

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

ROBERT SAUER

**RECONSTRUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA COM O USO DA ESTRATIGRAFIA DE
SEQUÊNCIAS: APLICAÇÃO NAS FORMAÇÕES SANGA DO CABRAL E SANTA
MARIA (TRIÁSSICO DA BACIA DO PARANÁ) NA REGIÃO DE SÃO PEDRO DO
SUL, RS**

**Caçapava do Sul
2018**

ROBERT SAUER

**RECONSTRUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA COM O USO DA ESTRATIGRAFIA DE
SEQUÊNCIAS: APLICAÇÃO NAS FORMAÇÕES SANGA DO CABRAL E SANTA
MARIA (TRIÁSSICO DA BACIA DO PARANÁ) NA REGIÃO DE SÃO PEDRO DO
SUL, RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Geologia da Universidade Federal do
Pampa, como requisito parcial para obtenção do
Título de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Igor Magalhães Clemente

**Caçapava do Sul
2018**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

S255e Sauer, Robert

Reconstrução paleogeográfica com o uso da
estratigrafia de sequências: aplicação nas formações
Sanga do Cabral e Santa Maria (Triássico da Bacia do
Paraná) na região de São Pedro do Sul, RS / Robert
Sauer.

61 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) --
Universidade Federal do Pampa, GEOLOGIA, 2018.
"Orientação: Igor Magalhães Clemente".

1. Estratigrafia de sequências. 2. Bacia do
Paraná. 3. Triássico. I. Título.

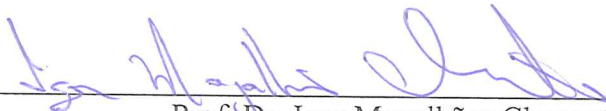
ROBERT SAUER

RECONSTRUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA COM O USO DA ESTRATIGRAFIA DE
SEQUÊNCIAS: APLICAÇÃO NAS FORMAÇÕES SANGA DO CABRAL E SANTA
MARIA (TRIÁSSICO DA BACIA DO PARANÁ) NA REGIÃO DE SÃO PEDRO DO
SUL, RS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Geologia da Universidade Federal do
Pampa, como requisito parcial para obtenção do
Título de Bacharel em Geologia.

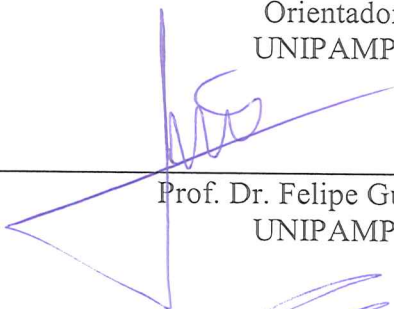
Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 20 de dezembro de 2018.

Banca examinadora:



Prof. Dr. Igor Magalhães Clemente

Orientador
UNIPAMPA



Prof. Dr. Felipe Guadagnin
UNIPAMPA



Prof. Dr. Ezequiel Galvão
UNIPAMPA

Aos meus pais, Claudio e Ione.

Ao meu irmão, Christopher.

AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente a Deus, sustentador da vida, razão principal do despertar da minha curiosidade, provendo-me diariamente de fé e esperança.

Ao meu pai, Claudio, que sempre me forneceu enorme amparo, amor e sustento, sendo um modelo de homem temente a Deus. Obrigado por compartilhar seu tempo e sua ajuda na etapa de campo deste trabalho.

A minha mãe, Ione, presente em todos os instantes da minha vida, independentemente da distância. Sem o seu amor e preocupação, não teria chegado até aqui. Obrigado!

Agradeço ao meu irmão, Christopher, meu melhor amigo e companheiro, que desde cedo foi um exemplo para mim de nobreza de caráter e de sincero investigador da natureza.

Aos meus amigos e colegas da Geologia, Ikaro, Vinicius, Renê, Samuel, Igor, Felipe, que encontrei durante a graduação e que passaram a mim suas melhores características. Agradeço especialmente à Eduarda, companheira de campo e de vida, a quem Deus escolheu para influenciar vidas. Muito obrigado!

Agradeço ao meu professor orientador, Igor Magalhães Clemente, pelo importante auxílio durante o desenvolvimento deste trabalho, tanto na pesquisa quanto em campo. Ao professor Leonardo Borghi, pelo conhecimento passado na área das geociências.

“A ciência é essencialmente progressiva. A teoria de hoje é invalidada pela de amanhã.”

*Prof. Lidenbrock, de
Viagem ao Centro da Terra*

RESUMO

As formações Sanga do Cabral e Santa Maria compreendem o pacote triássico da Bacia do Paraná, com ocorrência restrita ao estado do Rio Grande do Sul. A Formação Sanga do Cabral ocorre na região da depressão central e oeste do estado, e a Formação Santa Maria ocorre apenas na depressão central. Estas duas formações correspondem à sequências de segunda ordem, sendo denominadas Supersequência Sanga do Cabral e Supersequência Santa Maria. A Supersequência Santa Maria é subdividida em três sequências de terceira ordem: Santa Maria I, Santa Maria II e Santa Maria III. A proposta deste trabalho é aplicar a estratigrafia de sequências em alta resolução nas formações citadas, considerando fatores não-marinhos na sedimentação. Essa proposta leva em conta as variações no nível de base estratigráfico, controladas por mudanças climáticas e tectônicas. Para isso, foram levantados perfis estratigráficos em afloramentos ao longo de cortes das rodovias BR-287 e RS-532, abrangendo os municípios de São Vicente do Sul, Mata e São Pedro do Sul. Este trabalho utilizou o princípio da análise de fácies e das associações de fácies, ocorrendo (i) associação de fácies fluvial cascalhoso distal; (ii) associação de fácies fluvial entrelaçado arenoso; e (iii) associação de fácies de delta lacustre. A interpretação dos ambientes deposicionais, a partir das associações de fácies, sugere dois principais sistemas: fluvial e lacustre. A análise dos principais padrões de empilhamento estratigráficos (progradação, retrogradação e agradação), tornou possível a demarcação de superfícies estratigráficas, como as superfícies de inundação e regressão e limites de sequências. Os tratos de sistemas definidos representaram a quebra do registro em sequências de alta resolução (4ª e 5ª ordens), o que auxiliou na reconstrução paleogeográfica final. Com este trabalho, alcançou-se um entendimento aprofundado sobre a sedimentação durante o Triássico da Bacia do Paraná, podendo reconstruir a configuração aproximada dos ambientes deposicionais da época e compreender os eventos de preenchimento da bacia.

Palavras-chave: Estratigrafia de sequências. Nível de base estratigráfico. Padrões de empilhamento. Tratos de sistemas. Reconstrução paleogeográfica.

ABSTRACT

The Sanga do Cabral and Santa Maria formations comprises the triassic package of the Paraná Basin, occurring restricted to the state of Rio Grande do Sul. The Sanga do Cabral Formation occurs in the central and western depression region of the state, and the Santa Maria Formation occurs only in central depression. These two formations correspond to the sequences of second order, being called Sanga do Cabral Supersequence and Santa Maria Supersequence. The Santa Maria Supersequence is subdivided into three sequences of third order: Santa Maria I, Santa Maria II and Santa Maria III. The proposal of this work is to apply the stratigraphy of sequences in high resolution in the aforementioned formations, considering non-marine factors in sedimentation. This proposal takes into account variations in the stratigraphic base level, controlled by climatic and tectonic changes. For this, stratigraphic profiles in outcrops along roads of the BR-287 and RS-532 highways were surveyed, covering the municipalities of São Vicente do Sul, Mata and São Pedro do Sul. This work used the principle of facies analysis and facies associations, occurring (i) facies association of distal gravel rivers; (ii) association of sandy braided rivers; and (iii) facies association of deltaic lacustrine. The interpretation of the depositional environments, from the facies associations, suggests two main systems: fluvial and lacustrine. Analysis of the main stratal stacking patterns (degradation, retrogradation and gratification) made it possible to demarcate stratigraphic surfaces, such as flood and regression surfaces and sequence boundaries. The defined of systems tracts represented the breaking of the registry in sequences of high resolution (4th and 5th orders), which aided in the final paleogeographic reconstruction. With this work, an in-depth understanding of the sedimentation during the Triassic period of the Paraná Basin was reached, being able to reconstruct the approximate configuration of the depositional environments of the time and to understand the events of filling of the basin.

Key-words: Sequence stratigraphy. Stratigraphic base level. Stacking patterns. System tracts. Paleogeographic reconstruction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de situação e localização da área de estudo.	19
Figura 2 - Mapa de localização das seis supersequências que compõem a Bacia do Paraná. ...	21
Figura 3 - Supercontinente Pangea durante o Triássico, composto por Laurásia e Gondwana.	24
Figura 4 - Mapa de localização da Paleorrota, sendo em laranja-vivo os principais depósitos triássicos portadores de répteis fósseis.	25
Figura 5 - Cronoestratigráfica do pacote triássico do Rio Grande do Sul, considerando as supersequências Sanga do Cabral e Santa Maria.	27
Figura 6 - Mapa geológico das unidades mesozoicas na porção centro-oeste do Rio Grande do Sul (escala 1:250000).	29
Figura 7 - Curva esquemática representando os estágios de queda e subida do nível de base, associada aos intervalos de transgressão e regressão e a taxa de sedimentação. RF – Regressão Forçada; RN – Regressão Normal.	31
Figura 8 - O clima e a tectônica são os principais fatores controladores da sedimentação em bacias interiores, sem influência da eustasia (variação do nível do mar).	34
Figura 9 - Influência do nível de base na sedimentação flúvio-lacustre aplicado ao equilíbrio fluvial.	35
Figura 10 – Componentes da sedimentação continental nas porções proximal e distal de um sistema fluvial.	36
Figura 11 – Comportamento da sedimentação fluvial aliada à formação de estuário, com trato de sistemas de nível baixo (TSNB) e a trato de sistemas transgressivo (TST).	37
Figura 12 – Evolução dos estágios deposicionais de um sistema fluvial, de acordo com as variações do nível de base estratigráfico; 1) Regressão forçada – vale inciso e áreas interflúvios; 2) Regressão normal de nível baixo – preenchimento de canais amalgamados; 3) Transgressão – preenchimento de canais menos conectados a isolados; e 4) Regressão normal de nível alto – preenchimento de canais isolados a amalgamados.	38
Figura 13 - Procedimento de coleta de dados em campo.	40
Figura 14 - Plataforma de trabalho do <i>software SedLog</i> usado na construção dos perfis colunares.	41
Figura 15 - Amostra de mão de conglomerado intraformacional da Formação Sanga do Cabral.	42

Figura 16 - Estereograma representando as atitudes das camadas medidas na Formação Sanga do Cabral.	43
Figura 17 - Perfil colunar do ponto TC01 interpretado pela estratigrafia de sequências.	45
Figura 18 - Perfil colunar do ponto TC02 interpretado pela estratigrafia de sequências.	46
Figura 19 - Perfil colunar do ponto TC03 interpretado pela estratigrafia de sequências.	47
Figura 20 - Perfil colunar do ponto TC04 interpretado pela estratigrafia de sequências.	48
Figura 21 - Perfil colunar do ponto TC05 interpretado pela estratigrafia de sequências.	49
Figura 22 - Perfil colunar do ponto TC07 interpretado pela estratigrafia de sequências.	50
Figura 23 - Perfil colunar do ponto TC08 interpretado pela estratigrafia de sequências.	51
Figura 24 - Estereograma representando as medidas estruturais das camadas da Formação Santa Maria.	52
Figura 25 - Perfil colunar do ponto TC05 interpretado pela estratigrafia de sequências.	53
Figura 26 - Perfil colunar do ponto TC09 interpretado pela estratigrafia de sequências.	54
Figura 27 - Perfil colunar do ponto TC10 interpretado pela estratigrafia de sequências.	55
Figura 28 - Reconstrução paleogeográfica dos sistemas deposicionais em três estágios de evolução sedimentar.	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas dos pontos de afloramentos levantados.	17
Tabela 2 - Classificação do arcabouço estratigráfico da Bacia do Paraná de acordo com os principais autores.	23
Tabela 3 - Classificação das fácies, segundo Miall (1978).	44

LISTA DE SIGLAS

GPS – Global Position System

LS – Limite de Sequência

N – Norte

NW – Noroeste

R – Regressão

S – Sul

SIM – Superfície de Inundação Máxima

SRM – Superfície de Regressão Máxima

SR – Superfície de Regressão

SI – Superfície de Inundação

ST – Superfície Transgressiva

T – Transgressão

TST – Trato de Sistemas Transgressivo

TSNA – Trato de Sistemas de Nível Alto

TSNB – Trato de Sistemas de Nível Baixo

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
2.	OBJETIVOS	16
3.	JUSTIFICATIVA	16
4.	ÁREA DE ESTUDO	17
5.	CONTEXTO GEOLÓGICO.....	19
5.1.	Bacia do Paraná.....	19
5.1.1.	Evolução tectonossedimentar da Bacia do Paraná.....	21
5.2.	O Triássico	24
5.2.1.	O Triássico da Bacia do Paraná.....	25
6.	ESTRATIGRAFIA DE SEQUÊNCIAS	29
6.1.	Estratigrafia de sequências em ambientes continentais.....	33
7.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	39
7.1.	Revisão bibliográfica.....	39
7.2.	Campo	39
7.3.	Pós-campo	41
8.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
8.1.	Análise da Formação Sanga do Cabral	42
8.2.	Análise da Formação Santa Maria	51
8.3.	Reconstrução paleogeográfica.....	55
9.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
	REFERÊNCIAS.....	59

1. INTRODUÇÃO

O Período Triássico foi o intervalo da história geológica de máximo desenvolvimento do Supercontinente Pangea, ocorrendo um soerguimento generalizado da massa continental, sendo caracterizado pelo baixo nível eustático e pela profusão da sedimentação continental (ZERFASS, 2003). Do Eotriássico ao Mesotriássico ocorreu o início da fase de estiramento, rifteamento e consequente quebra do Pangea (GOLONKA & FORD, 2000). O Triássico da Bacia do Paraná está inserido no topo da Supersequência Gondwana I e na Supersequência Gondwana II (Milani et al., 1998). A acumulação da Supersequência Gondwana I teria sido acompanhada de um progressivo fechamento da bacia às incursões marinhas. Segundo Milani et al., (2007), a Supersequência Gondwana II representa um intervalo de sedimentação acumulado em bacias do tipo *gráben*, durante um período progressivamente árido no interior continental.

O pacote Triássico, representado pelas Formações Sanga do Cabral e Santa Maria, apresenta-se como a faixa mais ampla dos sedimentos gondwânicos que ocupam a Depressão Periférica do Rio Grande do Sul (BARBERENA, 1977). A Formação Sanga do Cabral assenta-se sobre os depósitos Neopaleozoicos, indo até o final do Induano, com a discordância Eotriássica. A Formação Santa Maria se estende do Ladiniano ao Noriano, sendo subdividida em dois membros: Membro Passo das Tropas (inferior) e Membro Alemoa (superior), este último sobreposto pelas unidades Caturrita e Arenito Mata (BARBERENA et al., 2002).

A proposta do presente trabalho consiste na utilização da estratigrafia de sequências em alta resolução para análise e interpretação do arcabouço estratigráfico das formações Sanga do Cabral e Santa Maria. Nesse pacote estratigráfico, a ciclicidade observada teria se desenvolvido em resposta a variações do nível de base de um lago em função de um controle combinado da tectônica e do clima (MILANI et al., 2007). Por isso, a aplicação da estratigrafia de sequências nos ambientes não-marinhos leva em conta o resultado das variações no nível de base estratigráfico, sem influência do nível relativo do mar.

A estratigrafia de sequências enfatiza as relações de fácies e a arquitetura estratal dentro de um arcabouço cronológico, incluindo unidades genéticas resultantes da interação entre acomodação e sedimentação (CATUNEANU et al., 2009). De acordo com esses autores, cada uma das unidades é definida por um padrão de empilhamento estratal específico e por uma superfície estratigráfica, consistindo em um conjunto de sistemas deposicionais correlatos.

A aplicação da estratigrafia de sequências em depósitos continentais está na sua fase juvenil ainda, mas já existe uma ampla aceitação de que as suas fundamentações teóricas, como

o conceito de espaço de acomodação, podem ser aplicadas para interpretar a arquitetura dos depósitos continentais (RIBEIRO et al., 2001).

Com a elaboração da proposta de interpretação estratigráfica das formações Sanga do Cabral e Santa Maria pela estratigrafia de sequências, este trabalho busca correlacionar geneticamente eventos de sedimentação em escala local e regional, hierarquizando o registro de forma cíclica em alto detalhe. Com isso, espera-se trazer contribuições para o conhecimento geológico da região estudada, fortalecendo o estudo do registro estratigráfico do Triássico da Bacia do Paraná.

2. OBJETIVOS

O objetivo central deste trabalho é elaborar uma reconstrução paleogeográfica nas formações Sanga do Cabral e Santa Maria com o uso da estratigrafia de sequências em ambientes sedimentares continentais. Para isso, os objetivos específicos foram:

- (a) Delimitar a área de estudo;
- (b) Utilizar a análise estratigráfica de sequências;
- (c) Realizar levantamentos de campo;
- (d) Aplicar a análise de fácies;
- (e) Interpretar os sistemas deposicionais, padrões de empilhamento e tratos de sistemas;
- (f) Elaborar uma reconstrução paleogeográfica.

3. JUSTIFICATIVA

O Triássico da Bacia do Paraná, período no qual se desenvolveram depósitos estritamente continentais, foi amplamente estudado com o uso da litoestratigrafia, paleontologia e mais tarde a estratigrafia de sequências. Isso tem trazido ao longo dos anos uma forte contribuição ao conhecimento acerca da evolução tectônica e estratigráfica da bacia neste período. A estratigrafia de sequências tem se desenvolvido na análise estratigráfica de bacias interiores.

Sendo assim, a justificativa deste trabalho é enfatizar a aplicação da estratigrafia de sequências em ambientes deposicionais continentais, utilizando o arcabouço estratigráfico das formações Sanga do Cabral e Santa Maria, Triássico da Bacia do Paraná.

4. ÁREA DE ESTUDO

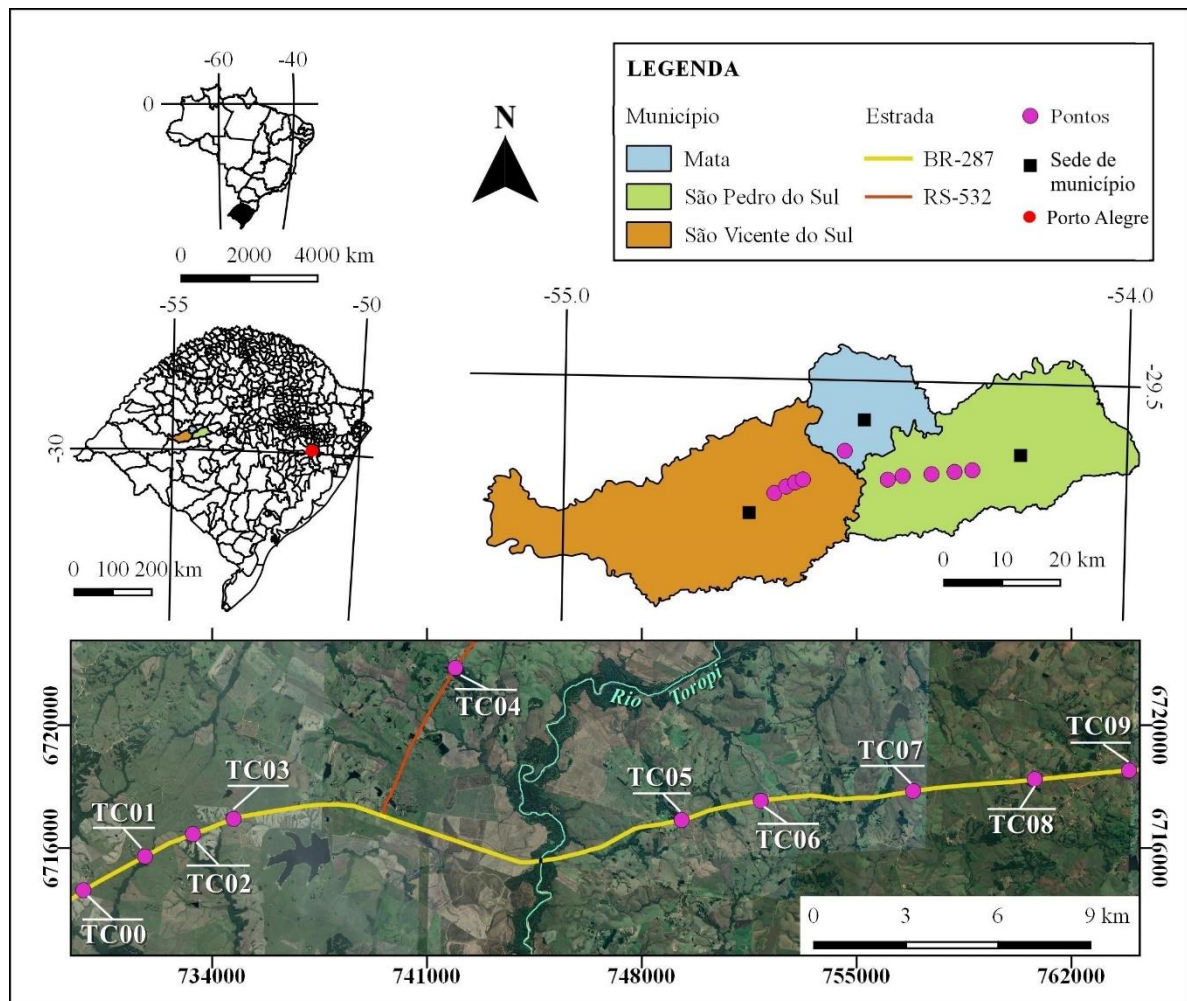
A área de estudo deste trabalho localiza-se na região centro-oeste do estado do Rio Grande do Sul, situada nos municípios de São Vicente do Sul, Mata e São Pedro do Sul (Figura 1). Para acesso à área de estudo, utiliza-se a rodovia BR-287. As coordenadas dos afloramentos, de acordo com o Sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), estão contidas no Fuso 21J com Datum WGS 84, e são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 - Coordenadas dos pontos de afloramentos levantados.

Ponto	Coordenada	Município (RS)
TC01	729804 mE / 6714624 mS	São Vicente do Sul
TC02	731813 mE / 6715724 mS	São Vicente do Sul
TC03	733376 mE / 6716453 mS	São Vicente do Sul
TC04	734701 mE / 6716947 mS	São Vicente do Sul
TC05	741926 mE / 6721866 mS	Mata
TC06	749301 mE / 6716910 mS	São Pedro do Sul
TC07	751880 mE / 6717539 mS	São Pedro do Sul
TC08	756844 mE / 6717857 mS	São Pedro do Sul
TC09	760809 mE / 6718242 mS	São Pedro do Sul
TC10	763882 mE / 6718526 mS	São Pedro do Sul

Fonte: Autor.

Figura 1 - Mapa de situação e localização da área de estudo.



Fonte: Autor. Imagem de satélite: *Google Earth*.

5. CONTEXTO GEOLÓGICO

5.1. Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná é uma vasta região sedimentar do continente sul-americano que inclui porções territoriais do Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai, totalizando uma área que se aproxima dos 1,6 milhão de quilômetros quadrados (MILANI et al., 2007). Na Argentina e no Uruguai é denominada como Bacia do Chaco-Paraná (ZALÁN et al., 1987). De acordo com esse autor, a Bacia do Paraná tem um formato alongado, na direção NNE-SSW, sendo preenchida por rochas sedimentares e vulcânicas com uma espessura máxima de seis mil metros.

A Bacia do Paraná é classificada como uma bacia sedimentar intracratônica, alicerçada sobre crosta continental e desenvolvida em três ambientes tectônicos distintos, recorrentes ao

longo da evolução do Supercontinente Gondwana (ZALÁN et al., 1987). O arcabouço estratigráfico da Bacia Paraná é temporalmente posicionado entre o Neo-Ordoviciano e o Neocretáceo, representando com isso quase 400 milhões de anos da história geológica fanerozoica dessa região do planeta (MILANI & RAMOS, 1998).

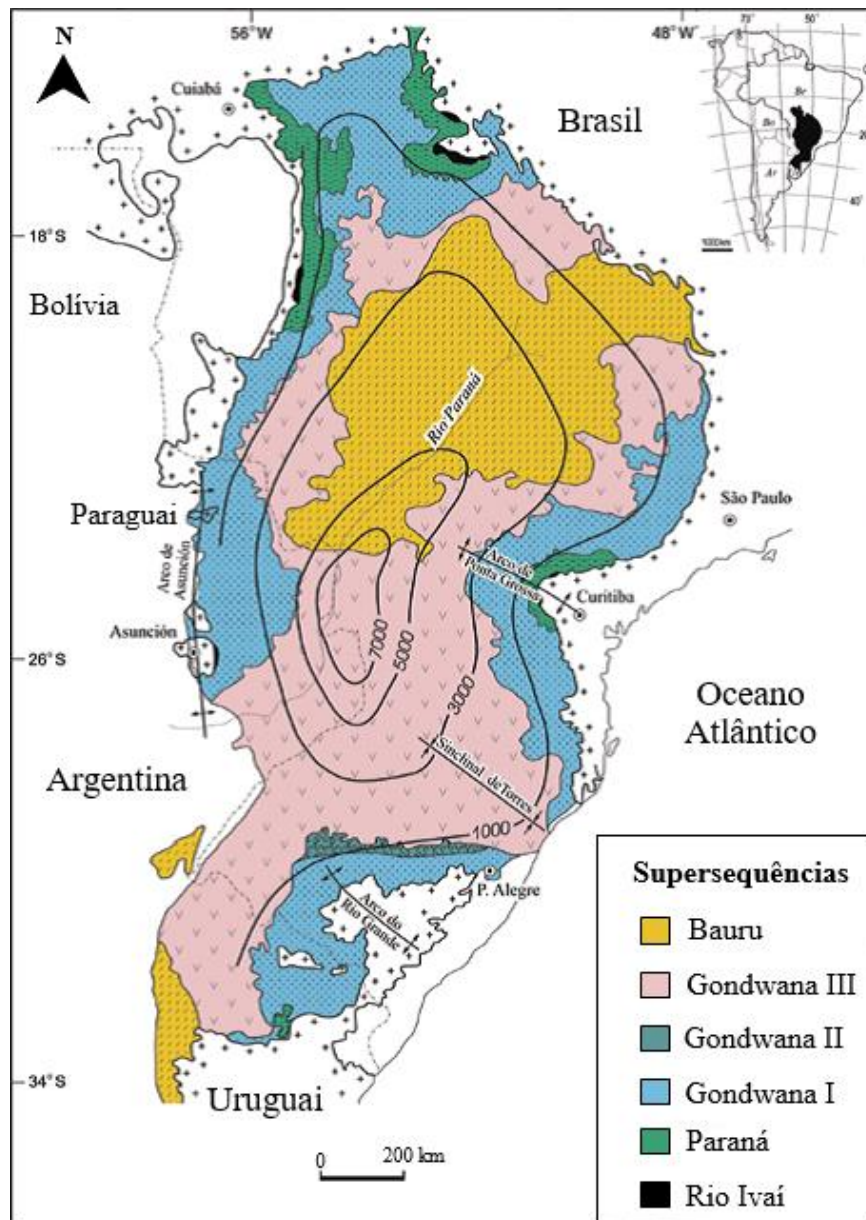
As rochas sedimentares da Bacia do Paraná estão assentadas sobre núcleos cratônicos, constituídos por rochas metamórficas, como terrenos granulíticos e granito-greenstones, os quais são rodeados por cinturões orogênicos e cobertos por restos de bacias de antepaís, todos do Ciclo Brasileiro (ZALÁN et al., 1987). Desse modo, a Bacia do Paraná também sofreu uma influência de esforços compressivos originados pela convergência de placas ao longo da faixa de colisão, na zona móvel dos Gondwanides (MILANI & RAMOS, 1998). Segundo esses autores, por mais que a região central da sinéclise foi desenvolvida sobre um núcleo cratônico estável, é nessa porção que se abrigam as maiores espessuras de rochas da Bacia do Paraná.

De acordo com Milani et al., (2007), “a flexura litosférica por sobrecarga tectônica, propagada continente adentro a partir da calha de antepaís desenvolvida na porção ocidental do Gondwana foi interpretada como tendo sido um importante mecanismo de subsidência durante a evolução da Bacia do Paraná.”

A estratigrafia da Bacia do Paraná consiste de seis sequências deposicionais de segunda ordem que se sobrepuseram ao longo de quase 400 milhões de anos de história geológica, desde o final do Período Ordoviciano até o final do Período Cretáceo (ZALÁN et al., 1987). As sequências deposicionais que compõem a bacia são delimitadas por discordâncias erosivas, descontinuidades pronunciadas no registro sedimentar durante as quais a bacia esteve submetida à ação erosiva em grande escala (HASUI et al., 2012).

As seis supersequências da Bacia do Paraná (Figura 2), da base para o topo, são: Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano); Paraná (Devoniano); Gondwana I (Carbonífero-Eotriássico); Gondwana II (Meso a Neotriássico); Gondwana III (Neojurássico-Eocretáceo); e Bauru (Neocretáceo) (MILANI et al., 2007). As três primeiras correspondem a grandes ciclos transgressivo-regressivos paleozoicos da bacia, enquanto as últimas três são caracterizadas por pacotes sedimentares continentais mesozoicos com rochas ígneas associadas (HASUI et al., 2012).

Figura 2 - Mapa de localização das seis supersequências que compõem a Bacia do Paraná.



Fonte: Extraído e modificado de NETO et al., (2004).

5.1.1. Evolução tectonossedimentar da Bacia do Paraná

A Supersequência Rio Ivaí representa o primeiro ciclo de sedimentação da Bacia do Paraná, apoiada sobre um núcleo cratônico consolidado no Ciclo Brasileiro (MILANI & RAMOS, 1998). Segundo Assine (1996), o Grupo Rio Ivaí, representante desta supersequência, ocorre em grande parte da bacia, delineando uma geometria assimétrica, com maiores espessuras a oeste. Na maioria das vezes, assenta-se diretamente em discordância litológica sobre rochas ígneas e metamórficas do embasamento pré-cambriano, ou, quando recobre unidades sedimentares de bacias molássicas, está sobre discordância angular (ASSINE, 1996).

Compreende, da base para o topo, os conglomerados e arenitos da Formação Alto Garças, diamictitos da Formação Iapó e folhelhos e siltitos da Formação Vila Maria (MILANI & RAMOS, 1998). O topo da Supersequência Rio Ivaí é marcado por uma expressiva discordância erosiva.

A sequência devoniana da Bacia do Paraná é dividida naturalmente em duas unidades: na porção inferior os arenitos da Formação Furnas e na superior os pelitos da Formação Ponta Grossa, compondo o Grupo Paraná (MILANI et al., 2007). Esta supersequência representa um ciclo transgressivo-regressivo completo, proveniente das oscilações do nível do Oceano Pantalassa, uma vez que a Formação Furnas representa sedimentos continentais a transicionais e a Formação Ponta Grossa sedimentos marinhos (MILANI & RAMOS, 1998). Essa supersequência também é marcada por uma discordância erosiva, conhecida, segundo os autores, por “discordância Pré-Itararé” ou “discordância Infra-Pensilvaniano”.

“A Supersequência Gondwana I sucedeu ao ápice das condições glaciais, com a sedimentação sendo retomada com o degelo”, explicam Milani & Ramos (1998). Esta sequência engloba o maior volume sedimentar da Bacia do Paraná, compreendendo o Grupo Itararé e Formação Aquidauana, Grupo Guatá, Grupo Passa Dois e formações Piramboia e Sanga do Cabral (MILANI et al., 2007). Estende-se do Neocarbonífero ao Eotriássico.

É durante este intervalo que se manifesta novamente o caráter mais ativo do tectonismo da Bacia do Paraná, ocasionando a migração do polo deposicional para norte e dando à bacia o caráter de sinéclise (FÚLFARO et al., 1982).

Milani et al., (1998) definem a Supersequência Gondwana I como uma sequência de segunda ordem, a qual representa, com a subida do nível relativo do mar aliada à glaciação, um intervalo de sedimentação de trato transgressivo. Esse trato se estende desde a base do Grupo Itararé até o topo da Formação Palermo, a qual constitui o evento de máxima inundação da sequência. Acima da Formação Palermo, ocorre a seção regressiva do ciclo, o qual termina dentro das camadas vermelhas do Eotriássico (MILANI et al., 1998).

A Supersequência Gondwana II está confinada à porção mais meridional da Bacia do Paraná, e é representada pela Formação Santa Maria, e sua unidade superior, Caturrita (MILANI et al., 1998). Os eventos de subsidência meso-neotriássica da Bacia do Paraná podem estar relacionados ao desenvolvimento de *grábens* distensivos assimétricos, nos quais se acomodaram os sedimentos desse intervalo. A ciclicidade ocorrente neste pacote, com intercalação entre pelitos lacustres e arenitos fluviais, teria se desenvolvido em resposta a variações do nível de base estratigráfico (nível da superfície do lago), com influências do clima e da tectônica (MILANI et al., 2007). É nessa supersequência em que o presente trabalho se

desenvolve, com inclusão da Formação Sanga do Cabral, unidade de topo da Supersequência Gondwana I.

A Supersequência Gondwana III é representada em sua porção inferior por arenitos finos a médios eólicos, que apresentam estratificações cruzadas de grande porte. Essa porção corresponde à Formação Botucatu (MILANI et al., 1998). Segundo estes autores, a Formação Botucatu representa uma das maiores ocorrências de sedimentos continentais em todo o mundo, significando o maior alastramento da desertificação no Supercontinente Gondwana.

No topo da unidade, os arenitos se intercalam com os derrames de lavas que marcam os estágios iniciais da quebra do Gondwana. Estes derrames culminam numa grande pilha de lavas, a Formação Serra Geral (MILANI et al., 1998).

Acima dos derrames basálticos da Formação Serra Geral, se estabeleceu a última sequência de segunda ordem da Bacia do Paraná: a Supersequência Bauru, representada pelos grupos Caiuá e Bauru. Esta unidade compreende arenitos acumulados em condições semiáridas a desérticas (MILANI et al., 2007). O Grupo Caiuá é composto pelas formações Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio. O Grupo Bauru é composto pelas formações Uberaba, Vale do Rio do Peixe, Araçatuba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Marília (MILANI et al., 2007).

Ainda segundo Milani et al., (2007), o primeiro grupo corresponde ao trato de sistemas eólico interior, com arenitos eólicos finos a médios e estratificações cruzadas planares de grande porte. Já o segundo grupo corresponde ao trato de sistemas de clima semiárido, formado por leques aluviais marginais e alguns depósitos fluviais.

Tabela 2 - Classificação do arcabouço estratigráfico da Bacia do Paraná de acordo com os principais autores.

		Fúlfaro et al., (1982)	Zalán et al., (1987)	Milani & Ramos (1998)
Sequências	Triássico-Jurássico	Juro-Cretácea	Bauru	Gondwana III
			Triássica	Gondwana II
	Permocarbonífero	Permo-carbonífera	Gondwana I	Paraná
			Devoniana	Rio Ivaí
	Siluriano-Devoniano	Siluriana		

Fonte: Autor.

5.2. O Triássico

O Período Triássico (225-190 milhões de anos) registra mudanças significativas da fauna de répteis para o início do domínio dos dinossauros. Análises dessas faunas revelam um evento repentino de extinção entre os répteis parentes dos mamíferos e os rincossauros herbívoros, no Noriano, conjuntamente com a rápida irradiação dos dinossauros (TUCKER & BENTON, 1982). Tais características estão, sobretudo, ligadas às mudanças climáticas.

Durante o Triássico, todos os continentes estavam conectados entre si, formando o Supercontinente Pangea, com a separação entre Laurásia e Gondwana pelo Mar de Tétis (Figura 3). Em razão disso, o Triássico é tido como um período dominado por processos continentais (TUCKER & BENTON, 1982). De forma global, o nível relativo do mar era baixo. Predominavam intemperismo e erosão sobre o interior continental, resultando em um processo de sedimentação generalizada.

Figura 3 - Supercontinente Pangea durante o Triássico, composto por Laurásia e Gondwana.



Fonte: Extraído de Zerfass (2003).

Lucas & Tanner (2015) comentam que o Neotriássico foi um intervalo prolongado de elevação das taxas de extinção as quais se manifestaram numa série de extinções durante o Carniano, Noriano e Rético. Segundo eles, essas extinções ocorreram em maior parte na vida marinha, afetando radiolários, conodontes, bivalves e crustáceos. Nos ambientes continentais as extinções foram mais tênues, atingindo principalmente as comunidades de tetrápodes vertebrados e alguns representantes da flora (LUCAS & TANNER, 2015).

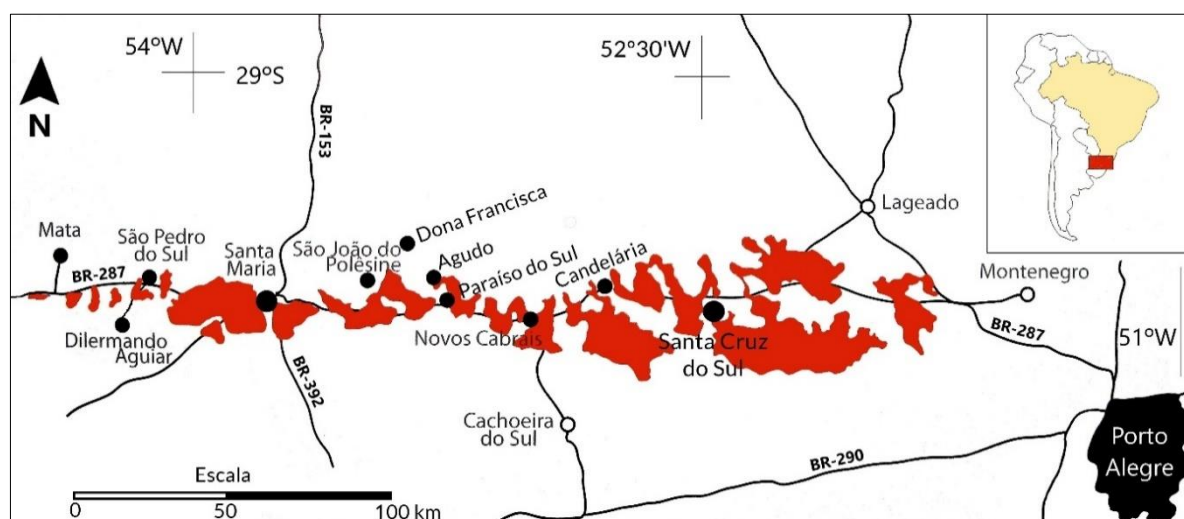
5.2.1. O Triássico da Bacia do Paraná

O Triássico da Bacia do Paraná tem sua importância tanto em questões geológicas quanto paleontológicas, que registram as mudanças ocorridas no clima e na tectônica globais.

Conteúdo fóssil

O Rio Grande do Sul é privilegiado em afloramentos triássicos ricos em conteúdo fóssil, próximos da região da Depressão Central do Estado (Figura 4). Litoestratigraficamente, os sedimentos portadores dos répteis tetrápodes do Rio Grande do Sul podem ser atribuídos, da base para o topo, às formações Sanga do Cabral (Eotriássico), Santa Maria (Neo-Anisiano a Carniano) e Caturrita (Neocarniano a Neonoriano) (BARBERENA et al., 2002).

Figura 4 - Mapa de localização da Paleorrota, sendo em laranja-vivo os principais depósitos triássicos portadores de répteis fósseis.



Fonte: Extraído e modificado de Manzig & Weinschütz (2012).

Os fósseis de répteis encontrados são, segundo Manzig & Weinschütz (2012), principalmente: (a) procolofonídeos e esfenodontes, pequenos pararrépteis com ampla distribuição geográfica desde o final do Permiano até o Triássico Superior; (b) arcossauros, um grupo de répteis que evoluíram desde o Permo-Triássico, mais tarde dando origem aos crocodylomorfos, dinossauros, aves e pterossauros; (c) rincossauros, herbívoros dominantes encontrados em muitas faunas do Triássico, e constituem cerca de 90% da fauna fóssil do topo da Formação Santa Maria; (d) dicinodontes e cinodontes, herbívoros dominantes no Permiano Superior; e (e) dinossauros, os quais datam do início do Triássico Superior (Carniano Médio), como o *Staurikosaurus pricei* (BARBERENA et al., 2002).

As primeiras referências sobre vegetais fósseis da região de Santa Maria foram feitas por von HEUNE & STAHLCKER (1931 apud BORTOLUZZI, 1974), envolvendo madeira silicificada encontrada em sedimentos considerados, pelos autores citados, como pertencentes à Formação Rio do Rastro. Essas ocorrências fazem parte da sequências do Membro Caturrita (BORTOLUZZI, 1974).

A “Flora *Dicroidium*” constitui o único registro de megaflores de idade mesotriássica no Gondwana brasileiro, preservada na região central do Rio Grande do Sul, no afloramento “Passo das Tropas”. Com base nos dados paleoflorísticos, foi instituído um intervalo bioestratigráfico informal designado como Flora *Dicroidium odontopteroides*, de idade anisiana superior-ladiniana superior (DA-ROSA; GUERRA-SOMMER; CAZZULO-KLEPZIG, 2009).

Estratigrafia

A sequência triássica da Bacia do Paraná, limitada ao estado do Rio Grande do Sul, pode ser subdividida nas sequências deposicionais de segunda ordem I, II e III (BARBERENA et al., 2002). Correspondem, respectivamente, às formações Sanga do Cabral, Santa Maria e Caturrita, e à unidade Arenito Mata, estando limitadas no topo e na base por superfícies erosivas regionais.

A sequência I corresponde à Formação Sanga do Cabral, composta por arenitos avermelhados grossos com estratificação cruzada acanalada e laminação plano-paralela, intercalados a conglomerados intraformacionais. É interpretada como um sistema deposicional fluvial entrelaçado de canais efêmeros (SOARES; SOARES; HOLZ, 2008).

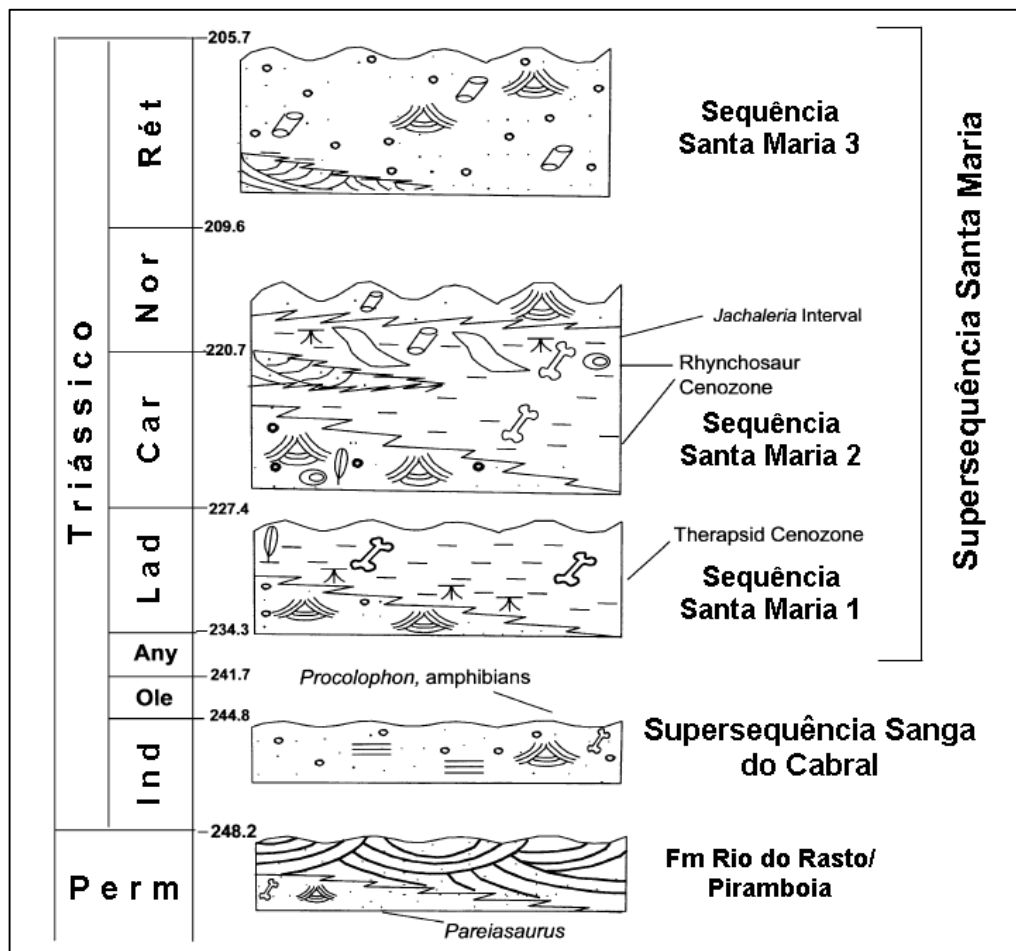
A sequência II corresponde às formações Santa Maria e Caturrita. A base da Formação Santa Maria corresponde ao Membro Passo das Tropas, composto por arenitos finos a conglomeráticos, de coloração cinza-esbranquiçada, com estratificações cruzadas acanaladas de pequeno a grande porte. De forma subordinada, ocorrem siltitos e lamitos avermelhados em lentes e camadas delgadas, onde encontram-se fósseis vegetais da Flora *Dicroidium*. A partir dos depósitos de canais fluviais e planícies de inundação, o Membro Passo das Tropas é interpretado como um sistema deposicional fluvial entrelaçado (BARBERENA et al., 2002).

A porção intermediária da sequência II corresponde ao Membro Alemoa, composto por siltitos maciços ou laminados, avermelhados, contendo gretas de contração e paleossolos. Os siltitos ocorrem intercalados com arenitos finos a conglomeráticos, apresentando estratificação cruzada acanalada (BARBERENA et al., 2002). É interpretado como um sistema deposicional flúvio-lacustre por Soares; Soares; Holz, (2008).

A porção de topo da sequência II corresponde à Formação Caturrita, que compreende corpos lenticulares de arenitos grossos a finos com estratificação cruzada acanalada, e intraclastos de lama. Esta unidade representa o rápido assoreamento de um lago por um sistema de canais fluviais amplos e rasos, o que indica progressiva diminuição da taxa de criação de espaço de acomodação (SOARES; SOARES; HOLZ, 2008). A sequência III é representada pela unidade Arenito Mata, caracterizada por um pacote de arenitos finos a conglomeráticos com estratificação cruzada acanalada, interpretados como de um sistema deposicional fluvial de canais entrelaçados (BARBERENA et al., 2002).

Zerfass et al., (2003) hierarquizou o intervalo em questão em duas sequências de segunda ordem: Supersequência Sanga do Cabral e Supersequência Santa Maria. Ainda, subdividiu a Supersequência Santa Maria em três sequências de terceira ordem: Santa Maria I, Santa Maria II e Santa Maria III (Figura 5).

Figura 5 - Cronoestratigráfica do pacote triássico do Rio Grande do Sul, considerando as supersequências Sanga do Cabral e Santa Maria.



Fonte: Extraído e modificado de Zerfass et al., (2003).

A Supersequência Sanga do Cabral corresponde à Formação Sanga do Cabral, e compreende lentes de conglomerado intraformacional, maciço ou com estratificação cruzada acanalada e arenitos com estratificação horizontal. As fácies são limitadas por superfícies sub-horizontais, o que indica um sistema de canais pouco confinados, desenvolvidos em baixa taxa de criação de espaço de acomodação (ZERFASS et al., 2003). Isso aconteceu durante eventos de rápida inundação sob condições áridas ou semiáridas.

A Supersequência Santa Maria corresponde à Formação Santa Maria e ao “Arenito Mata”, sendo relacionada como um único episódio de preenchimento da bacia. Esta supersequência é subdividida em três sequências de terceira ordem, sendo elas: Sequência Santa Maria I; Sequência Santa Maria II; e Sequência Santa Maria III (ZERFASS et al., 2003).

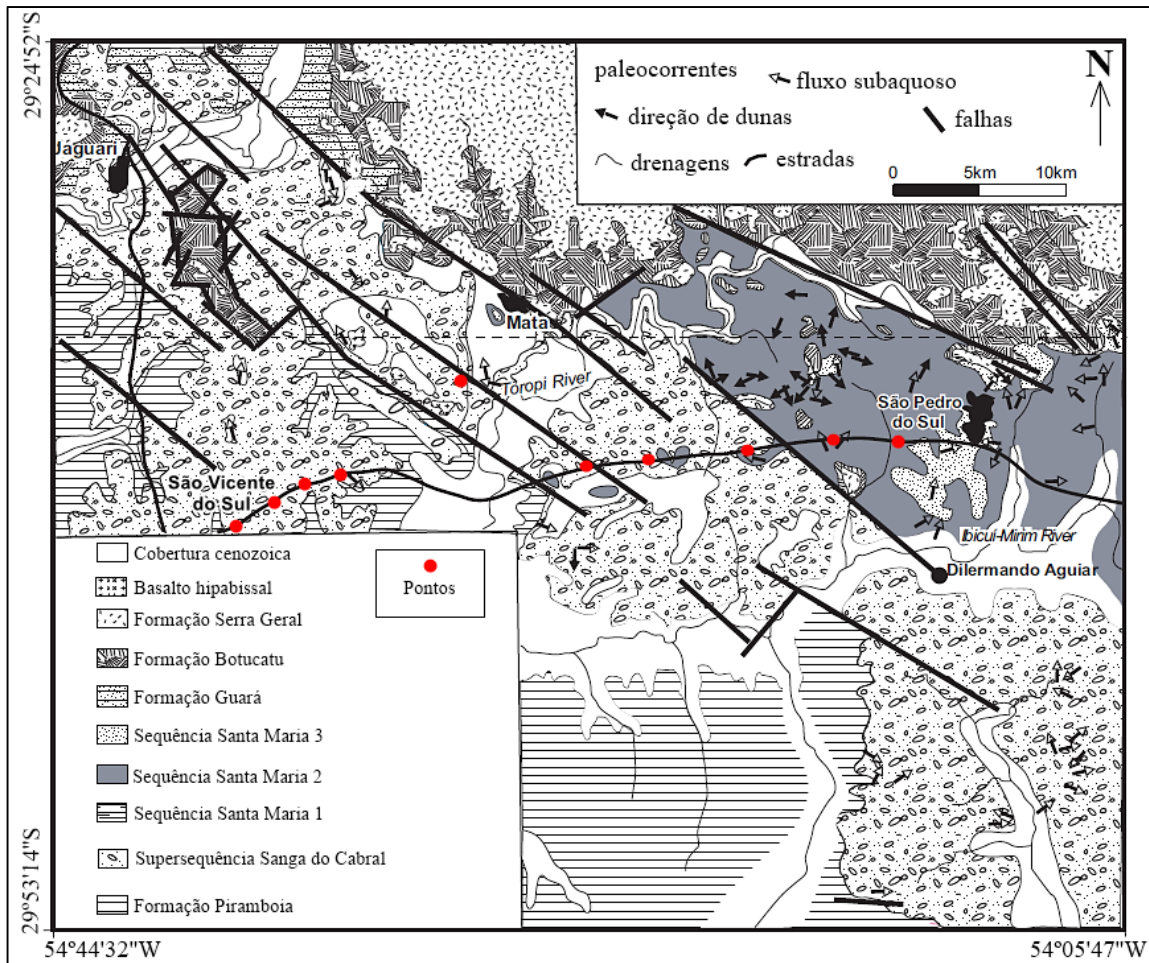
A Sequência Santa Maria I, conforme Zerfass et al., (2003), é interpretada, na parte inferior da sequência, como um trato de sistemas de nível baixo (TSNB), composto por uma fácies fluvial basal e uma fácies deltaica superior. A fácies fluvial compreende pacotes de ortoconglomerados e arenitos conglomeráticos maciços ou estratificados. A fácies deltaica compreende arenitos e siltitos finos. Este trato é limitado no topo por uma superfície transgressiva (ST ou SRM – Superfície de Regressão Máxima). Já o trato de sistemas transgressivo (TST), na parte superior da sequência, é composto por lamitos avermelhados maciços ou laminados, de origem lacustre (ZERFASS et al., 2003).

A Sequência Santa Maria II, conforme Zerfass et al., (2003), é interpretada, na base da sequência, como um trato de sistemas de nível baixo (TSNB), composto por arenitos com estratificação cruzada acanalada. Este trato é limitado no topo por uma superfície transgressiva (ST ou SRM – Superfície de Regressão Máxima). Acima, ocorre trato de sistemas transgressivo (TST), composto por lamitos avermelhados maciços ou laminados, de origem lacustre. No topo da sequência, ocorre trato de sistemas de nível alto (TSNA), representado por arenitos eólicos seguidos de arenitos fluviais, com estratificação cruzada acanalada (ZERFASS et al., 2003).

A Sequência Santa Maria III, conforme Zerfass et al., (2003), é equivalente à unidade “Arenito Mata” (FACCINI, 1989 apud ZERFASS et al., 2003) sendo composta por arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada acanalada. Ocorrem também injeções de lama entre os arenitos desta unidade. Dessa forma, esta sequência é interpretada como um trato de sistemas de nível baixo (TSNB).

Essas unidades estão representadas no mapa da Figura 6. Os pontos vermelhos indicam os afloramentos estudados no presente trabalho.

Figura 6 - Mapa geológico das unidades mesozoicas na porção centro-oeste do Rio Grande do Sul (escala 1:250000).



Fonte: Extraído e modificado de Zeffass et al., (2003).

6. ESTRATIGRAFIA DE SEQUÊNCIAS

A estratigrafia de seqüências compreende um conjunto de previsões que podem ser feitas sobre as fácies sedimentares e a arquitetura de sedimentos originados em ambientes nos quais prevalecem controles alogênicos específicos. O princípio fundamental é o de que as sucessões estratigráficas podem ser subdivididas em seqüências distintas limitadas por inconformidades generalizadas (MIALL, 2000).

A estratigrafia de seqüências é focada exclusivamente na análise de mudanças nas fácies e no caráter geométrico dos estratos e na identificação de superfícies-chave para se determinar a ordem cronológica de preenchimento da bacia e dos eventos erosionais. Os padrões de empilhamento estratigráficos respondem à interação de mudanças nas taxas de sedimentação e do nível de

base, e refletem combinações de tendências deposicionais que incluem progradação, retrogradação, agradação e degradação (CATUNEANU et al., 2009).

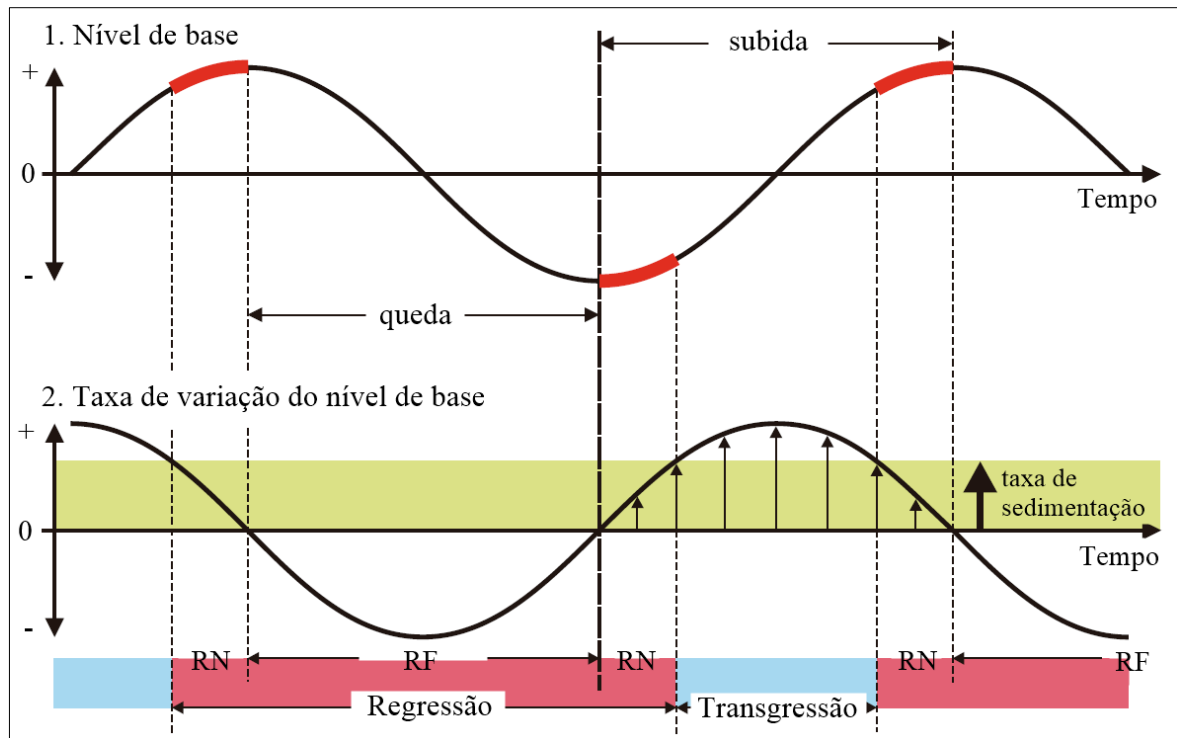
Um sistema deposicional é o produto da sedimentação num ambiente deposicional distinto (CATUNEANU, 2006). As características fundamentais dos estratos, como geometria e fácies, conduzem à interpretação do paleoambiente deposicional. Os sistemas deposicionais, assim, formam os elementos básicos dos tratos de sistemas, os quais representam um conceito essencial para a correlação estratigráfica e a interpretação genética do preenchimento da bacia sedimentar (CATUNEANU, 2006).

O tipo de bacia sedimentar em que se hospeda uma sucessão sedimentar também é um fator essencial de análise pela estratigrafia de sequências. Cada ambiente tectônico é único no que se refere a tipos de subsidência, e, portanto, a arquitetura estratigráfica, bem como a natureza dos sistemas deposicionais que preenchem a bacia, é um reflexo dos mecanismos estruturais que controlam a formação da bacia (CATUNEANU, 2006).

A relação entre os padrões de empilhamento estratigráfico e mudanças cíclicas no nível de base é um dos temas fundamentais da estratigrafia de sequências (CATUNEANU et al., 2009). O conceito de nível de base se refere a uma superfície dinâmica de balanço entre erosão e deposição, ou seja, uma superfície de equilíbrio situada no nível mais baixo da erosão continental, no ponto mais baixo de um perfil fluvial, ou no nível mais alto até o qual uma sucessão sedimentar pode ser construída (TWENHOFEL, 1939; SLOSS, 1962 apud CATUNEANU et al., 2009).

A Figura 7 esquematiza os efeitos da variação do nível de base em relação ao tempo. A curva do nível de base compreende um estágio de queda e um estágio de subida, os quais são refletidos na taxa de variação do nível de base. No estágio de queda do nível de base, quando se desenvolve a regressão forçada, há destruição de espaço de acomodação (acomodação negativa). No estágio de subida do nível de base, quando se desenvolvem a regressão normal de nível baixo, a regressão normal de nível alto e a transgressão, há geração de espaço de acomodação (acomodação positiva). Com isso, tem-se que acomodação representa a quantidade de espaço disponível para preenchimento com sedimentos até o nível de base (CATUNEANU et al., 2009).

Figura 7 - Curva esquemática representando os estágios de queda e subida do nível de base, associada aos intervalos de transgressão e regressão e a taxa de sedimentação. RF – Regressão Forçada; RN – Regressão Normal.



Fonte: Extraído e modificado de Catuneanu (2006).

Tipos de seqüências

As *seqüências deposicionais* são formadas durante um ciclo completo de mudança na acomodação, o que envolve tanto aumento quanto diminuição do espaço disponível para preenchimento sedimentar. Os limites de seqüências são formados durante períodos de baixas taxas de acomodação (acomodação negativa) (CATUNEANU et al., 2011).

As *seqüências genéticas* são formadas no desenvolvimento de superfícies de inundação máxima, durante períodos de altas taxas de acomodação (acomodação positiva) em resposta a variações nas taxas de criação de espaço de acomodação ou aporte de sedimentos. Por isso, as seqüências genéticas podem incluir uma discordância subaérea (CATUNEANU et al., 2011), que representa o limite de seqüências.

As *seqüências transgressivo-regressivas* (T-R), segundo Johnson & Murphy (1984 apud CATUNEANU et al., 2011) dependem do desenvolvimento de superfícies de regressão máxima, as quais são formadas durante períodos de acomodação positiva. Estas seqüências são resultado de variações nas taxas de criação de espaço de acomodação ou aporte sedimentar. Por outro lado, as seqüências T-R de Embry & Johannessen (1992 apud CATUNEANU et al., 2011) são originadas a partir de períodos de acomodação negativa, ocorrendo formação de uma

discordância subaérea como limite de sequência. As sequências T-R são adotadas no presente trabalho para a análise estratigráfica.

Superfícies estratigráficas

A *superfície de regressão máxima* é a superfície que marca uma mudança na trajetória da linha de costa desde a regressão normal de nível baixo até a transgressão. Esta superfície é formada durante o estágio de subida do nível de base, quando o padrão de empilhamento progradacional muda para retrogradacional (CATUNEANU et al., 2009). Corresponde ao fim do evento de regressão.

A *superfície de inundação máxima* é a superfície que marca uma mudança na trajetória da linha de costa desde a transgressão até a regressão normal de nível alta. Esta superfície é formada durante o estágio de queda do nível de base, quando o padrão de empilhamento retrogradacional muda para progradacional (CATUNEANU et al., 2009). Corresponde ao fim do evento de transgressão.

A *discordância subaérea* é uma discordância formada sob condições subaéreas, como resultado da erosão fluvial ou *bypass*, pedogênese, erosão eólica ou dissolução e carstificação. Esta superfície é formada durante queda do nível de base (CATUNEANU et al., 2009).

A *conformidade correlativa* é uma superfície estratigráfica que marca a mudança nos padrões de empilhamento estratigráfico desde a regressão normal de nível alto até a regressão forçada, de acordo com Posamentier & Allen (1999 apud CATUNEANU et al., 2009). Para Hunt & Tucker (1992 apud CATUNEANU et al., 2009), é a mudança dos padrões de empilhamento desde a regressão forçada até a regressão normal de nível baixo.

Tratos de sistemas

Um trato de sistemas consiste em uma sucessão de estratos relacionados geneticamente limitada por superfícies estratigráficas (CATUNEANU et al., 2011). São interpretados com base nos padrões de empilhamento estratigráfico, na posição dentro da sequência e no tipo de superfície limítrofe.

A *regressão forçada* é a regressão da linha de costa promovida pela queda do nível de base. Está relacionada aos padrões de empilhamento progradacional e degradacional. O trato de sistemas aplicado à regressão forçada é o de *estágio de queda* (CATUNEANU et al., 2009).

A *regressão normal* é a regressão da linha de costa promovida pelo aporte sedimentar, durante um período de subida do nível de base. Está relacionada aos padrões de empilhamento

progradacional e agradacional. O trato de sistemas aplicado à regressão normal de nível baixo é o trato de sistemas de nível baixo, e à regressão normal de nível alto é o *trato de sistemas de nível alto* (CATUNEANU et al., 2009).

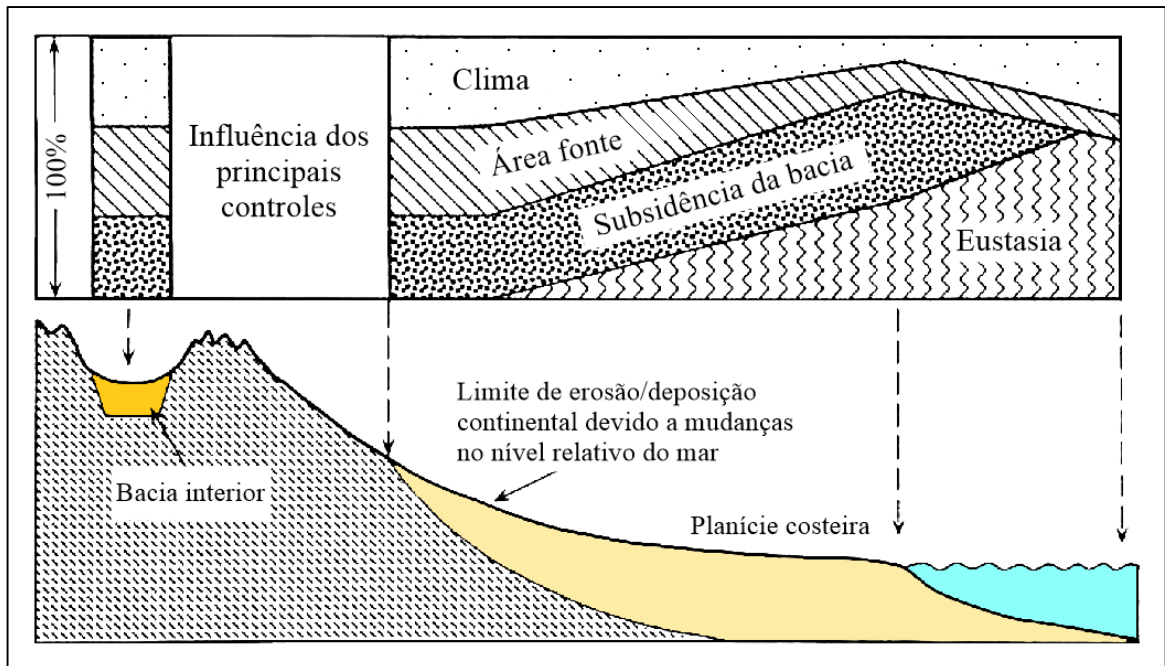
A *transgressão* é a migração terrestre de sistemas marinhos ou lacustres, promovida pela subida do nível de base em taxas mais altas do que as de sedimentação na linha de costa. Está relacionada ao padrão de empilhamento retrogradacional e ao *trato de sistemas transgressivo* (CATUNEANU et al., 2009).

6.1. Estratigrafia de sequências em ambientes continentais

Amplamente desenvolvida para sistemas deposicionais marinho-rasos e costeiros, a aplicação da estratigrafia de sequências a depósitos continentais tem se desenvolvido grandemente nos últimos anos e permanece em progresso (RIBEIRO et al., 2001). Os limites de sequências são interpretados como descontinuidades desenvolvidas durante quedas do nível de base estratigráfico.

Em bacias interiores (Figura 8), a arquitetura estratal é resultado da atuação do clima, do aporte sedimentar vindo das áreas fontes e da subsidência tectônica, sem influência da eustasia (SHANLEY & MCCABE, 1994 apud RIBEIRO et al., 2001). A evolução da arquitetura deposicional, na escala de sequências deposicionais, é governada pelas taxas de geração e destruição de espaço de acomodação e pelos processos atuantes nos sistemas deposicionais (RIBEIRO et al., 2001).

Figura 8 - O clima e a tectônica são os principais fatores controladores da sedimentação em bacias interiores, sem influência da eustasia (variação do nível do mar).

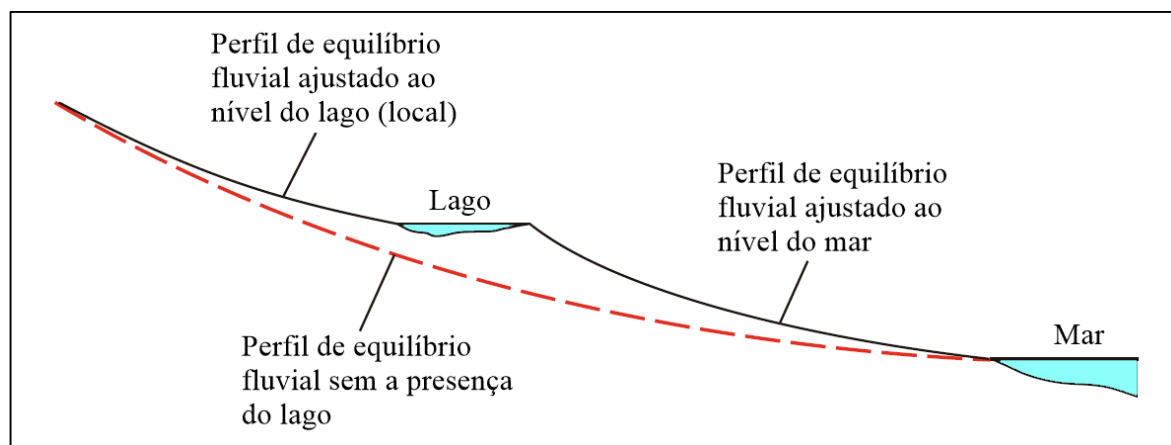


Fonte: Extraído e modificado de Miall (2000).

Devido à sua lenta subsidência, bacias intracratônicas tendem a ser continentais a marinhas rasas, e seu registro pode conter hiatos significativos. Por isso, a Bacia do Paraná, por sua natureza intracratônica, propiciou um preenchimento com pouca geração de espaço de acomodação e com geometria muito tabular. As mudanças faciológicas geradas pela queda do nível de base produziram depósitos planos e extensos. Dessa forma são verificados que os limites de seqüências coincidem com os limites litoestratigráficos das unidades na Bacia do Paraná (HOLZ & CARLUCCI, 2000).

Nos sistemas lacustres as variações do nível do lago afetam a sua arquitetura estratigráfica, controlando o espaço de acomodação. Essas variações não apenas afetam a faciologia lacustre como também o sistema fluvial adjacente (RIBEIRO et al., 2001). Assim, a deposição sedimentar em uma bacia que possui um lago central é afetada pelo nível da superfície da água daquele lago, semelhantemente ao que ocorre com o nível relativo do mar (Figura 9).

Figura 9 - Influência do nível de base na sedimentação flúvio-lacustre aplicado ao equilíbrio fluvial.



Fonte: Extraído e modificado de Catuneanu et al., (2011).

Quando há mudança para um clima mais árido, há redução no suprimento de água e aumento na evaporação, o que acaba resultando em queda do nível de base. Condições climáticas mais úmidas significam que os rios fornecem mais água, a evaporação é reduzida e o nível de base (nível do lago) volta a aumentar.

Essas flutuações de nível de base estratigráfico podem ser de magnitude maior que a eustasia global, e a acomodação nos sistemas deposicionais fluviais e lacustres dentro da bacia também é determinada pela subsidência tectônica (NICHOLS, 2009).

Para sistemas fluviais, Martinsen et al., (1999) propõem uma divisão em dois tratos de sistemas: *trato de baixa taxa de acomodação* e *trato de alta taxa de acomodação*. Os tratos são separados pelos limites de sequência e pela *superfície de expansão intermediária*, com ocorrência de fácies pelíticas. O trato de baixa taxa de acomodação é caracterizado pelos depósitos de canais fluviais amalgamados, ao passo que o trato de alta taxa de acomodação é caracterizado por canais fluviais isolados.

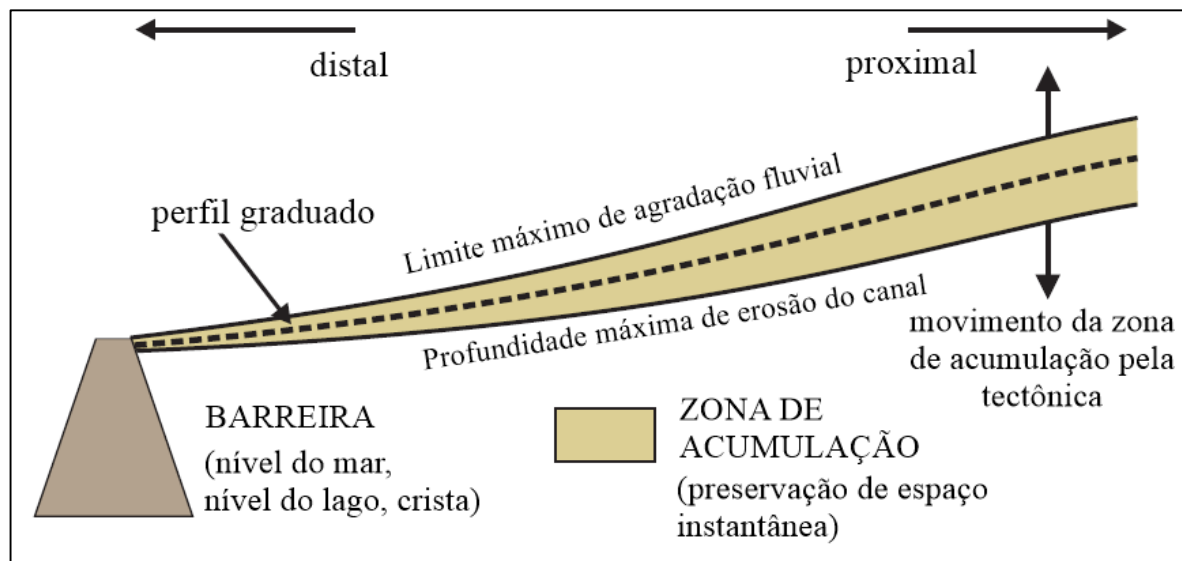
De acordo com Catuneanu et al., (2011), a acomodação em sistemas fluviais é alterada por variações no nível de base e, onde os rios estão muito distantes da linha de costa, a acomodação fluvial é criada ou destruída por mudanças climáticas ou tectônicas. Nesse sentido, a acomodação é mais abrangente que o nível de base, como controle da ciclicidade estratigráfica ocorrente nos sistemas deposicionais.

A sedimentação, em qualquer momento, ocorre dentro de uma “*buffer zone*” (zona de acumulação potencial) que abrange a capacidade máxima do rio de degradar sua planície de inundação (o limite superior da zona de acumulação potencial) e entalhar a parte mais profunda de seu sistema de canais (o limite inferior) (CATUNEANU et al., 2011). A extremidade a

jusante desta zona de acumulação, na porção distal do rio, é limitada pela presença de uma barreira ou contraforte, que representa o nível de base sedimentar (Figura 10).

Os controles atuantes na porção distal de um sistema fluvial continental incluem mudanças na elevação do terreno sobre o qual o rio corre para fora da bacia. Já na porção proximal do sistema fluvial, os controles são basicamente a tectônica e o clima (CATUNEANU et al., 2011).

Figura 10 – Componentes da sedimentação continental nas porções proximal e distal de um sistema fluvial.

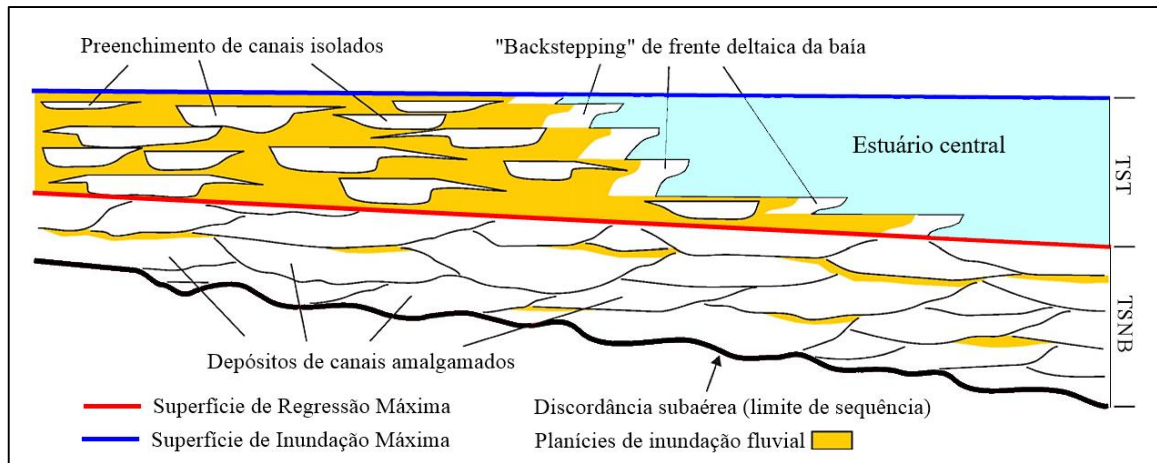


Fonte: Extraído de Catuneanu et al., (2011).

Em sistemas continentais, a discordância subaérea, criada durante a regressão forçada, é considerada como o limite de sequência, que representa a posição final do nível de erosão após o qual se inicia uma nova fase de subida do nível de base (CATUNEANU et al., 2011). Então, a subida no nível de base, durante a regressão normal de nível baixo, gera um aumento da acomodação e consequentemente um padrão agradacional. Depósitos de canais amalgamados são formados em um vale inciso, o que ocorre quando a taxa de geração de espaço de acomodação é menor que de aporte sedimentar (CATUNEANU et al., 2011).

Durante a transgressão, como o nível de base sobe, cria-se novo espaço para acomodação e os vales incisos tornam-se estuários (Figura 11).

Figura 11 – Comportamento da sedimentação fluvial aliada à formação de estuário, com trato de sistemas de nível baixo (TSNB) e a trato de sistemas transgressivo (TST).

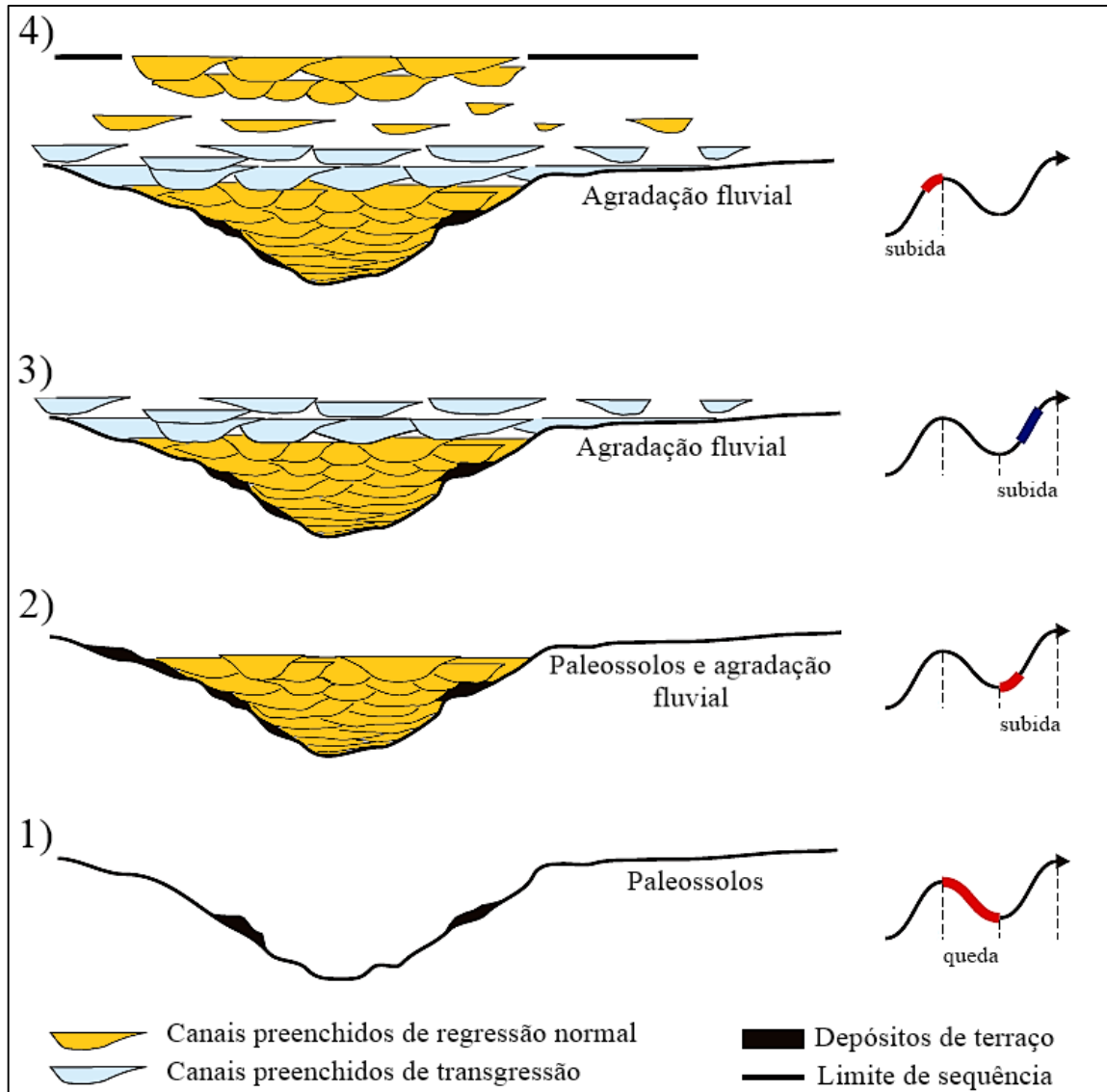


Fonte: Extraído de Catuneanu et al., (2009).

Neste caso, as taxas de geração de espaço de acomodação são maiores que de aporte de sedimentos. Então, durante a regressão normal de nível alto, a geração de espaço de acomodação também diminui, reduzindo o padrão agradacional do sistema fluvial e tornando os canais mais interconectados (CATUNEANU et al., 2011). Ao mesmo tempo, há redução da preservação dos depósitos de planícies de inundação, resultando em maior deposição de arenitos.

A Figura 12 retrata os estágios deposicionais citados para um sistema fluvial de acordo com a curva de variação do nível de base estratigráfico.

Figura 12 – Evolução dos estágios deposicionais de um sistema fluvial, de acordo com as variações do nível de base estratigráfico; 1) Regressão forçada – vale inciso e áreas interflúvios; 2) Regressão normal de nível baixo – preenchimento de canais amalgamados; 3) Transgressão – preenchimento de canais menos conectados a isolados; e 4) Regressão normal de nível alto – preenchimento de canais isolados a amalgamados.



Fonte: Extraído e modificado de Catuneanu (2006).

Pode-se ainda aplicar a estratigrafia de sequências em ambientes desérticos, onde as “supersuperfícies” de Kocurek (1988 apud RIBEIRO et al., 2001) representam os limites de uma sequência. Tais superfícies limítrofes refletem interrupções na acumulação do *erg*, muitas vezes representando intervalos sem deposição (RIBEIRO et al., 2001). Por essa razão, as supersuperfícies separam pacotes eólicos geneticamente diferenciados, delimitando o final de um evento de acumulação eólica.

A importância do conceito de espaço de acomodação é enfatizada, como tendência dominante para a aplicação da estratigrafia de sequências na análise de ambientes continentais.

A utilização dos tratos de sistemas depende da identificação das superfícies estratigráficas, como os limites de sequências e superfícies de inundação máxima (RIBEIRO et al., 2001).

7. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em três etapas, sendo elas: etapa de revisão bibliográfica; etapa de campo; e etapa de pós-campo. As etapas estão organizadas a seguir.

7.1. Revisão bibliográfica

Na primeira fase de trabalho, foi realizada a revisão bibliográfica prévia do tema a ser desenvolvido, incluindo as unidades estratigráficas em questão, a distribuição espacial e temporal das formações geológicas e localização dos afloramentos para estudo. Com isso buscou-se um acervo de materiais teóricos já publicados acerca da área de estudo, trabalhos anteriores e dados virtuais, como imagens de satélite e cartas topográficas dos municípios visitados.

7.2. Campo

As técnicas utilizadas para o trabalho de campo se referem aos princípios básicos da geologia sedimentar em escala de afloramento. Dentre as principais técnicas, destacam-se: (a) descrição de afloramento e de atributos litológicos; (b) definição de fácies sedimentares; (c) construção de perfis verticais de fácies; e (d) medidas estruturais, como direção de paleocorrentes, mergulho e orientação das camadas (Figura 13). Os levantamentos foram feitos em escala 1:50.

Figura 13 - Procedimento de coleta de dados em campo.



Fonte: Autor.

Na medição da espessura das camadas foi utilizada a trena métrica. Para a medição das direções de paleocorrentes, assim como mergulho e direção das camadas, foi utilizada uma bússola geológica. *GPS* foi utilizado para marcar as coordenadas dos pontos de afloramento.

Análise de Fácies

Um dos mais importantes fundamentos para a aplicação da estratigrafia de seqüências, a análise de fácies ocupa-se do levantamento e interpretação dos atributos das rochas sedimentares a fim de se compreender o processo sedimentar envolvido (ZERFASS, 2003). Segundo James & Dalrymple (2010), a “fácies representa um corpo de rocha caracterizado por uma combinação particular de litologia e estruturas físicas e biológicas que diferem de corpos de rocha acima, abaixo e lateralmente adjacentes”. A análise de fácies leva em conta os processos originários das fácies, relacionando aos principais sistemas deposicionais.

Associação de fácies

Para a interpretação ambiental, é importante definir a associação de fácies, uma vez que uma dada fácies pode ocorrer em vários ambientes distintos, resultante de um mesmo processo. Posteriormente, podem-se agrupar as associações de fácies em tratos de sistemas, visando

definir padrões de empilhamento e superfícies limitantes para os mesmos (DELLA FÁVERA, 2001).

Sucessão vertical de fácies

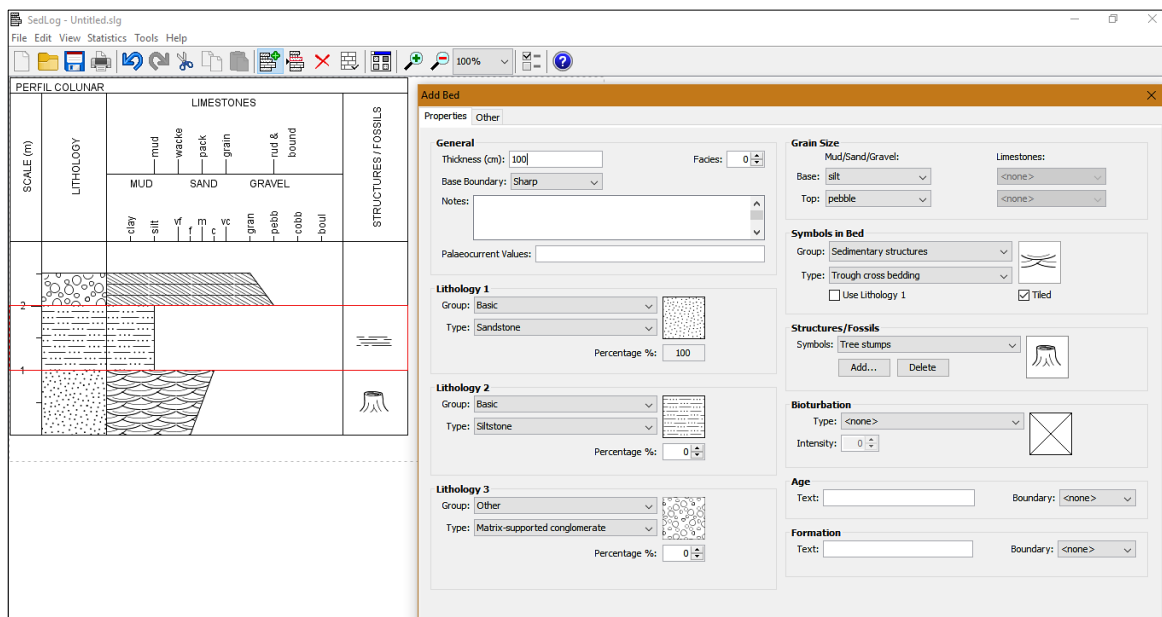
Uma sucessão de fácies se refere a uma sucessão vertical de fácies caracterizada por mudanças progressivas em um ou mais parâmetros, como proporção de areia, granulometria, estruturas sedimentares, espessura de camada ou presença de fósseis deposicionais (JAMES & DALRYMPLE, 2010).

Em campo, foi identificado um total de sete fácies, sendo posteriormente agrupadas em três associações de fácies. Foram construídas sucessões verticais de fácies, as quais foram usadas para a interpretação estratigráfica subsequente. Os códigos adotados para as fácies são baseados em Miall, (1978).

7.3. Pós-campo

Na fase final do trabalho, foram desenhados os perfis colunares com auxílio do *software SedLog* (Figura 14), visando ilustrar o comportamento dos padrões de empilhamento estratigráfico e a posterior interpretação dos ambientes deposicionais e da estratigrafia de sequências.

Figura 14 - Plataforma de trabalho do *software SedLog* usado na construção dos perfis colunares.



Fonte: Autor.

8. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a aplicação dos métodos descritos, foi possível estabelecer padrões característicos para as formações estudadas, de acordo com as análises abordadas. Os dados coletados serão aqui apresentados e discutidos, conforme a ordem metodológica deste trabalho.

8.1. Análise da Formação Sanga do Cabral

O registro estratigráfico relacionado à Formação Sanga do Cabral (BARBERENA et al., 2002), nos municípios de São Vicente do Sul, Mata e São Pedro do Sul, apresenta pacotes sucessivos de arenitos e conglomerados avermelhados (Figura 15).

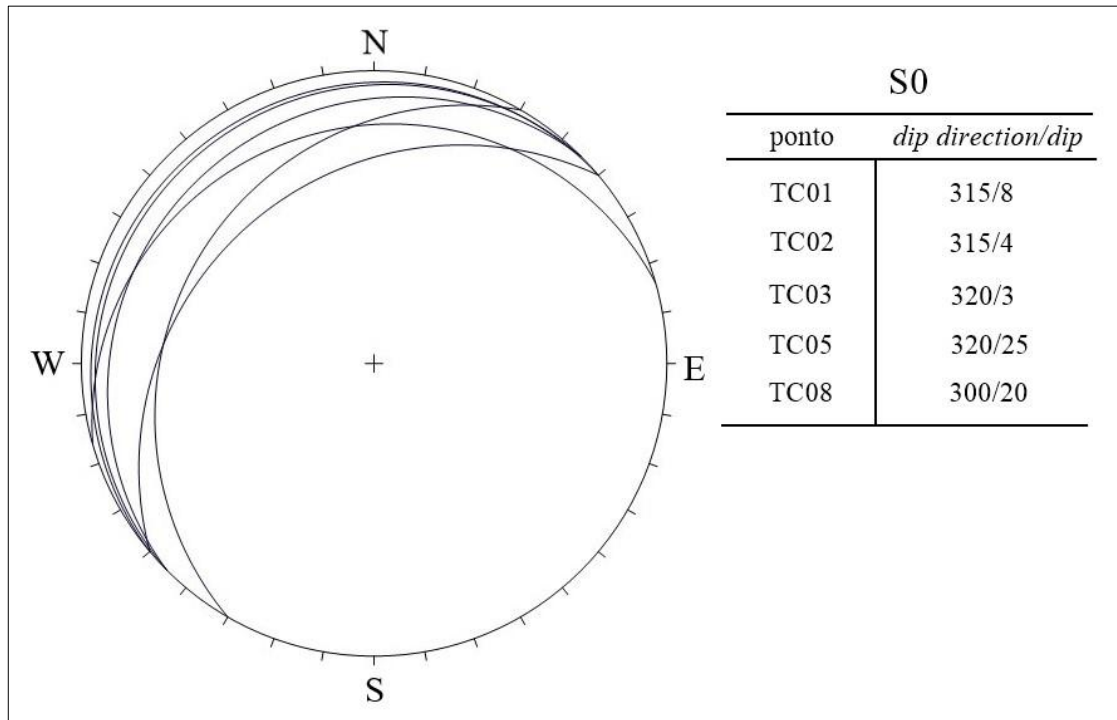
Figura 15 - Amostra de mão de conglomerado intraformacional da Formação Sanga do Cabral.



Fonte: Autor.

Os conglomerados intraformacionais contêm clastos de tamanho seixo a bloco no arcabouço, com arredondamento alto e esfericidade moderada a alta. A matriz é composta por grãos de tamanho areia grossa. Os arenitos possuem coloração avermelhada, e ocorrem intercalados às camadas de conglomerado. Os arenitos contêm clastos de tamanho areia média a grossa no arcabouço, e matriz fina. As estratificações cruzadas acanaladas são de médio porte, com paleocorrentes para N (Norte), variando para NW (Noroeste). O mergulho das camadas varia de 3 a 25° para N e NW. A representação das medidas estruturais estão ilustradas em um estereograma de planos (Figura 16).

Figura 16 - Estereograma representando as atitudes das camadas medidas na Formação Sanga do Cabral.



Fonte: Autor.

As fácies areníticas foram identificadas com os códigos *Sh*, *St*, *Sm* e *Sgt*, que representam, respectivamente, arenitos com laminação horizontal, arenitos com estratificação cruzada acanalada, arenitos maciços e arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada acanalada. As fácies conglomeráticas foram identificadas com os códigos *Gmm* e *Gt*, que representam, respectivamente, conglomerados matriz-suportado maciços e conglomerados com estratificação cruzada acanalada. Estes dois conjuntos de fácies foram separados em duas associações de fácies, respectivamente, associação de fácies fluvial entrelaçado arenoso e associação de fácies fluvial cascalhoso distal (Tabela 3).

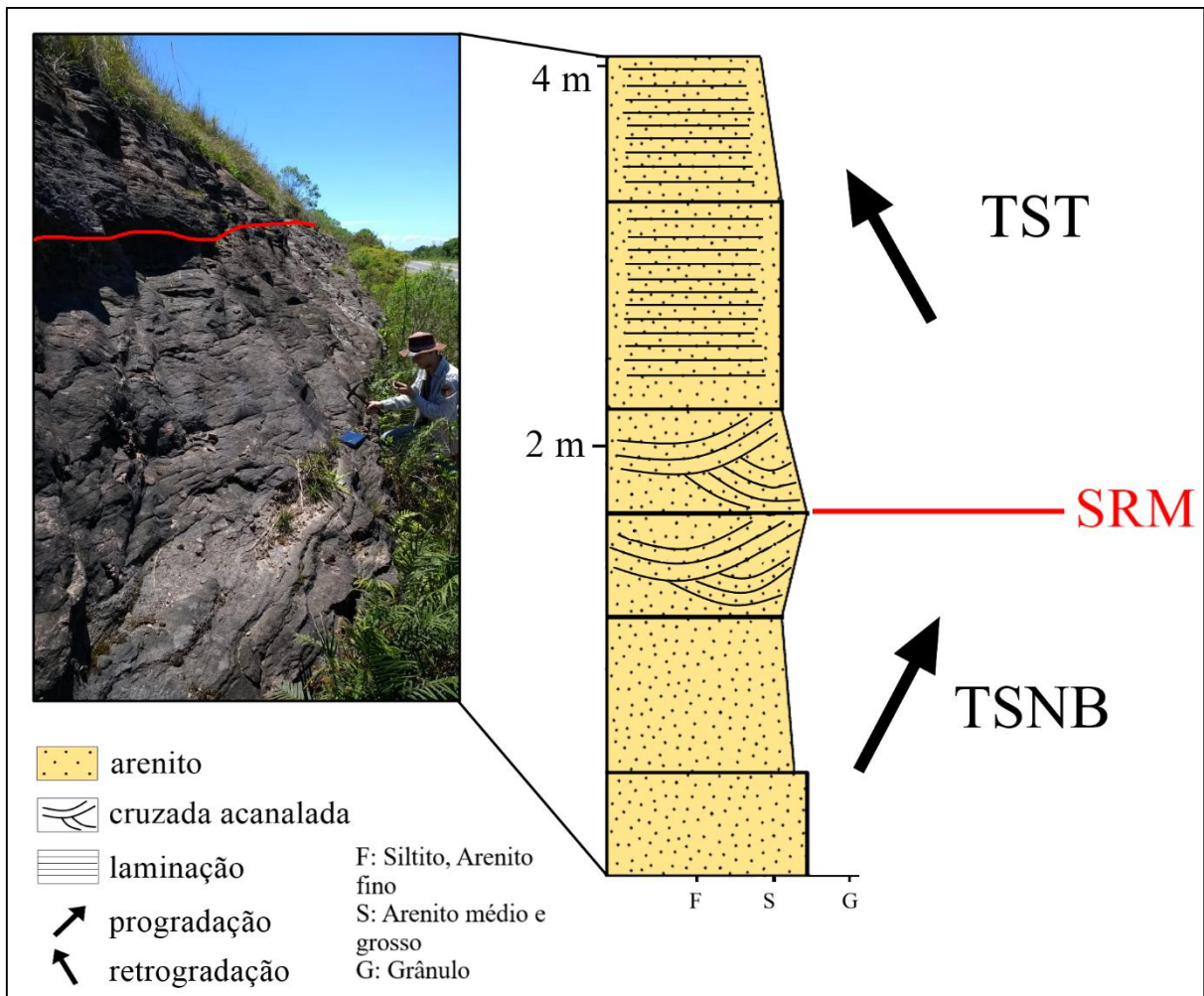
Tabela 3 - Classificação das fácies, segundo Miall (1978).

Código de Fácies	Descrição	Interpretação	Associação de Fácies
<i>Gmm</i>	conglomerado matriz-suportado maciço	barras longitudinais	Fluvial cascalhoso distal
<i>Gt</i>	conglomerado com estratificação cruzada acanalada	preenchimento de canais menores	
<i>Sgt</i>	arenito conglomerático com estratificação cruzada acanalada	preenchimento de canais	
<i>St</i>	arenito médio a grosso com estratificação cruzada acanalada	dunas de regime de fluxo inferior	Fluvial entrelaçado arenoso
<i>Sm</i>	arenito fino a grosso maciço	fluxo gravitacional	Delta lacustre
<i>Sh</i>	arenito muito fino a grosso com laminação horizontal	fluxo planar de regime de fluxo inferior e superior	
<i>Fsc</i>	siltito laminado a maciço	depósitos de inundação	

Ponto TC01

No ponto TC01 foram identificadas as fácies *Sh*, *St* e *Sm*, Observa-se um padrão de empilhamento prográdacional seguido de retrogradacional. Foi demarcada uma SRM, abaixo da qual ocorre TSNB e acima ocorre TST, como mostra a Figura 17.

Figura 17 - Perfil colunar do ponto TC01 interpretado pela estratigrafia de sequências.

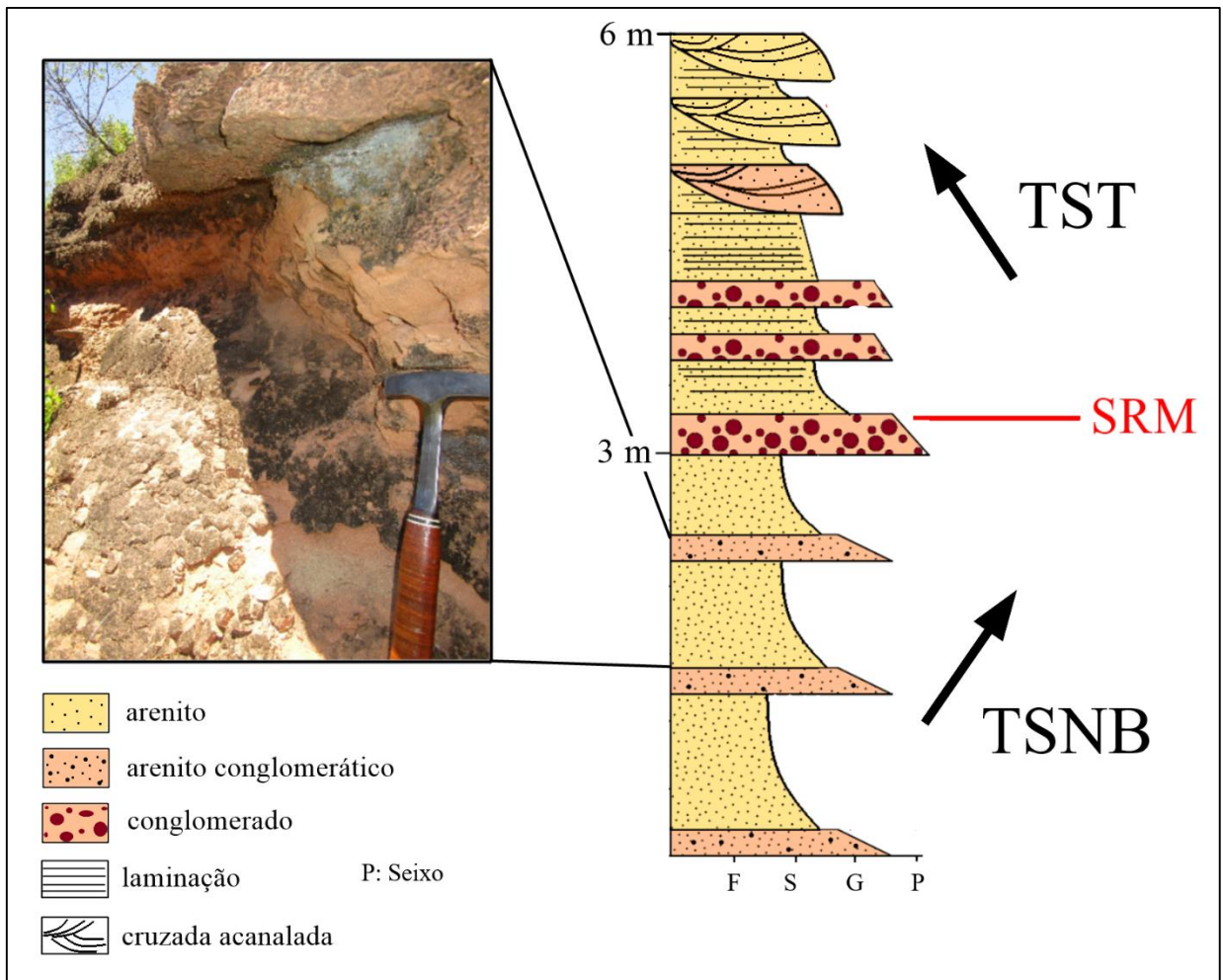


Fonte: Autor.

Ponto TC02

No ponto TC02 foram identificadas as fácies *Sh*, *St*, *Sm*, *Sgt* e *Gmm*. Observa-se um padrão de empilhamento progradacional seguido de retrogradacional. Foi demarcada uma SRM, abaixo da qual ocorre TSNB e acima ocorre TST (Figura 18).

Figura 18 - Perfil colunar do ponto TC02 interpretado pela estratigrafia de sequências.

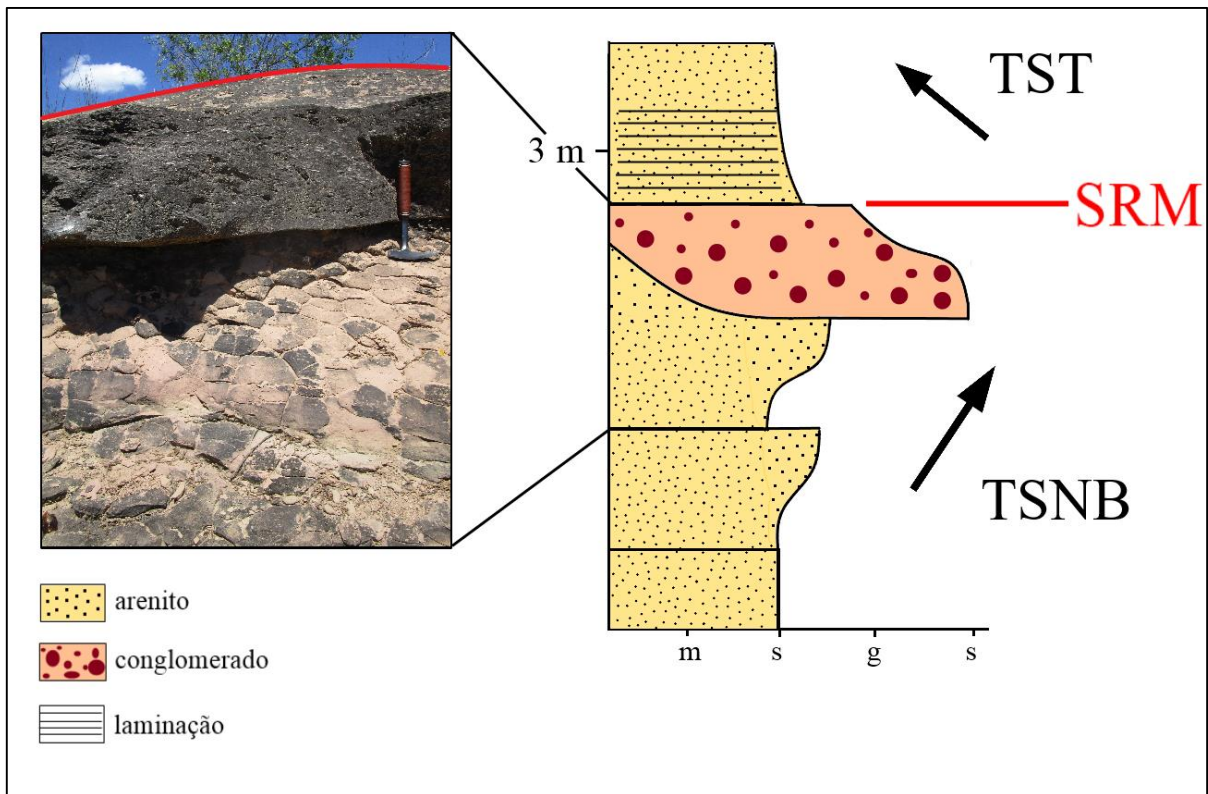


Fonte: Autor.

Ponto TC03

No ponto TC03 foram identificadas as fácies *Sm*, *Sh* e *Gmm*. Observa-se um padrão de empilhamento progradacional seguido de retrogradacional. Foi demarcada uma SRM, abaixo da qual ocorre TSNB e acima ocorre TST, como mostra a Figura 19.

Figura 19 - Perfil colunar do ponto TC03 interpretado pela estratigrafia de seqüências.

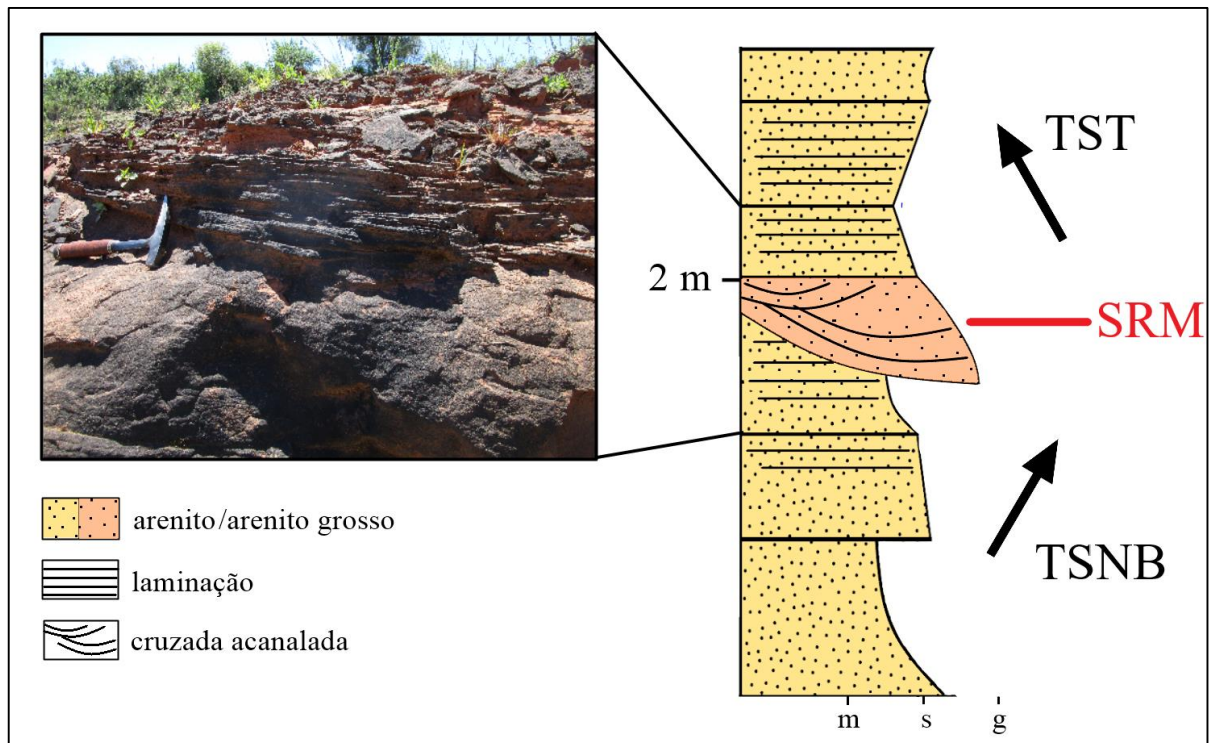


Fonte: Autor.

Ponto TC04

No ponto TC04 foram identificadas as fácies *Sh*, *Sgt* e *Sm*. Observa-se um padrão de empilhamento progradacional seguido de agradacional. Foi demarcada uma SRM, abaixo da qual ocorre TSNB e acima ocorre TST. A Figura 20 ilustra a análise estratigráfica.

Figura 20 - Perfil colunar do ponto TC04 interpretado pela estratigrafia de seqüências.

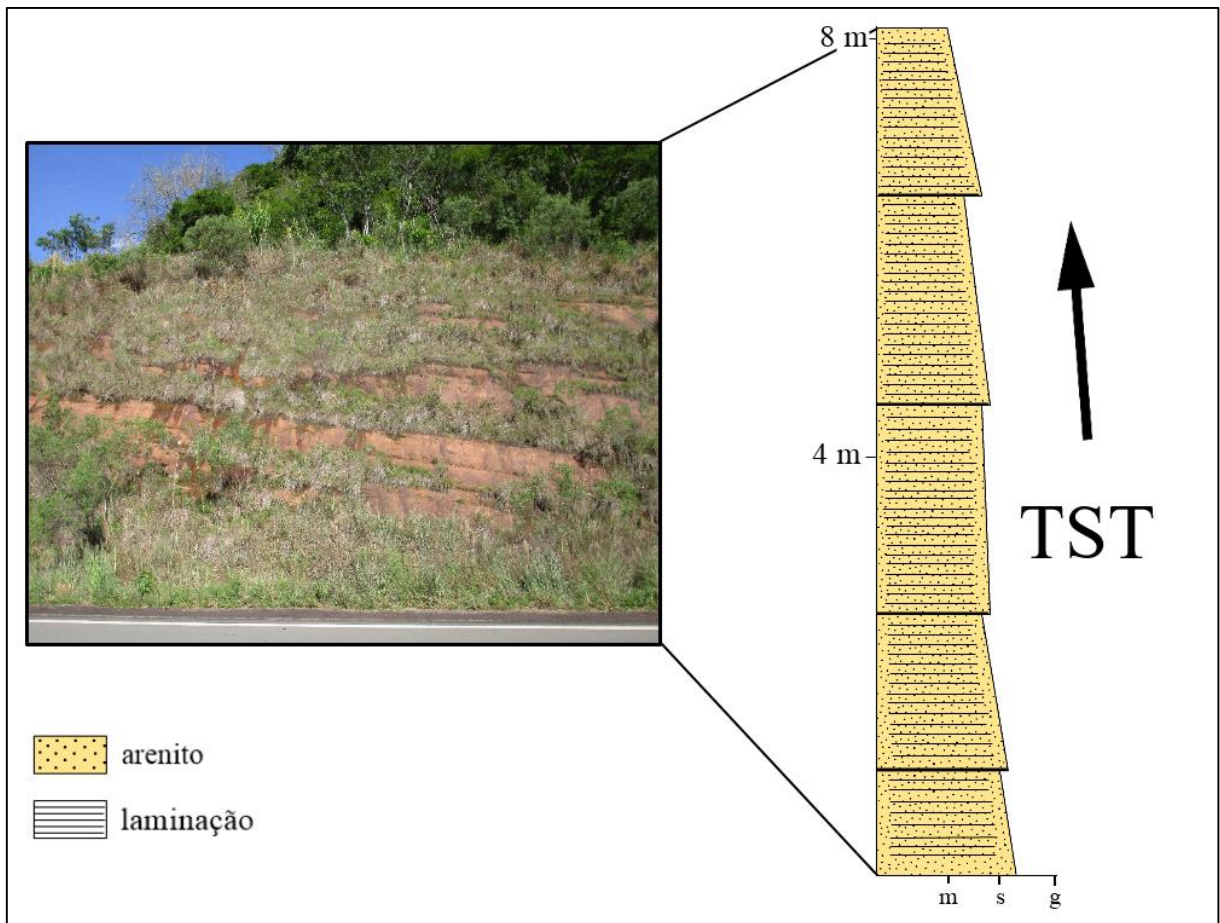


Fonte: Autor.

Ponto TC05

No ponto TC05 foram identificadas a fácies *Sh*. Observa-se um padrão de empilhamento agradacional a retrogradacional. Ocorre TST (Figura 21).

Figura 21 - Perfil colunar do ponto TC05 interpretado pela estratigrafia de seqüências.

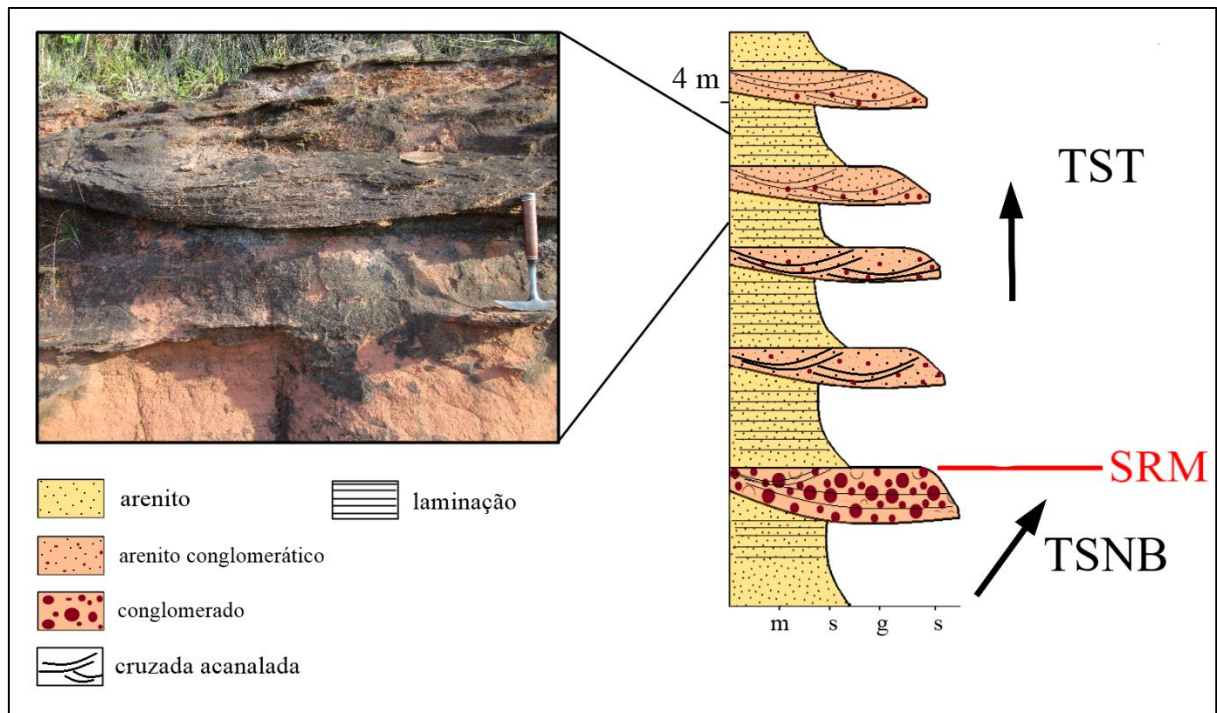


Fonte: Autor.

Ponto TC07

No ponto TC07 foram identificadas as fácies *Sh*, *Sgt* e *Gt*. Observa-se um padrão de empilhamento progradacional seguido de agradacional. Foi demarcada uma SRM, abaixo da qual ocorre TSNB e acima ocorre TST, como mostra a Figura 22.

Figura 22 - Perfil colunar do ponto TC07 interpretado pela estratigrafia de seqüências.

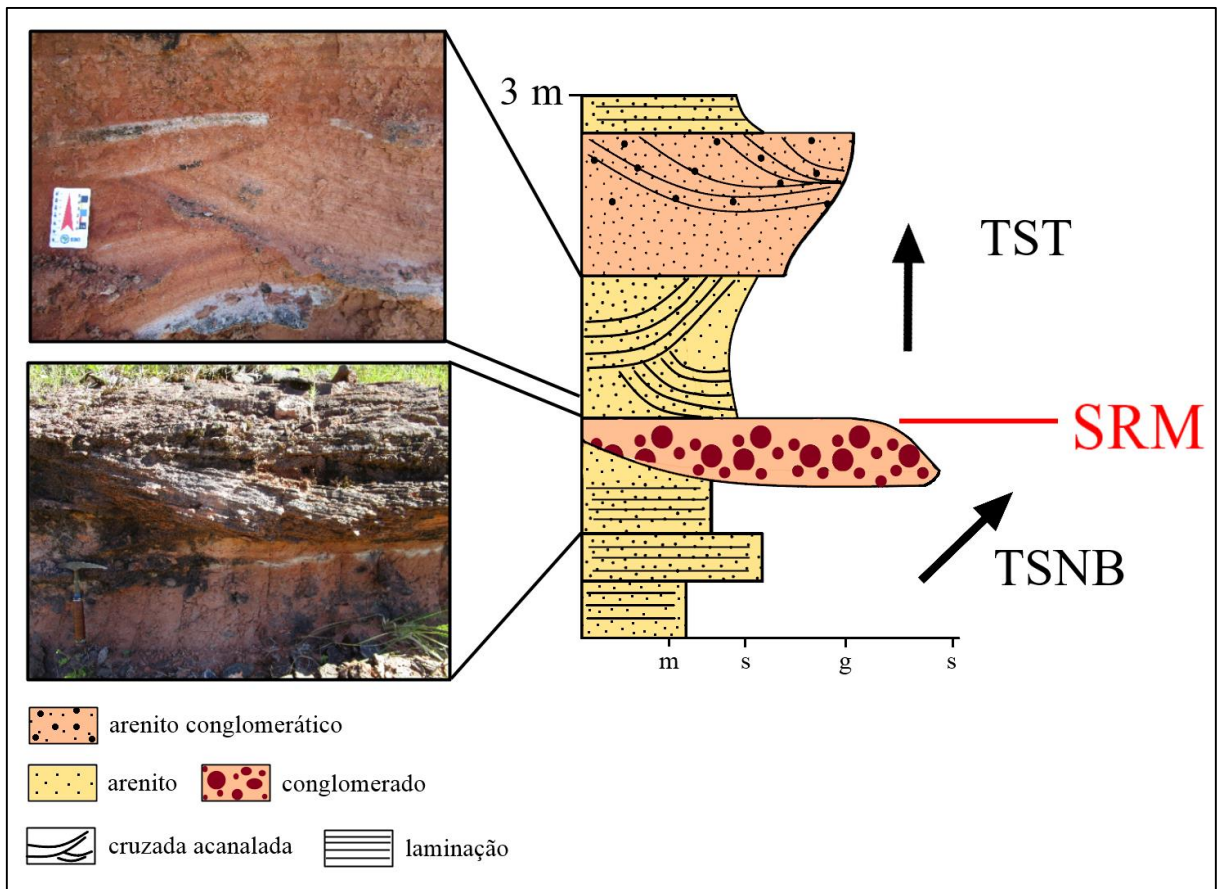


Fonte: Autor.

Ponto TC08

No ponto TC08 foram identificadas as fácies *Sh*, *St*, *Gm* e *Sgt*. Observa-se um padrão de empilhamento progradacional seguido de agradacional. Foi demarcada uma SRM, abaixo da qual ocorre TSNB e acima TST. A Figura 23 ilustra a análise estratigráfica.

Figura 23 - Perfil colunar do ponto TC08 interpretado pela estratigrafia de seqüências.



Fonte: Autor.

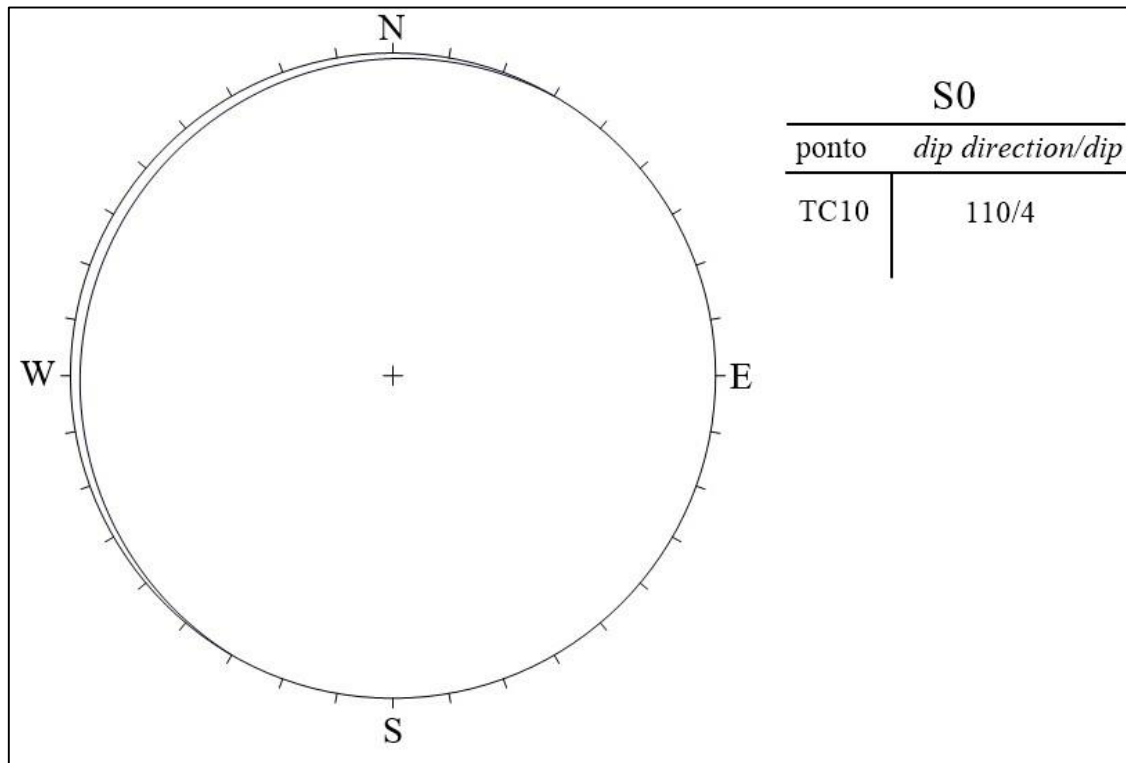
8.2. Análise da Formação Santa Maria

O registro estratigráfico relacionado à Formação Santa Maria (BARBERENA et al., 2002), no município de São Pedro do Sul, apresenta pacotes de arenitos e arenitos conglomeráticos. Os afloramentos levantados correspondem ao Membro Passo das Tropas, conforme Barberena et al., (2002).

Alguns afloramentos levantados da Formação Santa Maria apresentam troncos fósseis em camadas de arenitos grossos, com tamanhos variando de alguns centímetros até um metro de comprimento. Estes são relacionados à Flora *Dicroidium* (DA-ROSA; GUERRA-SOMMER; CAZZULO-KLEPZIG, 2009).

As estratificações cruzadas acanaladas tem paleocorrentes para N e NW. O mergulho das camadas é baixo, variando de 2 a 6° para N. As medidas estruturais foram representadas em um estereograma de planos (Figura 24).

Figura 24 - Estereograma representando as medidas estruturais das camadas da Formação Santa Maria.



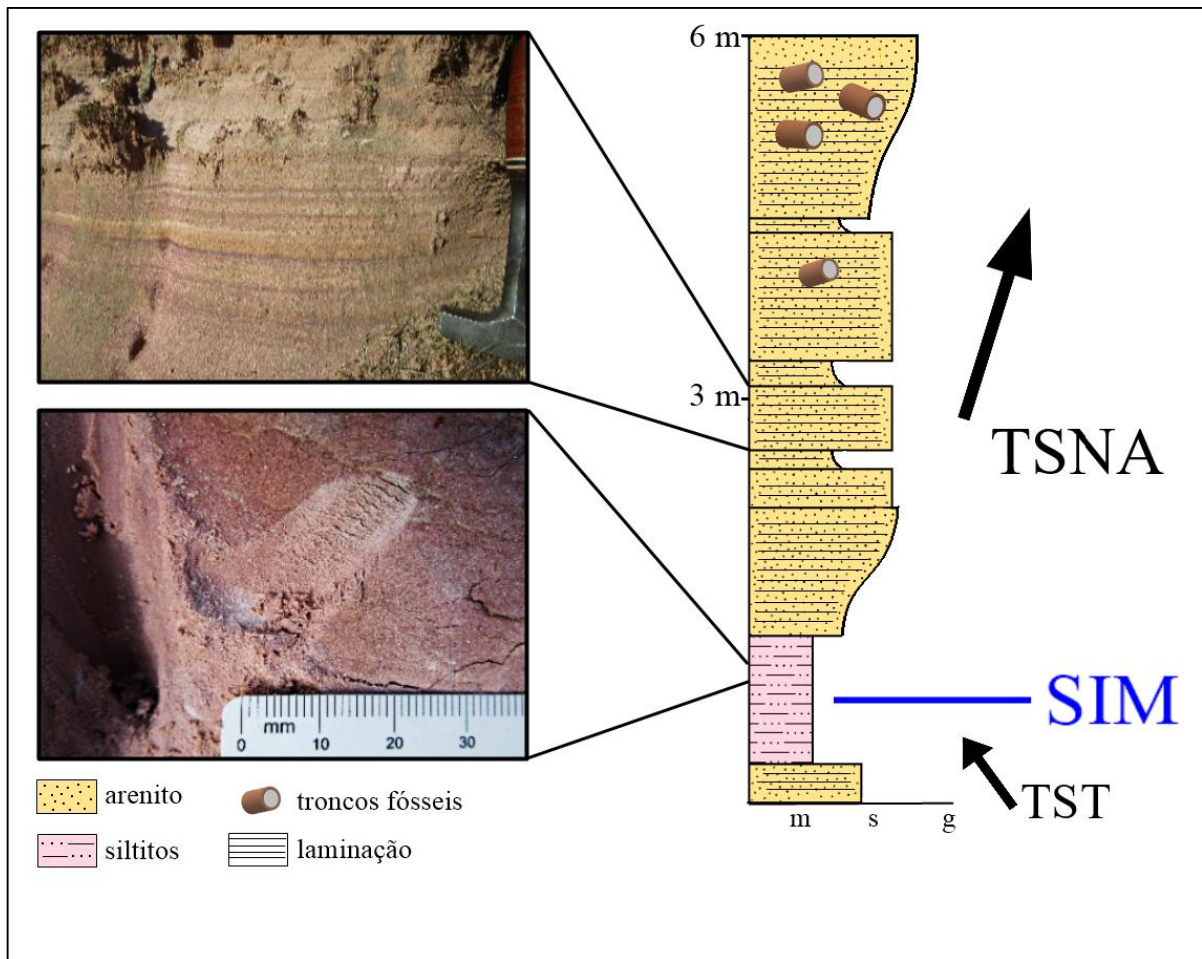
Fonte: Autor.

As fácies *St*, *Sgt* e *Sh* representam, respectivamente, arenitos com estratificação cruzada acanalada, arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada acanalada e arenitos com laminação horizontal. A fácies *Fsc* representa siltitos laminados a maciços. Estes dois conjuntos de fácies foram separados em duas associações de fácies, sendo elas, respectivamente, associação de fácies fluvial entrelaçado arenoso e associação de fácies de delta lacustre (ver Tabela 3).

Ponto TC05

No ponto TC05 foram identificadas as fácies *Fm*, *Sl* e *Sf*. Observa-se um padrão de empilhamento retrogradacional na base, seguido de um padrão agradacional para o topo. Foi demarcada um SIM, abaixo da qual ocorre TST, e acima ocorre TSNA. A Figura 25 ilustra a análise estratigráfica.

Figura 25 - Perfil colunar do ponto TC05 interpretado pela estratigrafia de seqüências.

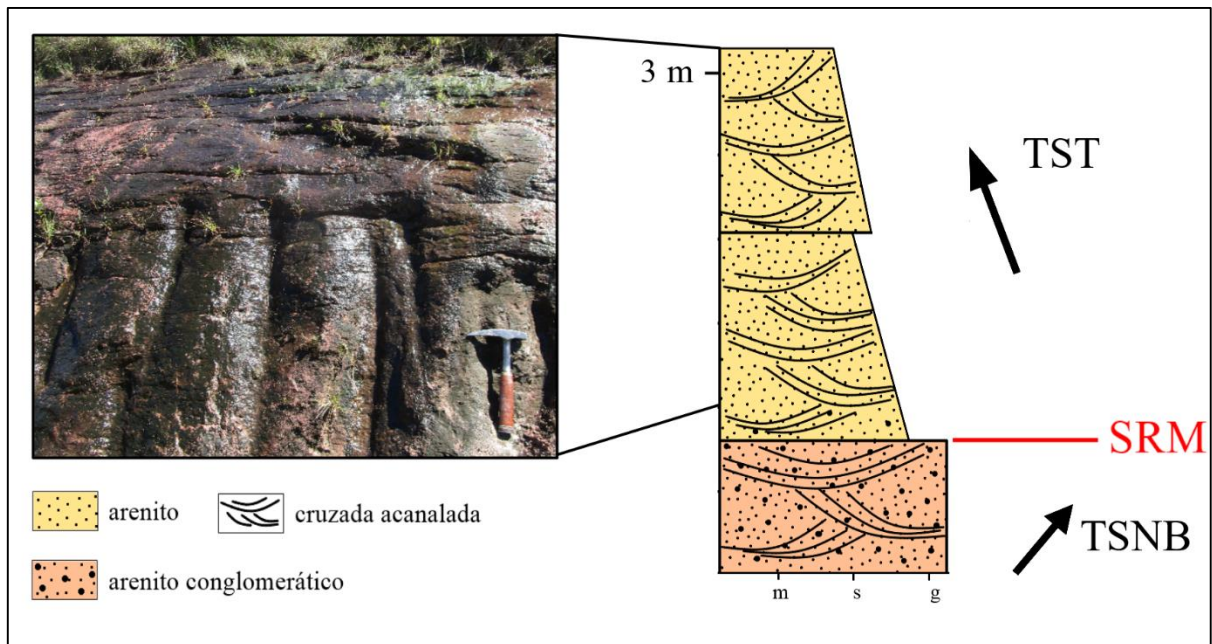


Fonte: Autor.

Ponto TC09

No ponto TC09 foram identificadas as fácies *Sgt* e *St*, Observa-se um padrão de empilhamento progradacional na base, seguido de um padrão retrogradacional para o topo. Foi demarcada uma SRM, abaixo da qual ocorre TSNB e acima ocorre TST (Figura 26).

Figura 26 - Perfil colunar do ponto TC09 interpretado pela estratigrafia de seqüências.

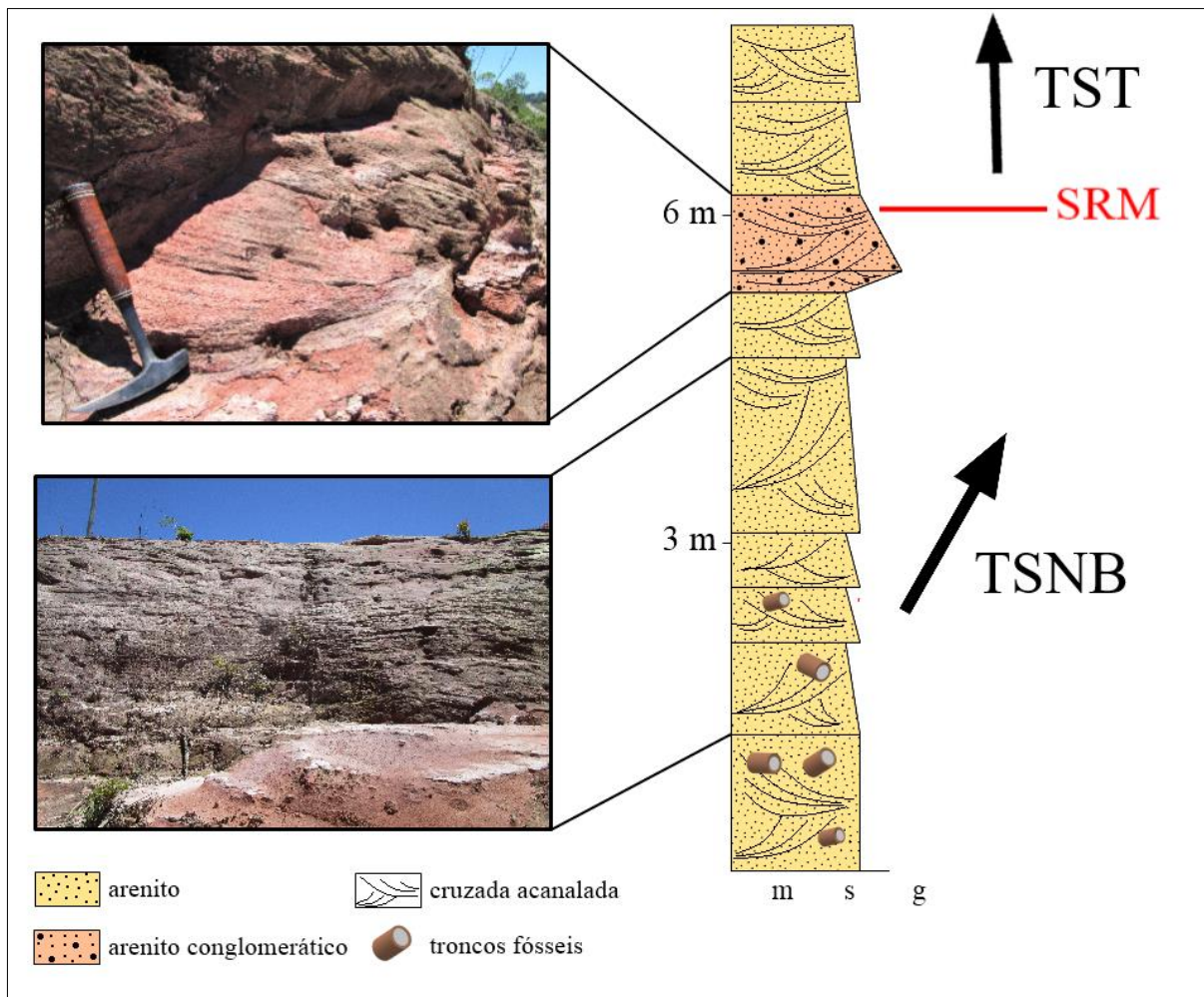


Fonte: Autor.

Ponto TC10

No ponto TC10 foram identificadas as fácies *St*, *Sf* e *Sgt*. Foi demarcada uma SEM, duas SRs, uma SI, dois TST, um TSNA e três TSNB. Observa-se um padrão de empilhamento agradacional. Foi demarcada uma SRM, abaixo da qual ocorre TSNB e acima TST. A Figura 27 ilustra a análise estratigráfica.

Figura 27 - Perfil colunar do ponto TC10 interpretado pela estratigrafia de seqüências.

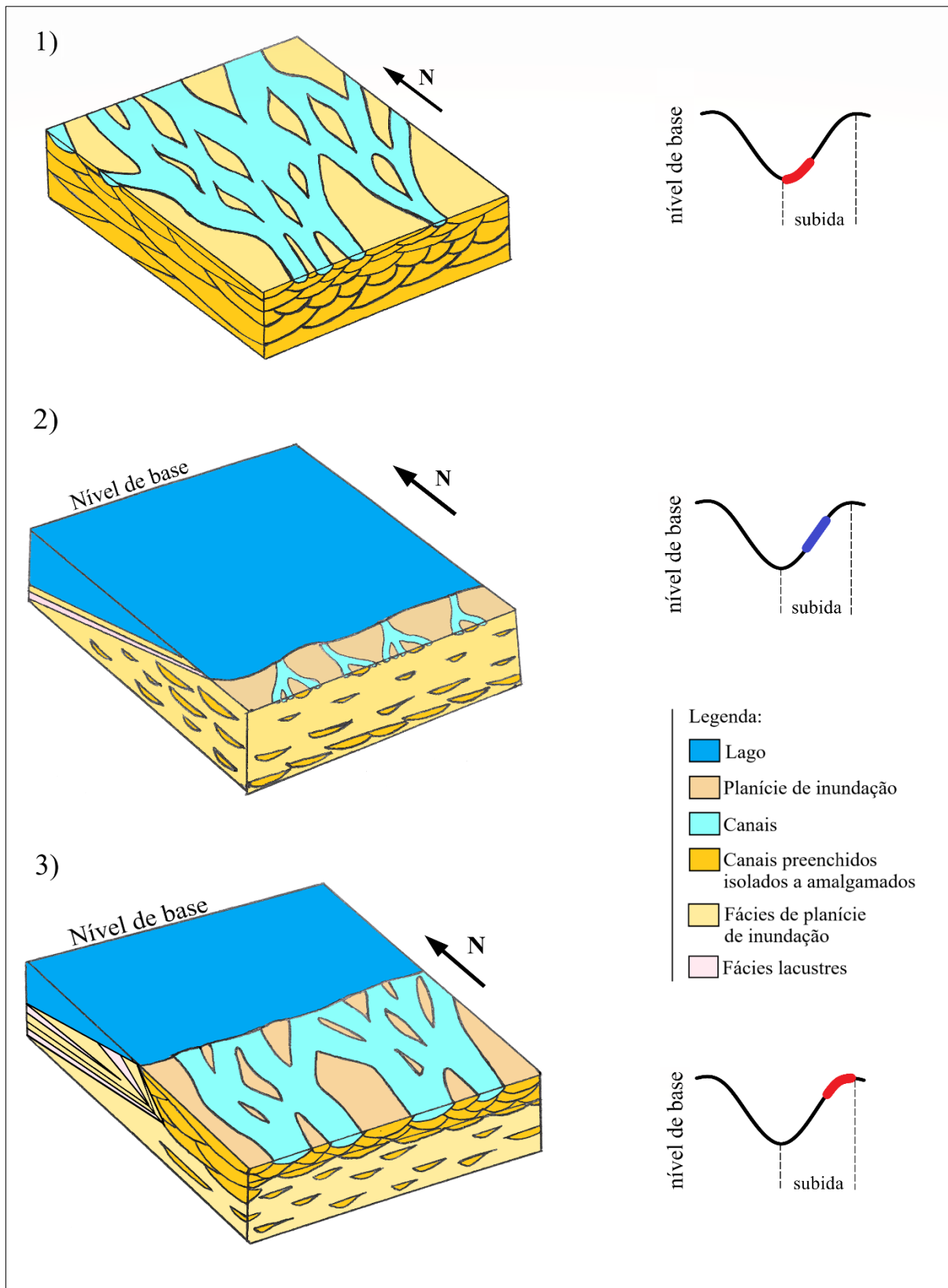


Fonte: Autor.

8.3. Reconstrução paleogeográfica

A partir da análise dos resultados obtidos pelos levantamentos, foi possível elaborar uma reconstrução paleogeográfica aproximada, como mostra a Figura 28. Esta reconstrução representa a configuração da arquitetura estratigráfica dos ambientes deposicionais em três estágios consecutivos de evolução sedimentar na área de estudo. A configuração é baseada em Miall (1985) para sistemas de rios entrelaçados.

Figura 28 - Reconstrução paleogeográfica dos sistemas deposicionais em três estágios de evolução sedimentar.



Fonte: Autor.

No momento 1, há desenvolvimento de sistema de canais entrelaçados (com paleocorrentes para N) e planícies de inundação, durante o estágio de regressão normal de nível baixo (Trato de Sistemas de Nível Baixo). Este momento é caracterizado pelo estágio inicial de subida do nível de base e acomodação negativa (geração de espaço de acomodação pouco menor que o aporte sedimentar), ocorrendo preenchimento de canais amalgamados e agradação fluvial. Neste intervalo estratigráfico, depositaram-se conglomerados intraformacionais e arenitos grossos das fácies *Gmm*, *Gt*, *Sgt*, *St*. No máximo alcance da regressão, ocorre formação da superfície de regressão máxima, a partir da qual inicia-se a transgressão.

No momento 2, ocorre subida do nível do lago, acarretando em desenvolvimento de canais isolados e sedimentação lacustre e deltaica, durante o estágio de transgressão (Trato de Sistemas Transgressivo). Este momento é caracterizado por subida do nível de base e acomodação positiva (geração de espaço de acomodação maior que o aporte sedimentar), ocorrendo inundação de grandes planícies fluviais e preenchimento de canais isolados. Neste intervalo estratigráfico, depositaram-se arenitos finos e siltitos das fácies *Sh*, *Sm*, *Fsc*. No máximo alcance da transgressão do lago, ocorre formação da superfície de inundação máxima, a partir da qual inicia-se a regressão normal de nível alto.

No momento 3, há desenvolvimento de sistema de canais entrelaçados (com paleocorrentes para N) e planícies de inundação, durante o estágio de regressão normal de nível alto (Trato de Sistemas de Nível Alto). Este momento é caracterizado pelo estágio final de subida do nível de base e acomodação negativa (geração de espaço de acomodação menor que aporte sedimentar), ocorrendo preenchimento de canais isolados a amalgamados e agradação fluvial. Neste intervalo estratigráfico, depositaram-se arenitos médio a grossos das fácies *St*, *Sh*, *Sm*, *St*.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O comportamento da sedimentação revela uma ciclicidade estratigráfica, na qual ocorrem curtos e rápidos períodos de inundação das planícies fluviais, com acomodação positiva, intercalados a períodos regressivos, com acomodação negativa. A criação e/ou destruição de espaço de acomodação aliada ao aporte de sedimentos foram condições reguladoras do preenchimento da bacia.

A estratigrafia de sequências pode ser aplicada a sistemas fluviais e lacustres longe da linha de costa, onde os controles principais – clima e tectônica – atuam majoritariamente. A

estratigrafia de sequências tradicional, aliada à sua aplicação em ambientes não-marinhos, representa uma ótima ferramenta de análise do registro estratigráfico, levando em conta a duração dos eventos deposicionais.

Este trabalho possibilitou o entendimento mais aprofundado acerca dos episódios de deposição durante o período Triássico da Bacia do Paraná. Os padrões na sedimentação revelam processos semelhantes aos recorrentes nos ambientes marinhos, como subidas e descidas no nível de base.

Assim, este trabalho contribuiu para um entendimento mais aprofundado acerca dos eventos deposicionais da Bacia do Paraná durante o Triássico, servindo de base para estudos posteriores na área.

REFERÊNCIAS

- ASSINE, M. L. **Aspectos da estratigrafia das sequências pré-carboníferas da Bacia do Paraná no Brasil**. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, USP. São Paulo, 220p, 1996.
- BARBERENA, M. C. **Bioestratigrafia Preliminar da Formação Santa Maria**. Pesquisas em Geociências, volume 7 (1): 111-129. Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre, 1977.
- _____. HOLZ, M; SCHULTZ, C. L; SCHERER, C. M. S. **Tetrápodes Triássicos do Rio Grande do Sul: vertebrados fósseis de fama mundial**. Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre, 2002. *In*: Winge, M.; Schobbenhaus, C.; Souza, C. R. G.; Fernandes, A. C. S.; Berbert-Born, M.; Sallun filho, W.; Queiroz, E. T.; (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília: CPRM, 332p.; vol. 3, 2013.
- _____. **Vertebrate Palaeontology**. Third Edition. Department of Earth Sciences, University of Bristol. Bristol, UK, 2005.
- BORTOLUZZI, C. A. **Contribuição à Geologia da Região de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil**. Pesquisas em Geociências, volume 4 (1): 7-86. Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre, 1974.
- CATUNEANU, O. **Principles of Sequence Stratigraphy**. First Edition. Department of Earth and Atmospheric Sciences, University of Alberta. Edmonton, Alberta, Canada, 2006.
- _____. ABREU, V; BHATTACHARYA, J. P; BLUM, M. D; DALRYMPLE, R. W; ERIKSSON, P. G; FIELDING, C. R; FISHER, W. L; GALLOWAY, W. E; GIBLING, M. R; GILES, K. A; HOLDBROOK, L. M; JORDAN, R; KENDALL, C. G. ST. C; MACURDA, B; MARTISSEN, O. J; MIALL, A. D; NEAL, J. E; NUMMENDAL. D; POMAR, L; POSAMENTIER, H. W; PRATT, B. R; SARG, J. F; SHANLEY, K. W; STELL, R. J; STRASSER, A; TUCKER, M. E. & WINKER, C. **Towards the standardization of sequence stratigraphy**. Earth-Science Reviews, 92: 1-33, 2009.

_____. GALLOWAY, W. E; KENDALL, C. G. St. C; MIAL, A. D; POSAMENTIER, H. W; STRASSER, A; TUCKER, M. **Sequence Stratigraphy: Methodology and Nomenclature.** Newsletters on Stratigraphy, 44/3, 173-245. Gebruder Borntraeger, Stuttgart, 2011.

DA ROSA, A. A. S; FACCINI, U. F. **Delimitação de blocos estruturais de diferentes escalas em sequências mesozoicas do estado do Rio Grande do Sul: implicações bioestratigráficas.** São Leopoldo, Unisinos, 2005.

_____. GUERRA-SOMMER, M.; CAZZULO-KLEPZIG, M. **Passo das Tropas, Santa Maria, RS: Marco bioestratigráfico triássico na evolução paleoflorística do Gondwana na Bacia do Paraná.** Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009. *In:* Winge, M.; Schobbenhaus, C.; Souza, C. R. G.; Fernandes, A. C. S.; Berbert-Born, M.; Sallun filho, W.; Queiroz, E. T.; (Edit.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil.** Brasília: CPRM, 332p.; vol. 3, 2013.

DELLA FÁVERA, J. C. **Fundamentos de Estratigrafia Moderna.** Ed. UERJ, Rio de Janeiro, 264p, 2001.

GOLONKA, J.; FORD, D. **Pangean (Late Carboniferous-Middle Jurassic) paleoenvironment and lithofacies.** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 161: 1-34. Palaeo, Elsevier, 2000.

HASUI, Y; CARNEIRO, C. D. R; ALMEIDA, F. F. M; BARTORELLI, A. **Geologia do Brasil.** São Paulo: Beca, 900p, 2012.

HOLZ, M; CARLUCCI, R. **Litoestratigrafia, estratigrafia de sequências e evolução paleofisiográfica da zona de borda da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul durante o Eopermiano.** Porto Alegre, CIGO/UFRGS, 2000.

HORN, B. L. D; MELO, T. M; SCHULTZ, C. L; PHILIPP, R. P; KLOSS, H. P; GOLDBERG, K. **A new third-order sequence stratigraphic framework applied to the Triassic of the Parana Basin, Rio Grande do Sul, Brazil, based on structural, stratigraphic and paleontological data.** *Journal of South American Earth Sciences* 55: 123-132, 2014.

JAMES, N. P; DALRYMPLE, R. W. **Facies Models**. Fourth Edition. Canadian Sedimentology. Geological Association of Canada, Department of Earth Sciences, Memorial University of Newfoundland, 591p, 2010.

LUCAS, S. G.; TANNER, L. H. **End-Triassic nonmarine biotic events**. Journal of Palaeogeography 4: 331-348. Elsevier Scientific Publishing Company. USA, 2015.

MARTINSEN, O. J; RYSETH, A; HANSEN, W. H; FLESCHE, H; TORKILDSEN, G; IDIL, S. **Stratigraphic base level and Fluvial architecture: Ericson Sandstone (Campanian), Rock Springs Uplift, SW Wyoming, USA**. Sedimentology 46: 235-259, 1999.

MILANI, E. J; FACCINI, U. F; SHERER, C. M; ARAÚJO, L. M; CUPERTINO, J. A. **Sequences and Stratigraphic Hierarchy of the Paraná Basin (Ordovician to Cretaceous), Southern Brazil**. BoI. IG USP, Série Científica nº 29, 1998.

_____. RAMOS, V. A. **Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná**. Revista Brasileira de Geociências 28(4): 473-484, 1998.

_____. MELO, J. H. G; SOUZA, P. A; FERNANDES, L. A; FRANÇA, A. B. **Bacia do Paraná**. Boletim de Geociências da Petrobras, vol. 15, nº 2, p. 265-287, 2007.

MIALL, A. D. **Lithofacies types and vertical profiles models in braided river deposits: a summary**. Geological Survey of Canada, 3303 – 33rd St. N. W., Calgary, Alberta, Canada, 1978.

_____. **Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits**. Earth-Science Reviews, 22: 261-308. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Netherlands, 1985.

_____. **Principles of Sedimentary Basin Analysis**. 3rd Edition. Springer. Canadá, 2000.

NETO, V. M; BARTORELLI, A; CARNEIRO, C. D. R; NEVES, B. B. B. **Geologia do Continente Sul-Americano**: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004.

NICHOLS, G. **Sedimentology and Stratigraphy**. Second Edition. United Kingdom, 2009.

SOARES, A. P; SOARES, P. C; HOLZ, M. **Correlações Estratigráficas Conflitantes no Limite Permo-Triássico no Sul da Bacia do Paraná**: O Contato Entre Duas Sequências e Implicações na Configuração Espacial do Aquífero Guarani. Revista Pesquisas em Geociências. Instituto de Geociências, UFRGS. Porto Alegre, p. 115-133, 2008.

_____. SOARES, A. P; BETTÚ, D. F. **Formação da Sequência Triássico-Jurássica na Bacia do Paraná**. Boletim Geociências Petrobras, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 135-160, 2014.

TUCKER, M. E; BENTON, M. J. **Triassic Environments, Climates and Reptile Evolution**. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 40: 361-379. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Netherlands, 1982.

ZERFASS, H. **História Tectônica e Sedimentar do Triássico da Bacia do Paraná (Rio Grande do Sul, Brasil) e comparação geológica com as bacias de Ischigualasto e de Cuyo (Argentina)**. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, UFRGS. Porto Alegre, 191 p, 2003.

_____. LAVINA, E. L; SCHULTZ, C. L; GARCIA, A. J. V; FACCINI, U. F; CHEMALE JR, F. **Sequence stratigraphy of continental Triassic strata of Southernmost Brazil**: a contribution to Southwestern Gondwana palaeogeography and palaeoclimate. Sedimentary Geology 161: 85–105. Elsevier Scientific Publishing Company, 2003.

_____. CHEMALE JR, F; SCHULTZ, C. L; LAVINA, E. **Tectonics and Sedimentation in Southern South America during Triassic**. Sedimentary Geology 166: 265–292. Elsevier Scientific Publishing Company, 2004.