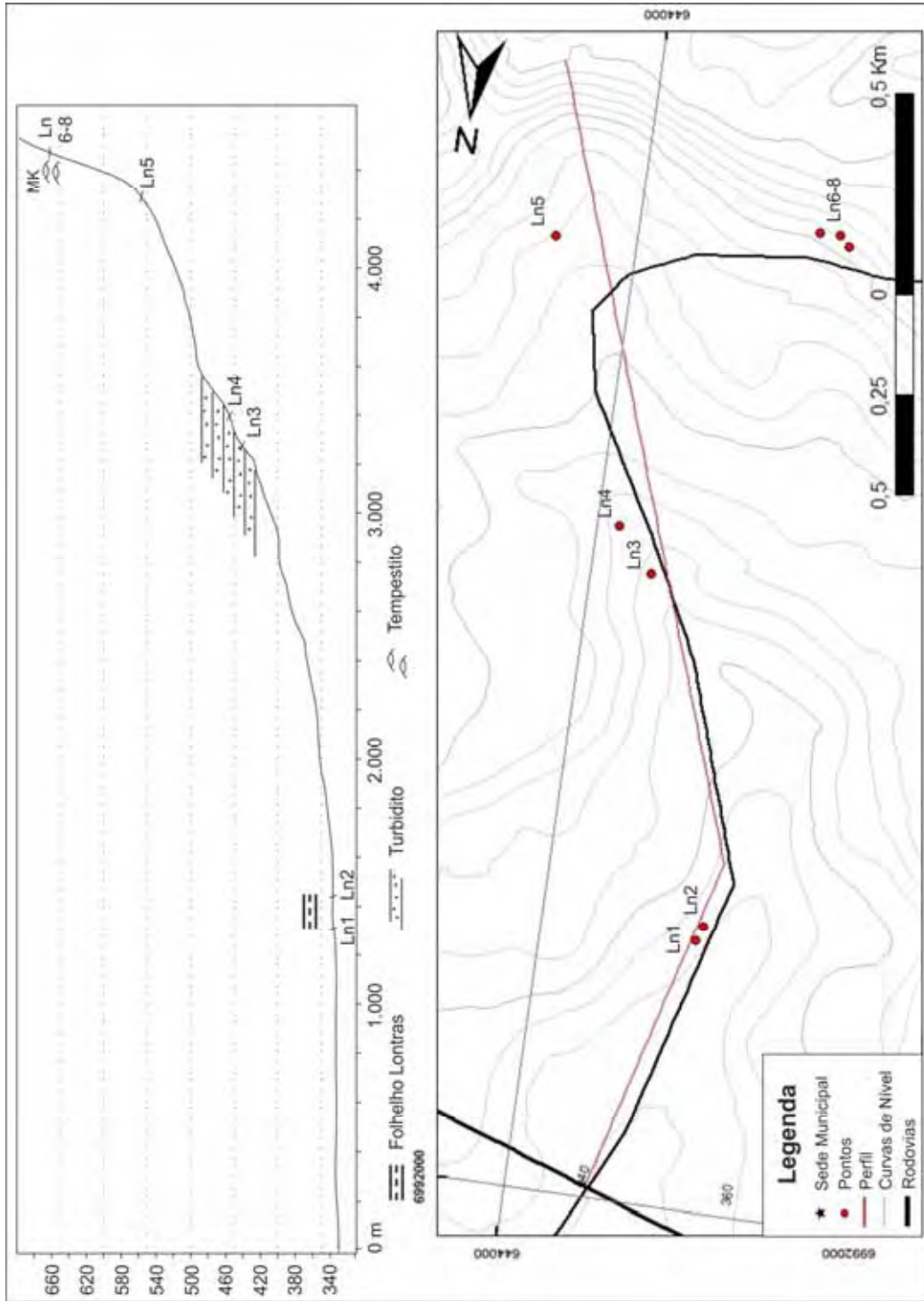


Figura 20 – Perfil topográfico e mapa de localização dos pontos do perfil Lontrinhas.

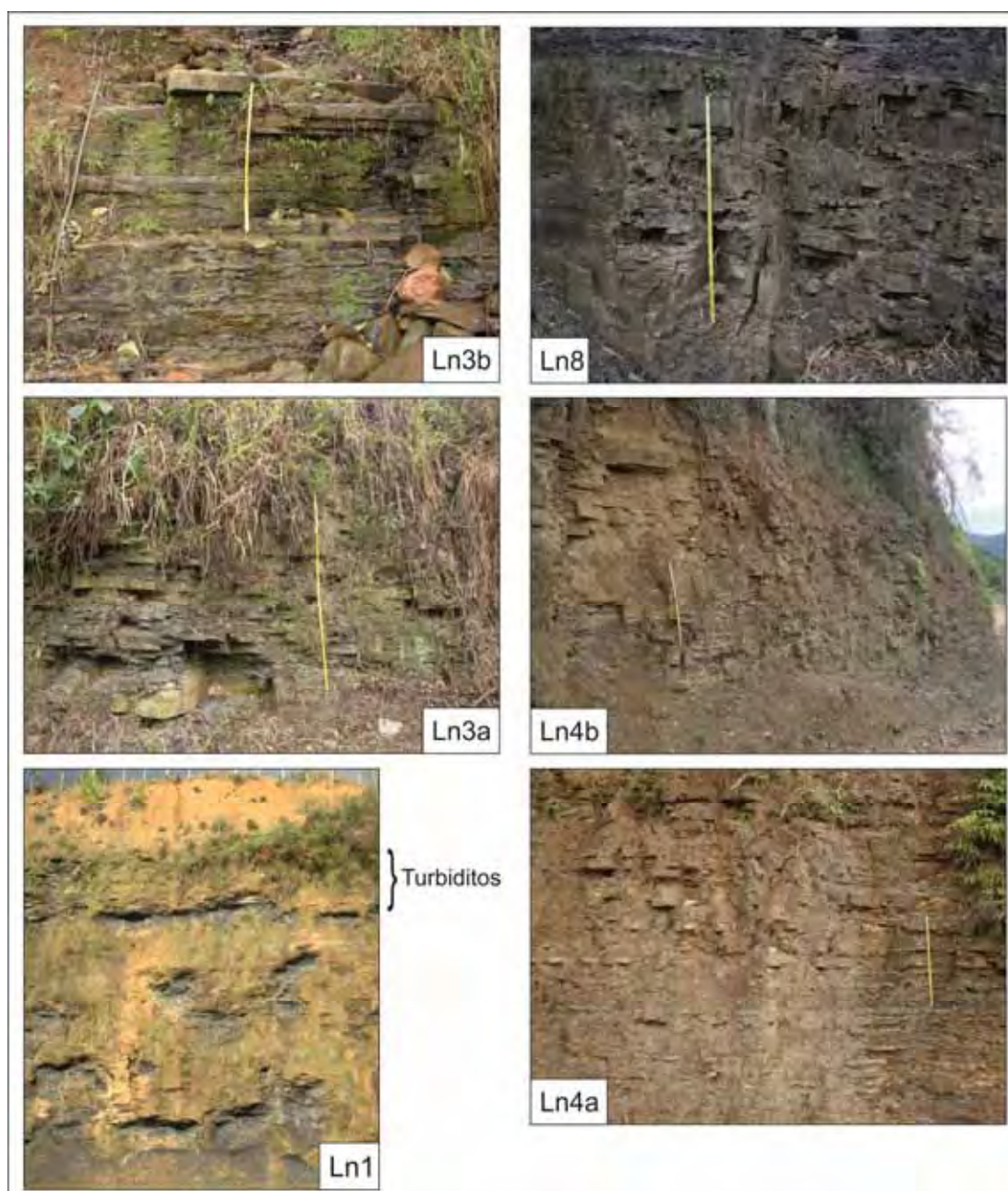


Figura 21 – Exemplos das três fácies que compõem o perfil Lontrinhas: Ln1 – Folhelho Lontras com turbiditos no topo; Ln3 e Ln4 – turbiditos areno-argilosos; e Ln8 – tempestito do Mb. Triunfo. Escala de 1 metro em Ln3b, Ln4a, Ln4b e Ln8. Escala de 1,8 metro em Ln3a.

3.4 PERFIL RIO DO SUL - ITUPORANGA

O perfil topográfico da SC-302, no trecho entre as cidades de Rio do Sul e Ituporanga (figura 22), mostra que a rodovia apresenta um suave declive de cerca de 30 m em aproximadamente 23 km, o que resulta um declive médio de 1,3 m/km, correspondendo a

tranquilidade do leito do rio Itajaí do Sul (que corre paralelo à rodovia no sentido sul – norte). No entanto, o mergulho estrutural é mais acentuado de norte para sul, se tormarmos a base do Membro Triunfo ou sistema marinho de folhelho (superior; aproximadamente Membro Rio do Sul). Assim, afloram o folhelho superior (Membro Rio do Sul – foto RI 7, figura 23) em Ituporanga, enquanto o “arenito Rio do Sul” expõe-se na cidade de Rio do Sul (ver figura 24, Gonçalves e Tommasi, 1974).

São observados quatro sistemas principais, da base ao topo, Fm. Rio Bonito “superior” (aflora em Ituporanga e Rio d’Oeste), representado pelos pontos RI 6 e RI 7, é composta por folhelho “várvido” milimétrico, com raros turbiditos muito delgados (1-3 cm); Ponto RI 5, representado por arenito muito fino/siltito arenoso e lamitos/siltito argilosos. O siltito arenoso é maciço, formando corpos sigmoidais “caóticos”, mais matações e seixos caídos, localmente conglomerático; Ponto RI 4, constituído por diamictito espesso, passando (acima) a arenito: contato dos dois por falhas lístricas (crescimento); e, por fim, ponto RI 3 apresentando espesso arenito, com estratificação média/espessa/muito espessa de arenito.

Na porção inferior, sobrepondo-se ao diamictito, ocorrem 4 a 5 estratos de turbiditos areno-argilosos, espessura média, sequência Bouma T_{cde} (foto RI 3b, figura 23). Para cima, sucede turbidito arenoso, médio a espesso, com sequência Bouma T_{abc} (fotos RI 3a e RI 3c, figura 23).

Finalmente, destaca-se em Rio do Sul, turbidito “argiloso” passando para turbidito delgado, raramente médio em espessura.

A figura 25 apresenta o perfil de fácies de detalhe para os pontos RI 1, RI 2 e RI 3, localizados entre as cidades de Rio do Sul e Aurora. Como se pode observar, o RI 1 representa fácies de turbiditos argilosos, muito delgados e delgado. Nota-se um domínio de folhelho na base, passando para o topo, a ocorrer maior incidência de arenitos. Entre 4 e 5 metros de altura, o paredão encontrava-se encoberto por sedimentos, de modo que não se pode estabelecer as espessuras das camadas neste intervalo. Já o ponto RI 2 mostra uma significativa mudança nas fácies, sendo caracterizado por turbidito arenoso, médio e espesso. Um pouco para o lado foi constatada uma camada argilosa/areno-argilosa estratigraficamente abaixo do referido pacote, contudo não se pôde estabelecer a natureza da passagem desta camada para as camadas superiores. O perfil do ponto RI 3 se inicia por diamictito na base, passando a uma intercalação de arenitos delgados a espessos posteriormente passando, para o topo, a muito espessos. As camadas apresentam granodecrescência ascendente (foto RI 3a na

figura 23) e em seu topo ocorre uma delgada capa argilosa que não pode ser medida devido a altura dos paredões. A predominância é claramente de arenitos, tendo alta razão arenito:folhelho.

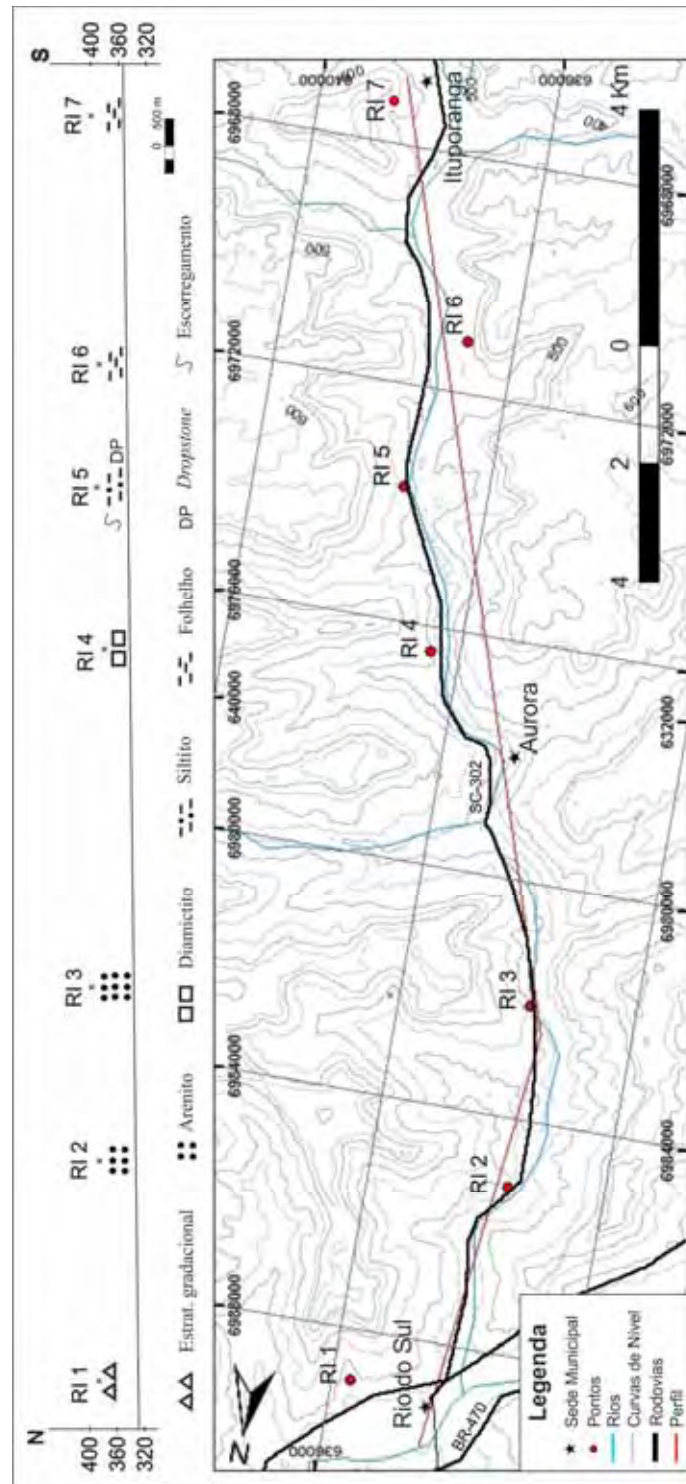


Figura 22 – Perfil topográfico e mapa de localização dos pontos da seção Rio do Sul – Ituporanga ao longo da SC-302 e na cidade de Rio do Sul- Exagero vertical 12,5 vezes.



Figura 23 – Exemplos das fácies mapeadas na seção Rio do Sul – Ituporanga. Escala em RI 1 e RI 3a – 2 metros. Escala em RI 3b – 1 metro.

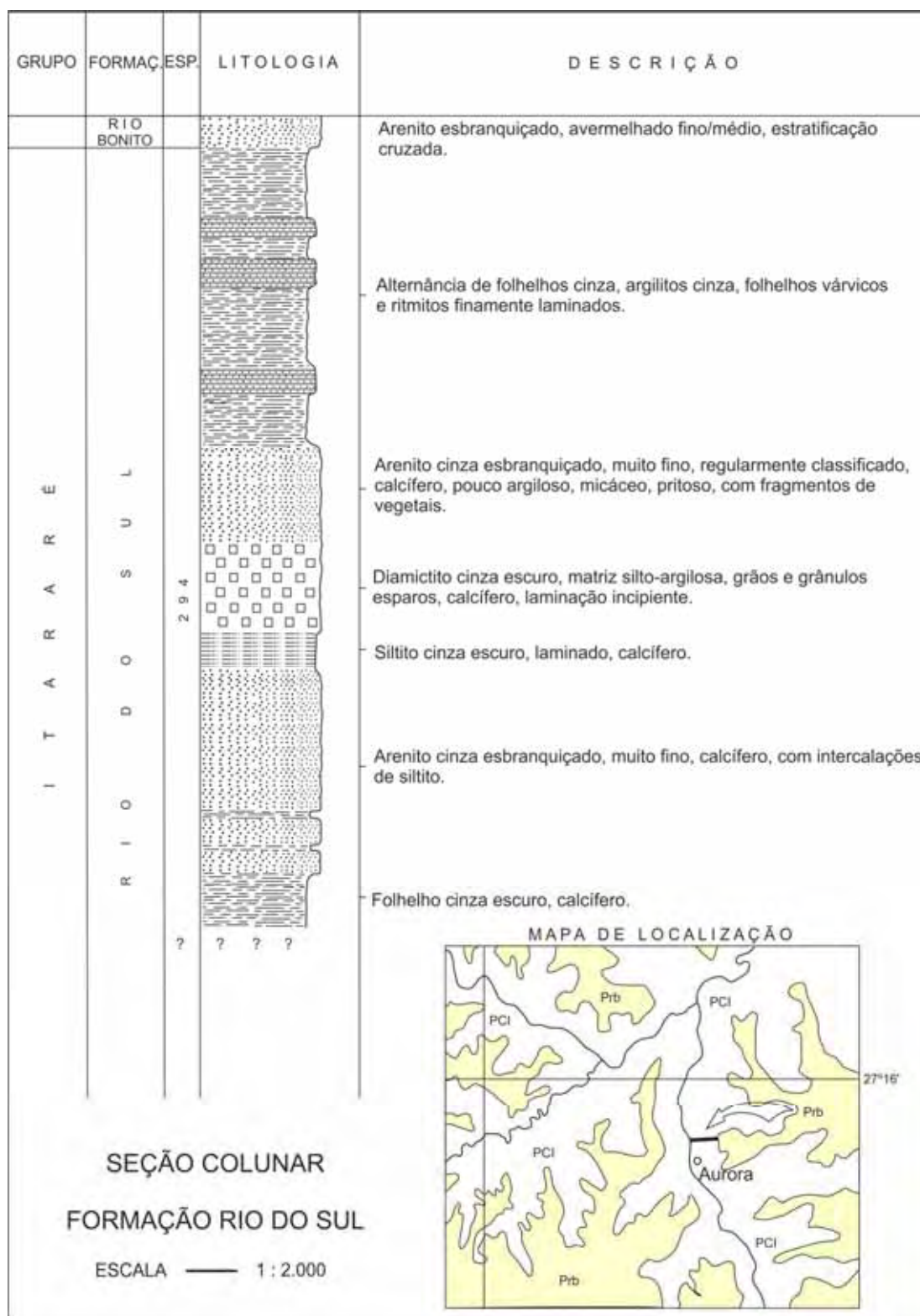


Figura 24 – Coluna estratigráfica da Formação Rio do Sul na região de Aurora, entre Rio do Sul e Ituporanga (modificado de GONÇALVES e TOMMASI, 1974).

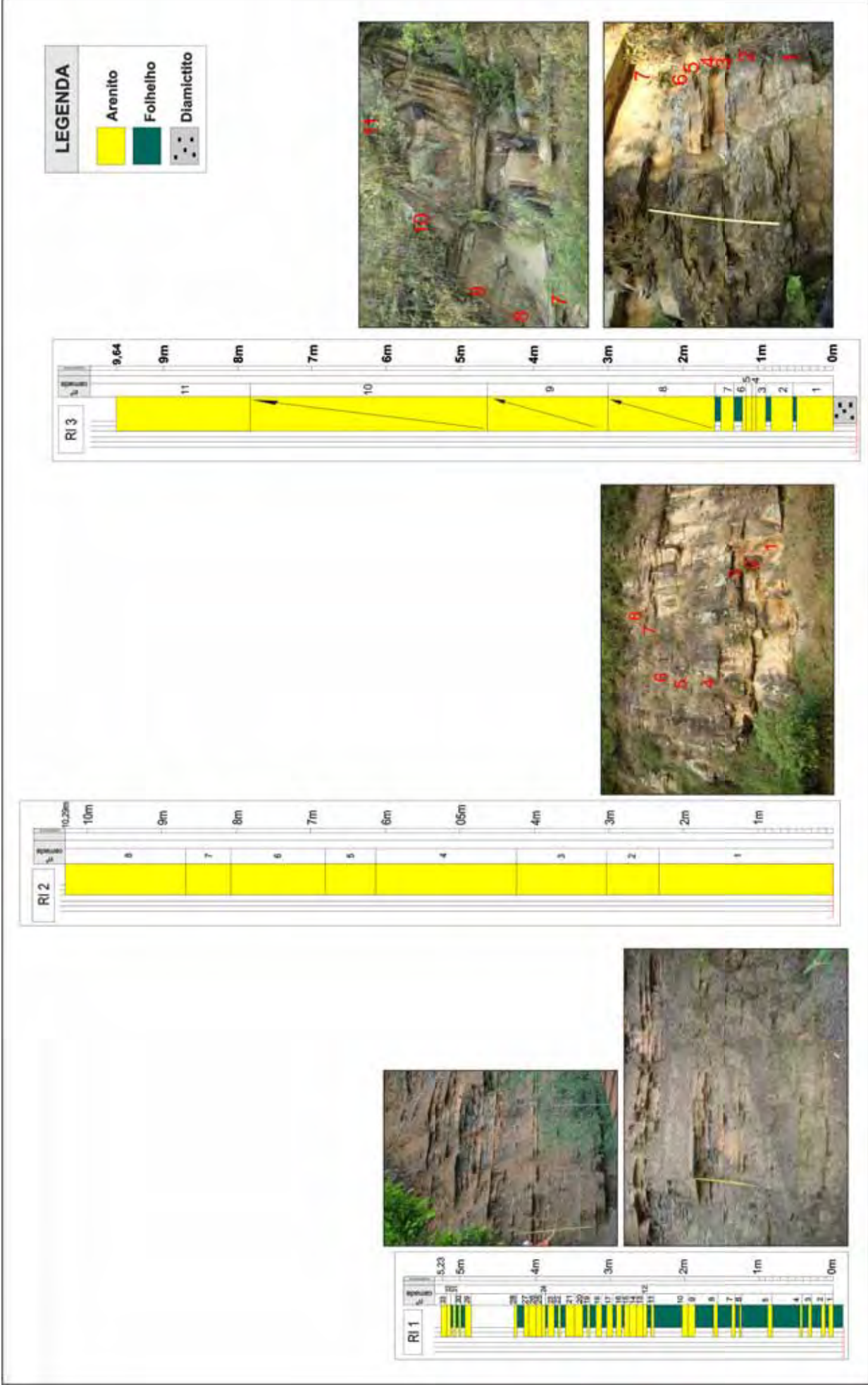


Figura 25 – Perfil de fácies de detalhe (escala 1:50) dos pontos RI 1 a RI 3. Os perfis mostram turbiditos arenosos predominantemente espessos e muito espessos passando lateralmente a turbidito argiloso, muito delgado e delgado.

3.5 PERFIL BR-470

Medeiros et al. (1970) levantaram (com prancheta) o perfil da rodovia BR-470, desde o embasamento (próximo a Lontras) até o contato com a Fm. Rio Bonito/Mb. Triunfo, próximo a Trombudo Central. Foram incorporados os dados de Medeiros et al. (1970) e levantado o perfil do trecho Rio do Sul – Trombudo Central na margem esquerda (rodovia BR-470) (figura 26).

Ademais, o roteiro da BR-470 tem a orientação W-E, paralelo ao alto de Ibirama e transversal aos roteiros anteriores, aproximadamente N-S (Lontras, Lontrinhas; Rio do Sul-Ituporanga). Assim, alguns dos pontos do roteiro são ilustrados, bem como “amarrados” à coluna construída por Medeiros et al. (1970).

O “arenito Rio do Sul” (GONÇALVES e TOMMASI, 1974) do roteiro Rio do Sul-Ituporanga, tem continuidade na direção de Laurentino, onde se destaca o afloramento TC 7: corpo arenoso espesso, friável, com possíveis estruturas de tração (estratificação e laminação cruzadas). Seguindo nessa rodovia alternativa, que margeia o rio Itajaí d’Oeste, tem-se logo adiante do arenito o seu contato com o folhelho sobrejacente (“Membro Rio do Sul”), e este pouco adiante exhibe o contato com a escarpa do Membro Triunfo (ver foto TC 3 com essas litofácies em primeiro e segundo planos – figura 27).

Na rodovia BR-470 destacam-se dois afloramentos clássicos dos varvitos que dominam o cenário da rodovia entre TC 1 e TC 2. Em TC 1, um canal subaquoso ligado à deglaciação erode o varvito, enquanto mais acima, TC 2 exhibe a pedreira Raul Hasse. Como se observa, o intervalo de varvito é exclusivo da BR-470, não ocorrendo na SC-302.

O afloramento TC 3 corresponde ao contato do folhelho marinho da parte superior do Membro Rio do Sul, sotoposto ao arenito Triunfo. A reduzida espessura do folhelho (menor que 10 m) contrasta com a espessura de 50 m nos flancos da BR-470.

Assim, sintetizando, no perfil levantado por Medeiros et al. (1970) na BR-470 (figura 27) identificam-se quatro sistemas: dois folhelhos escuros, com concreções de marga, abaixo na base, do tipo cone-em-cone, e no topo, septária; folhelho várvido Lontras; arenito Rio do Sul com intercalações de diamictitos; e três ciclos de deglaciação (os dois inferiores concluem-se com varvito, e o último com folhelho marinho).

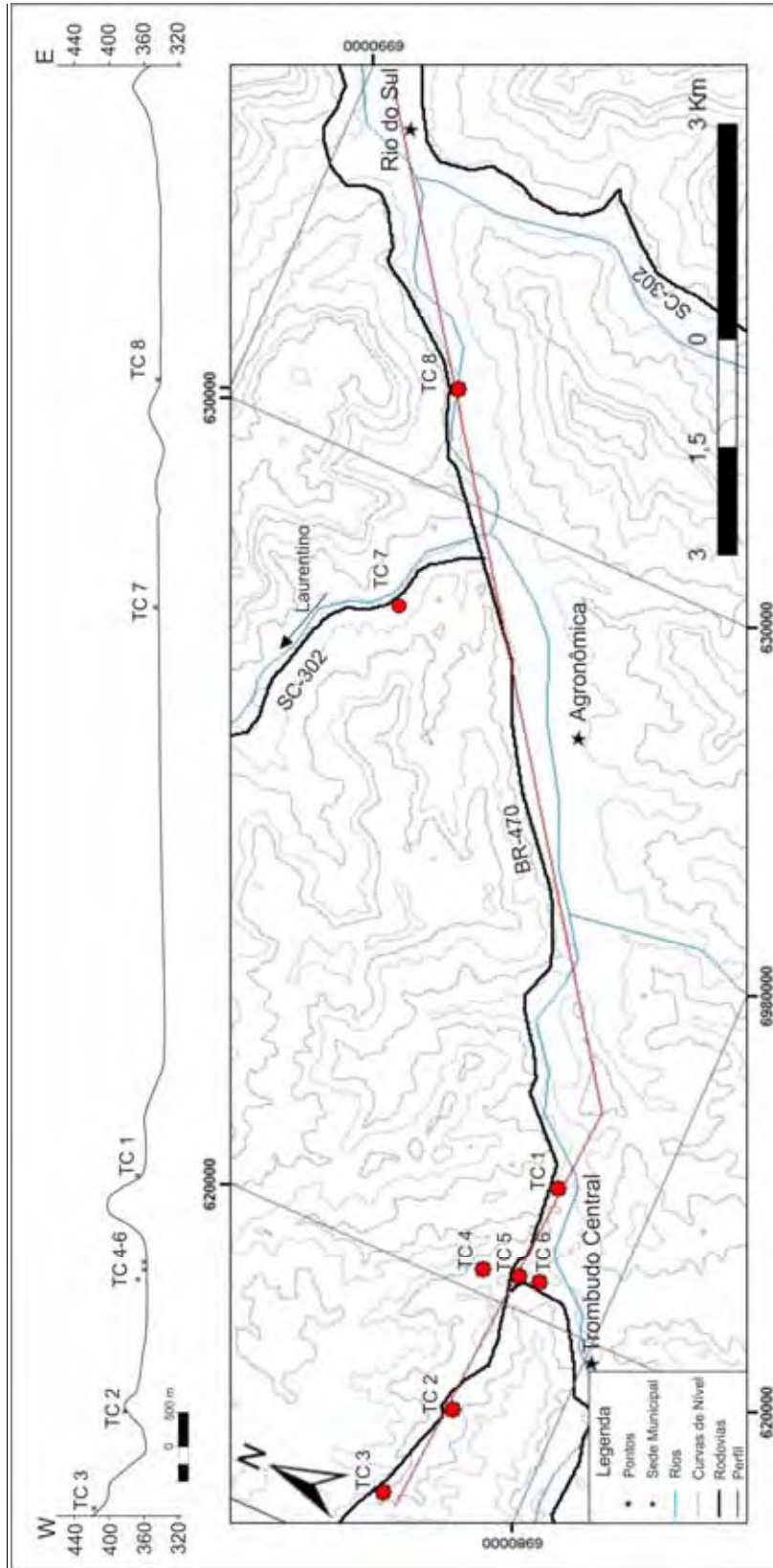


Figura 26 – Perfil topográfico e mapa de localização dos pontos da seção da BR-470 entre Trombudo Central e Rio do Sul.

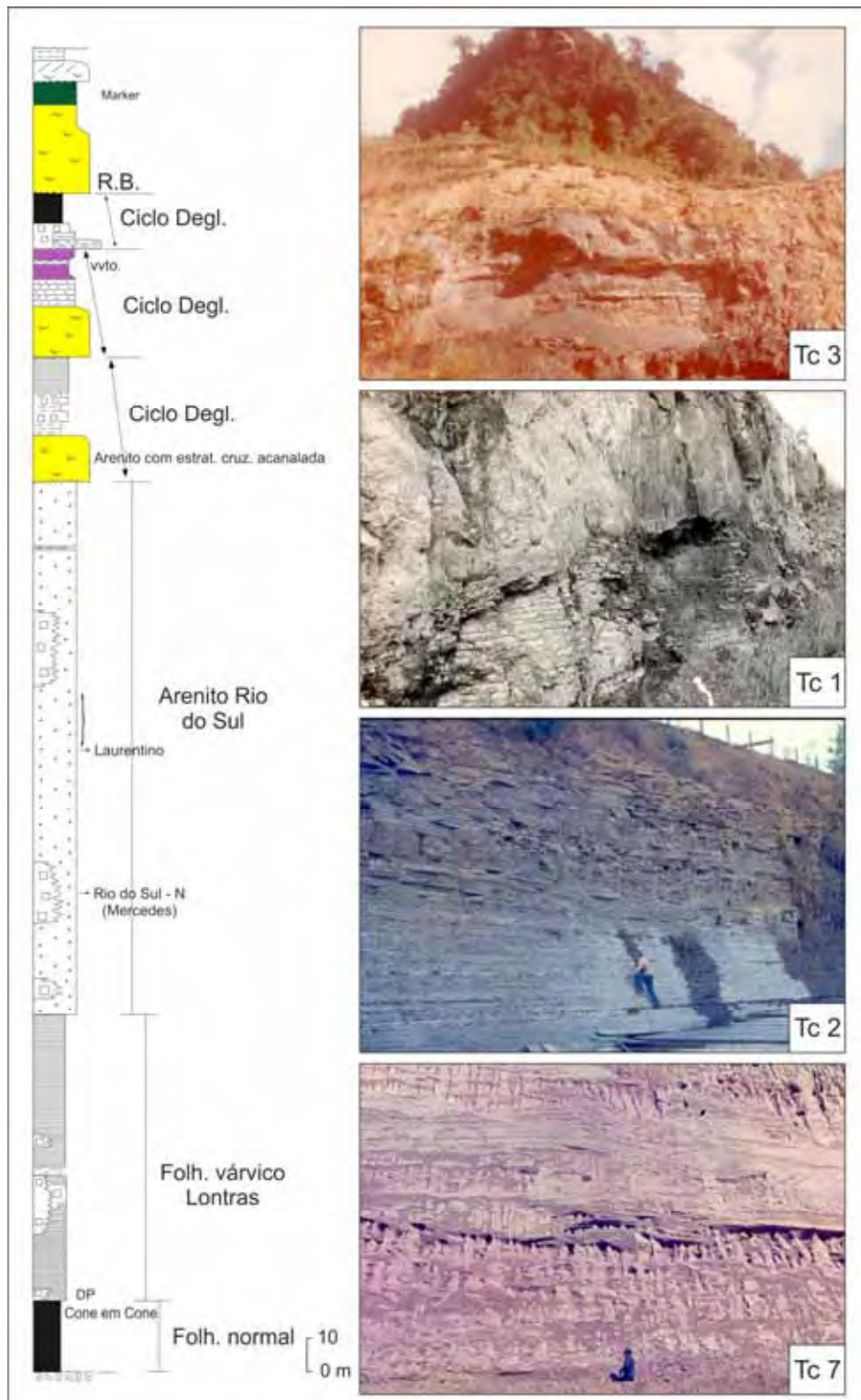


Figura 27 – Coluna estratigráfica da Fm. Rio do Sul, rodovia BR-470 entre Lontras (folhelho inferior) e Trombudo Central (folhelho superior, sotoposto ao sistema deltaico do Mb. Triunfo) (Medeiros et al., 1970).

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Deve-se destacar a associação do “arenito Rio do Sul” com diamictitos e outros depósitos gravitacionais com abundantes clastos caídos (30 m de espessura no trabalho de GONÇALVES e TOMMASI, 1974).

Os levantamentos de geologia de superfície da Petrobras, bem como os dados de poços exploratórios, ajudaram a entender a evolução dos turbiditos na área no contexto maior da Formação Rio do Sul. Isso foi particularmente importante para os perfis da rodovia Rio do Sul – Ituporanga (rio Itajaí do Sul). Nela, se desenvolve um espesso corpo canalizado de turbiditos arenosos (“arenito Rio do Sul”), com um *trend* de sul (BN-1) para Aurora e Rio do Sul, ao norte, e daí encontrando a BR-470 e seguindo para Laurentino, a oeste (figura 28).

Na rodovia SC-302, que parte da BR-470 para noroeste, subindo ao largo do rio Itajaí d’Oeste, o “arenito Rio do Sul” mostra sinais de rasamento sendo posteriormente recoberto por folhelhos marinhos da parte superior da Formação Rio do Sul.

Voltando a BR-470, sentido Trombudo Central, ocorrem três ciclos relacionados à deglaciação (inclusive o clássico varvito), culminando com um delgado folhelho marinho que encerra a sedimentação do Grupo Itararé (figura 28).

Assim, nota-se que o expressivo intervalo turbidítico, com estratos médios e sequência Bouma T_{cde} , sobrepostos por estratos espessos T_{abc} , provavelmente tem geometria de canal; da mesma forma, os depósitos glácio-marinhos mergulho acima (sul), acompanham o canal que atualmente coincide com os vales dos rios Itajaí do Sul e Itajaí-Açu (Rio do Sul a Laurentino), este com sua calha coincidente com a falha de Rio do Sul.

Fora do eixo N-S do rio Itajaí do Sul, com turbiditos espessos e lamitos glaciais, encontram-se apenas turbiditos delgados, raramente médios, intercalados com turbiditos argilosos, sobrepostos ao folhelho Lontras ou a outro folhelho mais novo. Esses turbiditos em lençol (lobados) formam-se a leste do “canal” do rio Itajaí-Açu; acima, a primeira situação do ribeirão Lontrinha (turbidito delgado sobre o folhelho Lontras) ocorre em um “promontório” da Formação Rio Bonito se projetando para o rio Itajaí-Açu. A outra situação é o vale do rio Lontras, que representa um embaiamento aberto ao norte, e a escarpa Rio Bonito fica longe do Itajaí-Açu.

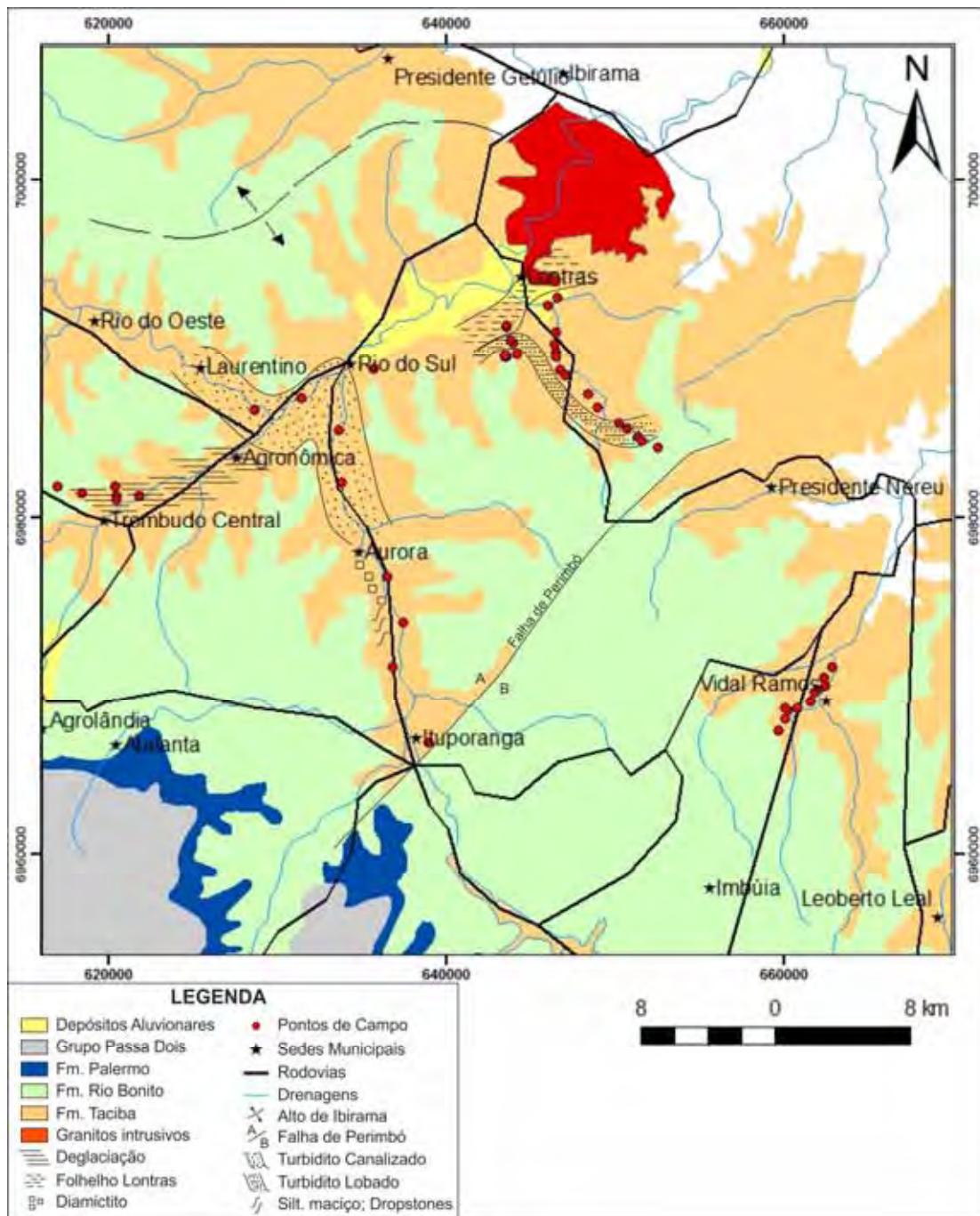


Figura 28 – Distribuição dos sistemas turbidíticos da Formação Rio do Sul.

Nesta situação, um intervalo glacial/deglacial interpõe-se entre o folhelho Lontras (nos arredores da cidade homônima) e o intervalo de turbiditos delgados e “argilosos”, e com isso, destacando a escarpa Rio Bonito para o fundo do vale (figura 28).

Destaque-se que o folhelho “várvido” Lontras na seção de Lontrinhas apresenta grande semelhança com o clássico “cone-em-cone” da margem esquerda do Itajaí-Açu (rodovia BR-470). Assim, o paleovale do rio Lontras foi conduzido de depósitos glaciais para juntar-se ao Itajaí-Açu, e depois seguir mergulho abaixo (para sudoeste).

Finalmente, o perfil estratigráfico construído em Vidal Ramos, seguindo o rio Itajaí-Mirim; como tal perfil está na província intermediária entre Rio do Sul e Alfredo Wagner, ele exibe uma menor espessura da Formação Rio do Sul e apresenta, na parte superior, espessa seção de turbiditos finos em lençol (lobados) em condições mais distais, cronocorrelatos com aqueles de Lontrinhas e Lontras. Mas apresenta poucos depósitos glaciolacustres que envolvem um intervalo de arenitos deltaicos; tais arenitos (até 15 m de espessura) distribuem-se em escarpas de ambas as margens do atual Itajaí-Mirim.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L. R. de M. de. **Processos, fácies e geometria do sistema turbidítico da Formação Taciba/Membro Rio Segredo, faixa aflorante norte-catarinense**. 2009. 84 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Instituto de Geociência e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.
- CASTRO, J. C. 1980a. **Fácies, ambientes e sequências deposicionais das formações Rio do Sul e Rio Bonito, leste de Santa Catarina**. Petrobras/CENPES, 1980. 30 f. + anexos. Relatório Interno CENPES-232.
- CASTRO, J. C. 1980b. **Fácies, ambientes e sequências deposicionais das formações Rio do Sul e Rio Bonito, leste de Santa Catarina**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., 1980b, Balneário Camboriú. Anais... Balneário Camboriú: SBG., 1980b. v. 1, p. 283-299.
- CASTRO, J. C. **A evolução dos sistemas glacial, marinho e deltaico das formações Rio do Sul e Rio Bonito/Mb. Triunfo (Eopermiano), sudeste da Bacia do Paraná**. 1991. 147 f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Instituto de Geociência e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1991.
- CASTRO, J. C. **Ciclos ou Sequências no arcabouço cronoestratigráfico da sucessão Itararé (Formação Taciba) - Rio Bonito (Membro Triunfo), Bacia do Paraná**. In: SIMPÓSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 2., 1995, Porto Alegre. Boletim de Resumos Expandidos... Porto Alegre: UFRGS, 1995. p. 66-70.
- CASTRO, J. C.; MEDEIROS, R. A. **Fácies e modelos de sedimentação das formações Rio do Sul e Rio Bonito, leste de Santa Catarina. Fácies e evolução sedimentar do Grupo Passa Dois na BR-470, SC**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., 1980, Balneário Camboriú. Boletim n. 3: Roteiro de excursões. Balneário Camboriú : SBG., 1980. v. 1, p. 69-97.
- CASTRO, M. R. **Fácies e evolução estratigráfica das formações Rio do Sul e Rio Bonito (Membro Triunfo) no vale do Rio Hercílio, SC**. 1998. 113 f. + anexos. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1998.
- DAEMON, R. F.; QUADROS, L. P. **Bioestratigrafia do Neopaleozóico da bacia do Paraná**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24., 1970, Brasília. Anais... São Paulo: SBG., 1970, v. 1, p. 359-412.
- DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A. A. **Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBG., 1974, v. 1, p. 41-65.

FRANÇA, A. B.; POTTER, P. E. **Estratigrafia, ambiente deposicional e análise de reservatórios do Grupo Itararé (Permocarbonífero), Bacia do Paraná (Parte 1)**. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2/4, p. 147-191, abr./dez. 1988.

GONÇALVES, A.; TOMMASI, E. 1974. **Mapeamento faciológico do Grupo Itararé no estado de Santa Catarina**. Ponta Grossa: Petrobras, 1974. 19 p. Relatório Interno DESUL 437.

LONGHIM, M. E. **Palinoestratigrafia da passagem do Grupo Guatá (Carbonífero-Permiano) no sul do Estado do Paraná e norte do Estado de Santa Catarina, borda leste da Bacia do Paraná**. 2007. 165 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

MACHADO, L. C. R. **Fácies e arcabouço estratigráfico do Grupo Itararé em Alfredo Wagner (SC) – sedimentação periglacial**. 1989. 161 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ouro Preto, Ouro Preto, 1989.

MILANI, E. J.; ASSINE, M. L.; SOARES, P. C.; DAEMON, R. F. **A Sequência Ordovício-Siluriana da Bacia do Paraná**. Boletim de Geociências da PETROBRÁS, Rio de Janeiro, v. 8, n.2-4, p. 257-273, abr./dez. 1995.

MILANI, E. J.; FRANÇA, A. B.; SCHNEIDER, R. L. **Bacia do Paraná**. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 69-82, jan./mar. 1994.

Milani, E.J. **Comentários sobre a origem e a evolução tectônica da Bacia do Paraná**. In: Mantesso Neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C.D.R.; Neves, B.B.B. (Eds.). *Geologia do continente sul-americano - evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo, Brasil: Beca, 2005. p.264-279.

MILANI, E. J.; MELO, J. H. G. DE; SOUZA, P. A. DE; FERNANDES, L. A.; FRANÇA, A. B. **Bacia do Paraná**. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 265-287, maio/nov. 2007.

MUTTI, E.; NORMARK, W. R. **Comparing examples of modern and ancient turbidite systems: problems and concepts**. In: LEGGETT, J.K.; ZUFFA, G.G. (ed.). *Marine Clastic Sedimentology*. London: Graham and Trotman, 1987. p. 1-38.

PERROTTA, M. M., SALVADOR, E. D.; LOPES, R. C.; D'AGOSTINO, L. Z.; WILDNER, W.; RAMGRAB, E.; PERUFFO, N.; FREITAS, M. A.; GOMES, S. D.; CHIEREGATI, SILVA, L. C.; SACHS, L. L. B.; SILVA, V. A.; BATISTA, I. H.; MARCONDES, P. E. P., 2004. **Folha SG.22-Curitiba**. In: Schobbenhaus, C., Goncalves, J.H., Santos, J.O.S., Abram, M.B., Leao Neto, R., Matos, G.M.M., Vidotti, R.M., Ramos, M.A.B., Jesus, J.D.A. de (eds.). *Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas. Programa Geologia do Brasil*. CPRM, Brasília. 2004. CD-ROM.

ROSADA JR. J. **Análise faciológica e rochas-reservatório do Grupo Itararé (permocarbonífero) no sudeste do estado de São Paulo**. 2003. 83 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

SCHNEIDER, R. L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A.; SILVA, M. G. **Determinação de trama deposicional em diamictitos glaciais da Formação Rio do Sul (Bacia do Paraná, SC) por meio do método do tensor de inércia.** 2005. 114 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SILVA, M. G. **Determinação de trama deposicional em diamictitos glaciais da Formação Rio do Sul (Bacia do Paraná, SC) por meio do método do tensor de inércia.** 2005. 114 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SOUZA, P. A. **Late Carboniferous palynostratigraphy of the Itararé Subgroup, northeastern Paraná Basin, Brazil.** Review of Paleobotany & Palynology, Amsterdam, v. 138, n. 1, p. 9-29, set. 2006.

TOMMASI, E.; RONCARATI, H. **Geologia de semi-detalle do nordeste de Santa Catarina e sudeste do Paraná.** Ponta Grossa, Petrobras, 1970. p. 41. Relatório Interno DESUL 352.

WALSH, L. **A sequência deposicional Taciba “Superior”, no segmento sul-paranaense da margem leste da Bacia do Paraná.** 2007. 39 f. Monografia (Graduação) – Instituto de Geociência e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

WEINSCHÜTZ, L. C.; CASTRO, J. C. **A sequência Mafra superior/Rio do Sul inferior (Grupo Itararé, Permocarboneo) em sondagens testemunhadas da região de Mafra.** Geociências, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 131-141, jul./set. 2005.

ZALÁN, P. V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J. C.; MARQUES, A.; ASTOLFI, M. A. M.; VIEIRA, I.S.; APPI, V. T. 1990. **Bacia do Paraná.** In: Origem e evolução de Bacias Sedimentares. Petrobrás, Rio de Janeiro, p. 135-164.