

# INUNDITOS COMO MODELO DEPOSICIONAL NO TRIÁSSICO DA BACIA DO PARANÁ: UM EXEMPLO NO GRÁBEN ARROIO MOIRÃO (RS)

*INUNDITES AS A DEPOSITIONAL MODEL IN THE TRIASSIC OF THE PARANÁ BASIN –AN EXAMPLE IN THE ARROIO MOIRÃO GRABEN (RS)*

**Laís Gabrielli LIMA<sup>1</sup>, Rualdo MENEGAT<sup>2</sup>, Ana Maria Pimentel MIZUSAKI<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>UFRGS, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Campus do Vale, Porto Alegre (RS).

Email: lais.gabrielli@gmail.com

<sup>2</sup>UFRGS, Instituto de Geociências, Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, Campus do Vale, Porto Alegre (RS).

Emails: rualdo.menegat@ufrgs.br; ana.mizusaki@ufrgs.br

Introdução  
Inunditos como Modelo Depositional Sedimentar  
Contexto Regional  
Localização  
Materiais, Métodos e Técnicas  
Resultados  
    Análise de Fácies  
    Análise de Sucessões de Fácies  
    Arcabouço Estratigráfico do Gráben Arroio Moirão  
Discussão  
    Modelo Depositional do tipo Inunditos  
Conclusões  
Agradecimentos  
Referências

**RESUMO** - O Gráben Arroio Moirão (RS) é um relictos do Triássico da Bacia do Paraná no embasamento, o Escudo Sul-Rio-Grandense. No setor noroeste do gráben foram reconhecidas características que se associam com um modelo sedimentar do tipo inundito. Foram aplicadas técnicas de mapeamento geológico de rochas sedimentares, sendo selecionados seis afloramentos para levantamento de perfis colunares com a descrição detalhada das unidades, documentação fotográfica e coleta de amostras de rochas para análises. Os perfis colunares permitiram o reconhecimento de dezoito fácies, oito sucessões de fácies, sete superfícies-chave e dois marcadores estratigráficos. A análise de fácies, das associações e das sucessões resultou na definição do arcabouço estratigráfico com proposição de um modelo deposicional do tipo inundito. O modelo atende as características da situação geológica encontrada, ou seja, um sistema composto por fluxos prográdantes de baixa densidade, subaquosos, que geram litologias mal selecionadas, grãos angulosos a subangulosos. O agente transportador não é eficaz na segregação textural, é um evento episódico e não há migração lateral de canais. A etapa de desenvolvimento de canais ocorre rapidamente por meio de feições rasas e desconfinantes que ocasionam depósitos com geometrias em lençóis ou tabulares. Sendo assim, considera-se que seja um modelo deposicional do tipo inundito.

**Palavras-chave:** Inundito; Triássico; Gráben Arroio Moirão.

**ABSTRACT** - Relicts of Triassic sedimentation associated to Paraná Basin is registered in the basement, the Sul-Rio-Grandense Shield, notably called Arroio Moirão Graben. Characteristics associated with an inundite sedimentary model were recognized in the northwestern portion of the graben. In selected outcrops have been performed geological mapping techniques and have been proposed columnar profiles, photographic files and the units sampling for further analysis. Columnar profiles allowed the recognition of eighteen facies, eight successions of facies, seven key-surfaces and two stratigraphic markers. Facies analysis, associations and successions of facies allowed the definition of a stratigraphic framework indicating an inundite depositional model. It is a system composed of low density prograding flows, subaqueous, which generates poorly sorted lithologies, and angular or sub angular grains. Carrier agent is not effective in texture segregation. Moreover, it is a sporadic event and there are no lateral migration channels. Channel development stage occurs rapidly through shallow features and non-confined spaces generating deposits with sheets or tabular geometries. Therefore, we can consider the example herein an inundite depositional model.

**Keywords:** Inundites; Triassic; Arroio Moirão Graben.

## INTRODUÇÃO

O modelo sedimentar do tipo inundito (Della Fávera, 1984; Seilacher, 1991), pouco referido na literatura, já foi identificado na Bacia do Recôncavo (Guerra & Borghi, 2003), na Bacia de Almada (Molinari, 2005), na Bacia Neuquén da Argentina (Zavala et al., 2006) e na borda oeste da Bacia do Parnaíba (Andrade et al., 2014; Araújo, 2015).

A descrição das características, dinâmica sedimentar e distribuição de fácies desse tipo de modelo são igualmente escassas na literatura

(Della Fávera, 1984; Seilacher, 1991; Guerra & Borghi, 2003; Zavala et al., 2006), podendo-se supor que talvez este seja o motivo da pouca identificação desses depósitos no registro geológico.

Ketzer (1997) e Faccini (2000) sugeriram a presença de depósitos de inunditos no Gráben Arroio Moirão, um dos relictos da Bacia do Paraná sobre o Escudo Sul-Rio-Grandense. Porém, ao analisar o intervalo sedimentar aflorante na região, Ketzer (1997) propôs um

sistema fluvial entrelaçado perene para tais registros.

Trabalhos recentes (Lima, 2014; Borsa, 2015, Rodrigues, 2015) verificaram que várias características das fácies, associações e sucessões de fácies, entre outros parâmetros, dão suporte a modelos de depósitos de inunditos na região do Gráben Arroio Moirão.

## INUNDITOS COMO MODELO DEPOSICIONAL SEDIMENTAR

O modelo sedimentar denominado inundito é um dos vários tipos de depósitos de eventos (Seilacher, 1991). Consiste de pacotes sedimentares originados por fluxos em lençol (*sheetflow*) que adentram rapidamente em corpos lacustres com expressiva carga de fundo, que posteriormente desaceleram em zonas mais profundas e são sucedidos por depósitos de suspensão (Seilacher, 1991; Talbot & Allen, 1996). Os fluxos em lençol originam camadas delgadas e tabulares de areia e silte capeadas por lâminas de lama (*drapes*) resultantes da desaceleração do processo deposicional (Hardie et al., 1978). Della Fávera (1984) denominou-os também de ‘turbiditos de água rasa’, pois esses fluxos episódicos subaquosos de baixa densidade, bipartidos, hiperpicnais, têm como principais fatores controladores o clima e a tectônica (Seilacher, 1991). No caso do clima, supõe-se que chuvas periódicas lavam o substrato e desencadeiam fluxos de inundação, dando início ao transporte subaquoso de baixa densidade fluindo em lagos ou mares (Zavala et al., 2006).

Ao longo do transporte, o fluxo vai desacelerando e depositando sedimentos cada vez mais finos, constituindo sucessões de fácies com padrão granodecrescente ascendente. Esses fluxos são dominados, nos estágios iniciais, por processos de *sheetflow* seguidos por *shetflood*.

Por sua vez, a tectônica, segundo agente controlador, é responsável pela subsidência da bacia, aumentando ou restringindo o espaço de acomodação e, também, o aporte sedimentar. Caso a sedimentação seja contínua, registra-se um padrão do tipo progradacional; já um aporte sedimentar restrito, caracteriza fluxos definhantes, ou seja, retrogradacionais. Dada a infrequência de descrição mais detalhada de fácies, sucessões de fácies e distribuição de elementos arquiteturais de depósitos de inundação, utiliza-se neste trabalho o modelo adimensional resultante de estudos experimentais

A proposta desse trabalho é apresentar os resultados da análise de fácies, sucessões de fácies, modelos e sequências deposicionais, bem como, definir o arcabouço estratigráfico para o setor noroeste do Gráben Arroio Moirão, visando uma caracterização mais detalhada do modelo sedimentar do tipo inundito, até então, pouco reconhecido no registro geológico.

de Van Dijk et al. (2009) e Postma (2014) e os estudos de fluxos hiperpicnais de Zavala et al. (2006, 2011). O conjunto de processos envolvidos em depósitos de inunditos gera distintas associações de fácies que representam quatro etapas do evento deposicional (Figura 1):

(A) Progradação inicial, na qual os fluxos progradantes em lençol (*sheetflow*) se depositam predominantemente como carga de fundo e os depósitos tabulares que se expandem em uma planície de espraiamento;

(B) Formação de canais devido à progressiva agradação do depósito, que eleva o gradiente topográfico da planície inundável;

(C) Transgressão e afogamento com a subida do nível d’água do lago, fluxos de baixa densidade adentram no lago transgressivo, preenchem os canais que extravasam suas margens;

(D) Exposição subaérea devido à descida do nível d’água do lago transgressivo, quando o caráter episódico é assumido.

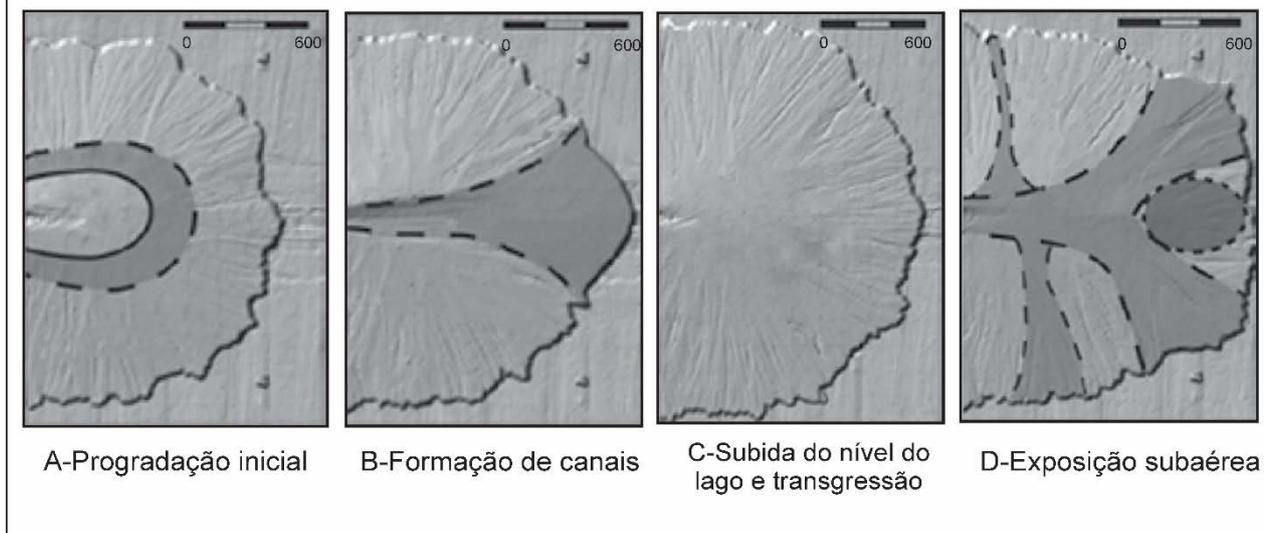
Essas etapas se registram por meio de associações de fácies características (Figura 2):

(A) Depósitos tabulares e em lençóis de conglomerados, maciços ou com estratificação cruzada tangencial, intercalados com camadas de arenitos grossos a conglomeráticos, maciços, ou com estratificação cruzada tangencial, intraclastos argilosos;

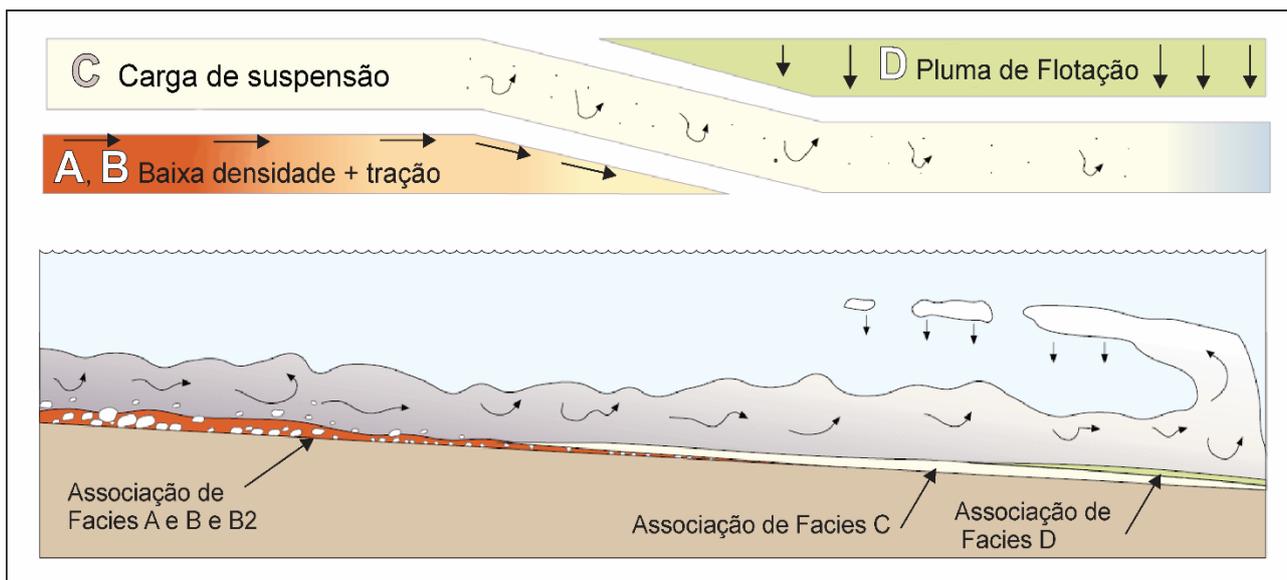
(B) Depósitos tabulares e em lençóis de arenitos de granulometria média a grossa, maciços ou com estratificação cruzada tangencial, cruzada tabular ou plano-paralela, podendo também conter intraclastos argilosos (B1) (ver Figura 2). Quando há considerável processo de desconfinamento, depositam-se arenitos muito finos a finos com laminação plano-paralela de fluxo superior, maciços ou com estratificação cruzada de baixo ângulo (B2) (Stear, 1985);

(C) Depósitos tabulares de siltitos e lamitos com laminação plano-paralela ou maciça, com intercalações de níveis micáceos.

## SUCESSÃO DAS PRINCIPAIS ETAPAS DO EVENTO



**Figura 1** - Mapas de sombreamento de relevo do modelo experimental adimensional de fluxos de baixa densidade (modificado de Postma, 2014; Van Dijk et al., 2009).



**Figura 2** - Fluxos hiperpicnais de baixa densidade na etapa de lago transgressivo (modificado de Zavala et al., 2011).

Quanto às características peculiares do modelo do tipo inundito quando adentram em lagos transgressivos, na etapa de afogamento e transgressão, Zavala et al. (2006) enfatizou:

(1) Presença de níveis micáceos provenientes de plumas de flotação da etapa transgressiva (ver Figura 2).

(2) Camadas são comumente tabulares ou em lençóis;

(3) Ausência de barras de migração lateral e longitudinal, visto que canais desconfinantes evoluem para uma incisão vertical;

(4) Baixo grau de seleção textural, fácies invariavelmente mal selecionadas;

(5) Grãos angulosos a subangulosos, eventualmente, subarredondados atribuídos ao fato de serem fluxos subaquosos de baixa densidade, consequentemente, com pouca interação entre os grãos;

(6) Abundância de intraclastos argilosos, pois ao término de um ciclo de inundação ocorre a deposição de litologias de granulometria mais fina (siltitos e lamitos). Essas litologias serão erodidas pelo ciclo de inundação subsequente, resultando na formação de intraclastos argilosos sempre nas fácies basais de cada ciclo de inundação que se caracterizam por granulometria mais grossa (conglomerados, arenitos grossos);

(7) Empilhamento de sucessões de fácies granodécrescentes ascendentes geradas pelas etapas de progradação inicial de fluxo em lençol (*sheetflow*), formação de canais, lago transgressivo e exposição subaérea;

(8) Ocorrência de superfícies chave erosivas (discordâncias e diastemas) e suas conformidades

correlatas, referentes às interrupções na sedimentação com ou sem erosão associada;

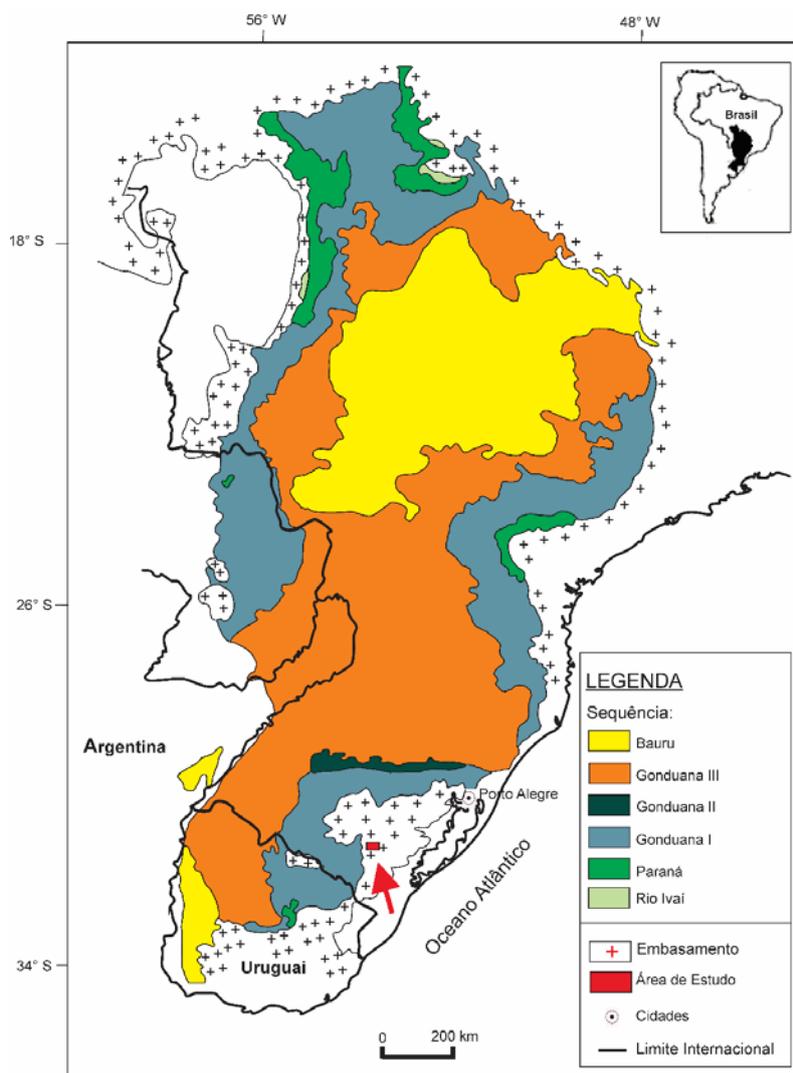
(9) Arcabouço estratigráfico evidenciando a recorrência de ciclos de inundação e variação lateral de fácies;

(10) Sistema deposicional com tendência à disposição lobada.

### CONTEXTO REGIONAL

A Bacia do Paraná, constituída por um pacote vulcano-sedimentar paleozoico-mesozoico, com cerca de sete mil metros no depocentro, cobre uma área de cerca de 1,7 milhão de km<sup>2</sup>.

A bacia estende-se pelo centro-sul do Brasil, norte do Uruguai, nordeste da Argentina, e leste do Paraguai (Figura 3) (Milani et al., 2007).



**Figura 3** - Mapa geológico simplificado da Bacia do Paraná e sua abrangência no Brasil, Uruguai, Argentina e Paraguai (modificado de Milani, 2004).

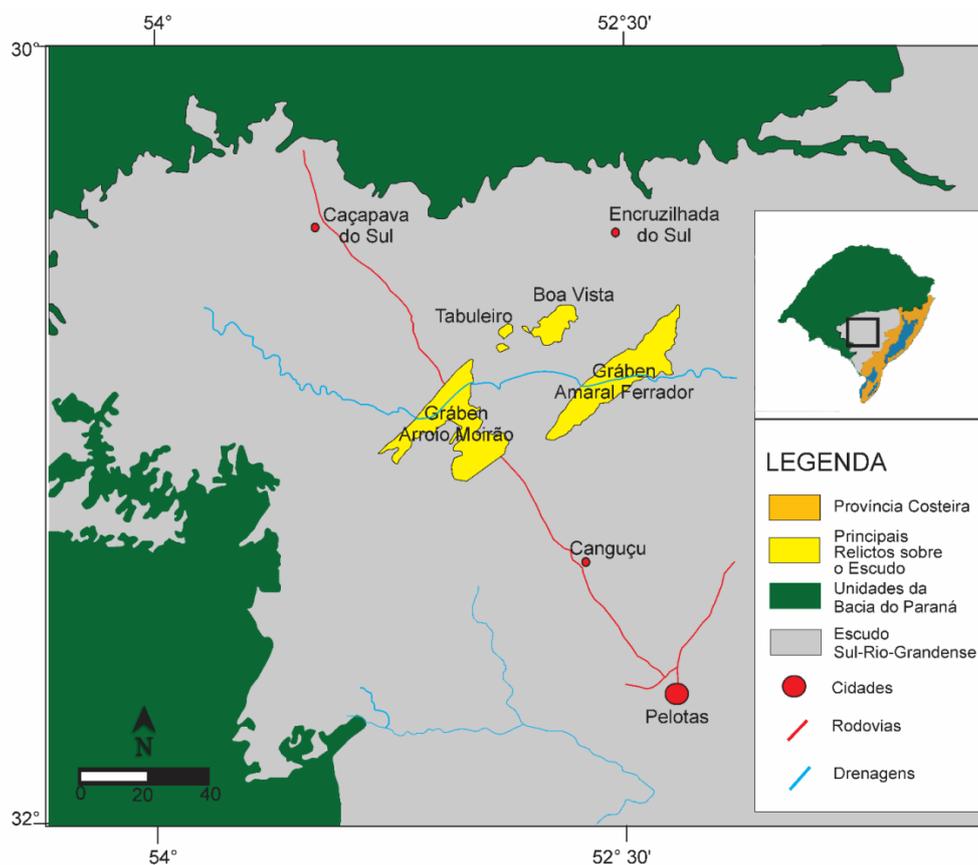
A evolução tectono-estratigráfica da bacia registra supersequências (Vail, 1977) denominadas, da base para o topo, Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Carbonífero-Eotriássico), Gondwana II (Meso a Neotriássico), Gondwana III (Neojurássico-Eocretáceo) e Bauru

(Neocretáceo) (Milani et al., 2007) (Figura 4).

Relictos da sedimentação da Bacia do Paraná são preservados sobre as unidades do Escudo Sul-Rio-Grandense seguindo estruturasgeotectônicas herdadas do Pré-Cambriano e reativadas no Triássico, sendo observado na (Figura 5).

PERÍODO	ÉPOCA	ANDAR	IDADE (Ma)		SEQUÊNCIA	LITOESTRATIGRAFIA
TRIÁSSICO	Superior	Rhaetiano	201-208		Santa Maria 3	FORMAÇÃO SANTA MARIA
		Noriniano	208-227			
		Carniano	227-237		Santa Maria 2	
	Médio	Ladiniano	237-242		Santa Maria 1	
		Anisiano	242-247			
	Inferior	Olenekiano	247-251			
		Induano	251-252			

**Figura 4** - Carta cronoestratigráfica simplificada das seqüências Santa Maria 1, 2 e 3 da Superseqüência Gondwana II, Bacia do Paraná, Triássico (modificado Zerfass, 2004).



**Figura 5** - Mapa dos relictos sobre o Escudo Sul-Rio-Grandense (modificado de Ketzer, 1997).

Esses relictos, também denominados como “registro estratigráfico gonduânico”, têm como sugestão a idade triássica (Jost, 1981; Faccini, 1989; Menega & Scherer, 1993; Faccini, 2000; Horn et al., 2014), sendo assim correlacionáveis com a Bacia do Paraná (Menegat et al., 1995). Ketzer (1997) também atribuiu a idade triássica para as litologias pelítico-arenosas do Gráben Arroio Moirão, correlacionando-as às

formações Santa Maria e Sanga do Cabral, pertencentes à Superseqüência Gondwana II (Milani et al., 2007).

Outra evidência foi obtida por Horn et al. (2015) quando identificou na porção mais ao norte do Gráben Arroio Moirão a ocorrência do fóssil-índice da Biozona *Hyperodapedon*, que ocorre na Superseqüência Santa Maria.

No gráben também ocorrem rochas

vulcânicas, designadas como Formação Passo das Carretas, correlata à Formação Serra Geral da Bacia do Paraná (Figueiró et al., 1996) e subvulcânicas, como corpos fonolíticos da Suíte Piratini que ocorrem como *plugsenecks* (Machado, 2014).

### LOCALIZAÇÃO

O Gráben Arroio Moirão situa-se sobre a porção centro-sul do Escudo Sul-Rio-Grandense (30°45' e 31°15'S e 52°45' e 53°15'W) (Figura 6). Trata-se de uma depressão, com um setor noroeste alongado com eixo de 95 km orientado segundo a direção N30E, e outro setor sudeste, mais equidimensional.

Os dois setores são condicionados por falhas e encontram-se contíguos por uma faixa aflorante estreita conformando um eixo transversal de 30 km. São condicionados por falhas com orientação concordante com as falhas que o delimitam, lineamentos NE variando entre N45E /N85E, e, subordinada-

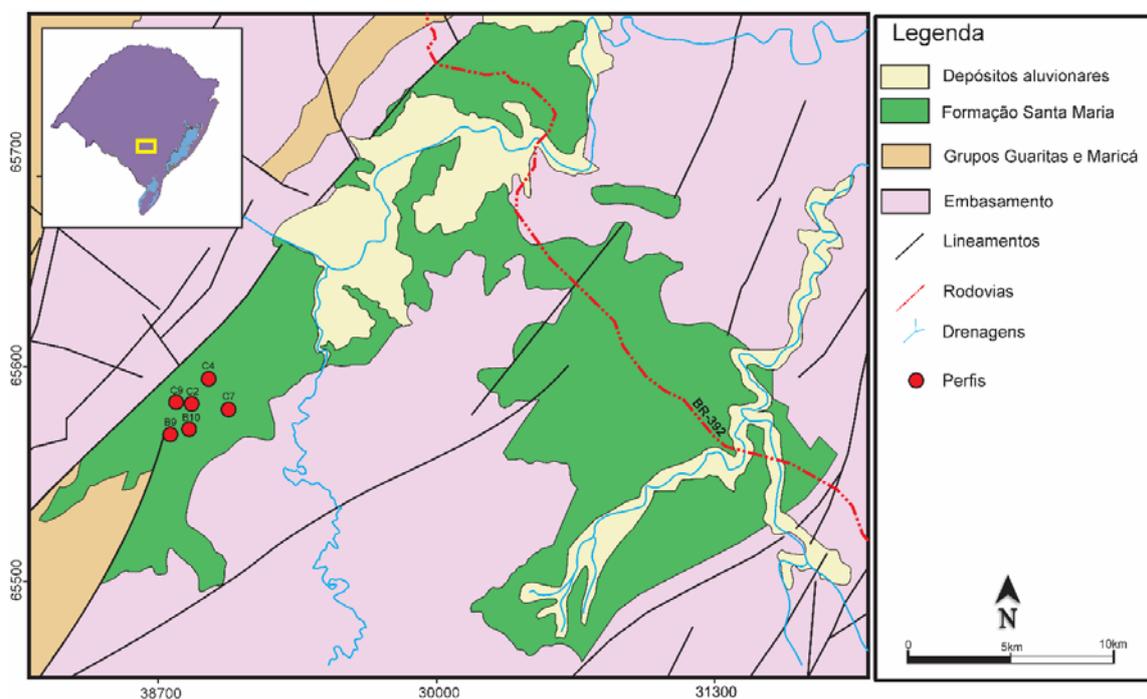
Já Faccini (1989), ao trabalhar com rochas sedimentares no Gráben Arroio Moirão, identificou como sendo predominantes os depósitos de canais entrelaçados e de planície de inundação, associando-os às Formações Santa Maria e Sanga do Cabral.

mente, NW que varia entre N20W / N70W (Ferreira, 2015).

Os limites do gráben, a leste, ocorrem com a Zona de Cisalhamento Dorsal de Canguçu (Zona de Falha Dom Feliciano) e, a oeste, com a Zona de Falha Açoteia – Piquiri (Fernandes et al., 1995).

O conjunto dessas falhas NE-SW foi herdado do embasamento, e, posteriormente, foi reativado, gerando a estruturação atual (Fernandes et al., 1995).

A reativação ocorreu após a deposição e assim não foi considerada na evolução do modelo proposto.



**Figura 6** - Mapa de pontos do Gráben Arroio Moirão, RS (modificado de Rodrigues, 2015).

### MATERIAIS, MÉTODOS E TÉCNICAS

As técnicas de mapeamento geológico de rochas sedimentares e formações superficiais de Lisle et al. (2014) e Tucker (2014) foram utilizadas no trabalho de campo.

Assim, inicialmente foram identificados seis pontos para levantamento de perfis colunares obtidos por meio de detalhada descrição das

unidades aflorantes, documentação fotográfica e coleta de amostras de rochas.

Foram definidas fácies, sucessões de fácies, associações de fácies, modelos deposicionais e, por último, o arcabouço estratigráfico, com base nos preceitos de Miall (1990), Walker (1990, 1992), Posamentier & James (1993), Walker

(2006), Dalrymple (2010) e Zavala et al. (2011).

As amostras coletadas foram descritas macroscopicamente detalhando-se parâmetros texturais, estruturas sedimentares, cor, mineralogia, seleção, arredondamento.

Amostras das fácies com texturas grossa,

média e fina foram selecionadas para análise por petrografia, por difração de raios X e por microscopia eletrônica de varredura. O objetivo das análises foi a caracterização mineralógica, textural e classificação das diferentes litologias presentes na região analisada.

## RESULTADOS

### Análise de Fácies e Associações de Fácies

A análise das descrições resultou no reconhecimento de 18 fácies (Figura 7), conforme Zavala et al., 2006) que apresentam geometria tabular ou em lençol, má seleção, cimentação por óxidos de ferro que gera uma coloração avermelhada, granulometria grossa e composição predominantemente quartzo-feldspática.

Em contrapartida, os siltitos apresentam intercalações de níveis micáceos e grânulos de quartzo dispersos.

Os lamitos são predominantemente formados pelo argilomineral caulinita e grânulos de quartzo. Eventualmente, são observados intraclastos argilosos de dimensões variadas (Figura 8A), dispersos, ou fazendo parte de pavimentos (*lags*) basais (Figura 8B), juntamente com seixos e grânulos de quartzo.

A correlação das 18 fácies e seus respectivos processos sedimentares geradores permitiu a distribuição destas em 6 grupos distintos, valendo-se das formas de leito, definidas conforme a geometria das fácies, e sua estrutura interna com base nos modelos de Zavala et al. (2006) e Postma (2014), sumarizadas na figura 7:

1) Fácies com estratificação cruzada tangencial, representando formas de leito de dunas 3D, com texturas variando desde fácies conglomeráticas como Cg(t)m e Cg(t) até arenosas, exemplificadas por Acg(t) e Am-g(t). São resultantes de dois processos: (a) para as fácies conglomeráticas a areno-conglomeráticas, o processo atuante foi segregação textural em fluxos de baixa densidade e transição para correntes trativas, formando associações de fácies e depósitos de progradação de carga de fundo de fluxos de baixa densidade; (b) para as fácies de arenito médio, o processo sedimentar abrange correntes trativas de desaceleração de fluxo dispersivo em morfologias tabulares delgadas formando depósitos e associações de fácies de canais

rasos de dispersão de fluxos efêmeros;

2) Fácies com estratificação cruzada tabular, representando leitos com dunas do tipo 2D por meio da deposição dos arenitos finos. São arenitos muito fino a fino, quartzo-feldspáticos, com estratificação cruzada plano-paralela, mal selecionados, Af(cpp). São interpretados como resultantes de processos de correntes trativas de desaceleração de fluxos dispersivos com morfologias tabulares delgadas, formando associações de fácies e depósitos de canais rasos de dispersão de fluxos efêmeros;

3) Fácies maciças, variando desde conglomerados a arenitos conglomeráticos resultantes do processo deposicional de pavimentos e fluxos de transição de baixa densidade para tração; e arenitos muito grossos a finos que são gerados por processos de liquefação e escape de fluídos.

Ainda ocorre uma litologia siltítica devido ao limite tração (com obliteração de estruturas)/suspensão; os conglomerados são de dois tipos: um intraformacional de blocos argilosos, maciço, Cg(m)i; e outro seixoso a granuloso, quartzo-feldspático, maciço, mal selecionado, Cg(m).

Os arenitos apresentam-se como: conglomerático, quartzo-feldspático, maciço, mal selecionado, Acg(m); médio a grosso, quartzo-feldspático, maciço, mal selecionado, Am-g(m); muito fino a fino, quartzo-feldspático, maciço, mal selecionado, Amf-F(m).

O siltito é maciço, mal selecionado e com grânulos de quartzo, St(m). Assim, foram interpretadas as litologias: Cg(m)i, Cg(m), Acg(m) como depósitos de progradação de carga de fundo de fluxos de baixa densidade; Am-g(m), Amf-F(m) como depósitos de canais rasos de dispersão de fluxos efêmeros; St(m) como depósitos de plumas de suspensão de correntes de baixa densidade.

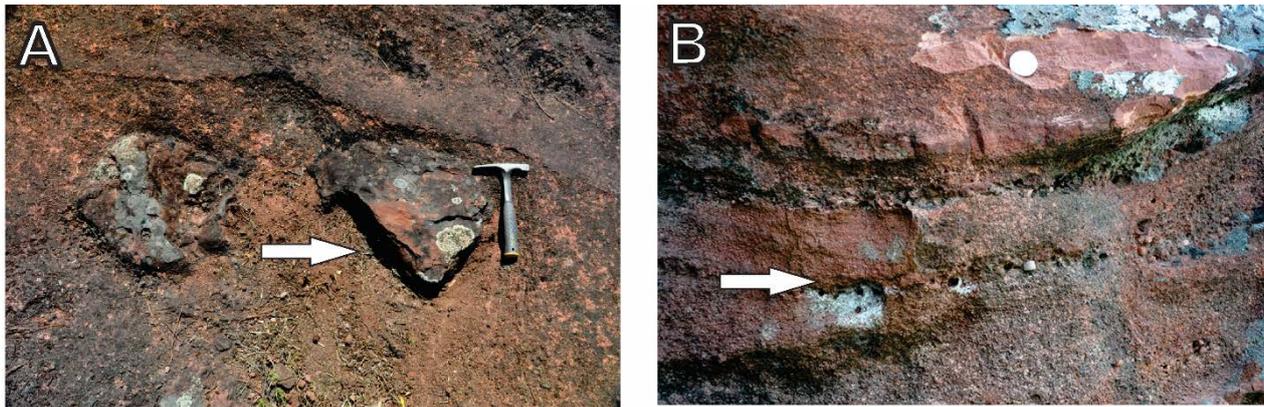
4) Fácies com estratificação cruzada de baixo ângulo representando formas de leitos de dunas

<b>Estrutura e forma de leito</b>	<b>Fácies</b>	<b>Processo deposicional</b>	<b>Interpretação</b>	<b>Associações de fácies / Etapa deposicional</b>	
Estratificação cruzada tangencial; duna 3D (1)	Cg(t)m	Fácies grossas → segregação textural em fluxos de baixa densidade e transição para correntes trativas; camadas com morfologias tabulares	Depósitos de progradação de carga de fundo de fluxos de baixa densidade	A / Progradação Inicial	
	Cg(t)				
	Acg(t)				
	Am-mg(t)	Fácies médias → correntes trativas de desaceleração de fluxo dispersivo com morfologias tabulares delgadas	Depósitos de canais rasos de dispersão de fluxos efêmeros	B1 / Desenvolvimento de canais	
Estratificação cruzada tabular, duna 2D (2)	Af(cpp)	Fácies finas → correntes trativas de desaceleração de fluxos dispersivos com morfologias tabulares delgadas	Depósitos de canais rasos de dispersão de fluxos efêmeros	B1 / Desenvolvimento de canais	
Estratificação maciça; sem visualização aparente da forma de leito (3)	Cg(m)i	Fácies grossas → pavimentos e fluxos de transição de baixa densidade para tração	Depósitos de progradação de carga de fundo de fluxos de baixa densidade	A / Progradação Inicial	
	Cg(m)				
	Acg(m)				
	Am-mg(m)	Fácies médias e finas → perda de estruturas por liquefação e escape de fluidos	Depósitos de dispersão de fluxos efêmeros	B1 / Desenvolvimento de canais	
	Amf-f(m)			B2 / Desenvolvimento de canais	
	St(m)	Fácies finas → limite suspensão/tração com obliteração de estruturas	Depósitos de plumas de suspensão de correntes de baixa densidade	C / Lago Transgressivo	
Estratificação cruzada de baixo ângulo, duna 2 (4)	Ag(bxa)	Fácies médias → correntes trativas de rápida dispersão, morfologias delgadas e tabulares	Depósitos de dispersão de fluxos efêmeros	B1 / Desenvolvimento de canais	
Estratificação com gradação normal, tabular (5)	Amf-m(gn)	Fácies médias → desaceleração de fluxos de baixa densidade e transição para fluxos trativos	Depósitos de carga de fundo em transição para canais rasos	B1 / Desenvolvimento de canais	
Laminação/ Estratificação plano-paralela; tabular (6)	Acg(lpp)	Fácies grossas e médias → dispersão de fluxo de regime de fluxo inferior com morfologia tabulares	Depósitos de canais rasos de dispersão de fluxos efêmeros	A / Progradação Inicial	
	Am-g(lpp)			B1 / Desenvolvimento de canais	
	Amf-f(lpp)	Fácies finas → dispersão de fluxos de regime de fluxo superior com morfologias tabulares		B2 / Desenvolvimento de canais	
		St(lpp)	Fácies finas → suspensão e plumas de flotação geradas pela segregação de finos em fluxos de baixa densidade com morfologias tabulares	Depósitos de afogamentos dos fluxos de baixa densidade	C / D / E / Lago Transgressivo
		Lm(lpp)	Fácies finas → suspensão		

**Figura 7** - Descrição e interpretação das fácies, processos deposicionais e associação de fácies e etapas do modelo sedimentar.

2D, representada por arenitos grossos; são arenitos com estratificação cruzada de baixo ângulo, quartzo-feldspáticos e mal selecionados, Ag(bxa). A deposição dessa fácies é controlada por processos de correntes trativas de rápida dispersão, resultando em morfologias delgadas e tabulares; o depósito sedimentar é interpretado como depósitos de canais rasos de dispersão de fluxos efêmeros.

5) Fácies com gradação normal representando formas de leitos tabulares, com arenitos muito finos a médios, quartzo-feldspáticos, com gradação normal, mal selecionados, Amf-m(gn). Foram interpretadas como depósitos de carga de fundo em transição para canais rasos, resultantes de processos de desaceleração de fluxos de baixa densidade e transição para fluxos trativos;



**Figura 8** – Intraclastos argilosos: (A) dispersos (seta branca); (B) formando pavimentos (lag) basais com clastos de quartzo (seta branca).

5) Fácies com gradação normal representando formas de leitos tabulares, com arenitos muito finos a médios, quartzo-feldspáticos, com gradação normal, mal selecionados, Amf-m(gn). Foram interpretadas como depósitos de carga de fundo em transição para canais rasos, resultantes de processos de desaceleração de fluxos de baixa densidade e transição para fluxos trativos;

6) Fácies com estratificação ou laminação plano-paralela, representando formas de leitos tabulares, cujas texturas variam desde conglomeráticas a lamosas. São representadas por: arenito conglomerático, quartzo-feldspático, com estratificação plano-paralela, mal selecionado, Acg(lpp); e arenito médio a grosso, quartzo-feldspático, com estratificação plano-paralela, mal selecionado, Am-g(lpp).

Esses arenitos representam o resultado de processos de dispersão em regime de fluxo inferior com morfologias tabulares. Esse grupo também apresenta um arenito médio a fino, quartzo-feldspático, com laminação plano-paralela, mal selecionado, Amf-f(lpp), cujo processo deposicional é de dispersão em regime de fluxo superior com morfologias tabulares. Essas três fácies arenosas são interpretadas como depósitos de canais rasos de dispersão de fluxos efêmeros.

Há ainda um conjunto de fácies finas, cujos siltitos apresentam laminação plano-paralela com grânulos de quartzo eventuais, mal selecionados, por vezes, com níveis micáceos, St(lpp), representantes de suspensão e plumas de flotação geradas pela segregação de finos em fluxos de baixa densidade com morfologias tabulares. Os lamitos tem laminação plano-paralela e presença massiva de caulinita, Lm(lpp), indicando uma fácies associada com

processo de suspensão. Interpreta-se que essas duas fácies finas foram geradas por depósitos de afogamento dos fluxos de baixa densidade em uma fase de lago transgressivo.

Ao relacionar essas fácies com seus processos deposicionais, definem-se as associações de fácies (Figura 7). A associação de fácies A, porção basal, é composta pelas fácies conglomerados maciços como Cg(m)i e Cg(m), ou com estratificação cruzada tangencial, exemplificado por Cg(t)m e Cg(t), mal selecionados (incluindo frações silte e argila) e, por vezes, com intraclastos argilosos. Essas litologias intercalam-se com arenitos conglomeráticos maciços, Acg(m), e com arenitos conglomeráticos com estratificação plano-paralela, Acg(lpp).

Ainda, podem intercalar-se com arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada tangencial, Acg(t), mal selecionados. Essas fácies são representantes da fase de progradação dos fluxos de baixa densidade (ver Figura 1, etapa progradação).

A porção intermediária, formada pela associação de fácies B constitui-se de arenito variando de textura muito grossa a média, por vezes, com intraclastos argilosos.

Sua estrutura pode ser maciça, Am-mg (m); com estratificação cruzada tangencial, Am-mg(t); com estratificação plano-paralela, Am-g(lpp). São arenitos representantes da fase de desenvolvimento de canais rasos (ver Figura 1, etapa formação de canais).

Ainda nessa fase, quando o fluxo tem desconfinamento considerável, as fácies gradam para arenitos muito finos a finos com laminação plano-paralela de fluxo superior, Amf-f(lpp). Ocorrem também arenitos grossos com estratificação cruzada de baixo ângulo,

Ag(bxa), que são resultantes de transição de fluxo inferior para fluxo superior. E, ainda, arenitos finos de fluxo inferior, com estratificação cruzada plano-paralela, Af(cpp). Por vezes, ocorrem arenitos maciços, Amf-f(m), devido à fluidização e arenitos com gradação normal, Amf-m(gn), que são interpretados como desaceleração de fluxo. Todos os arenitos são mal selecionados.

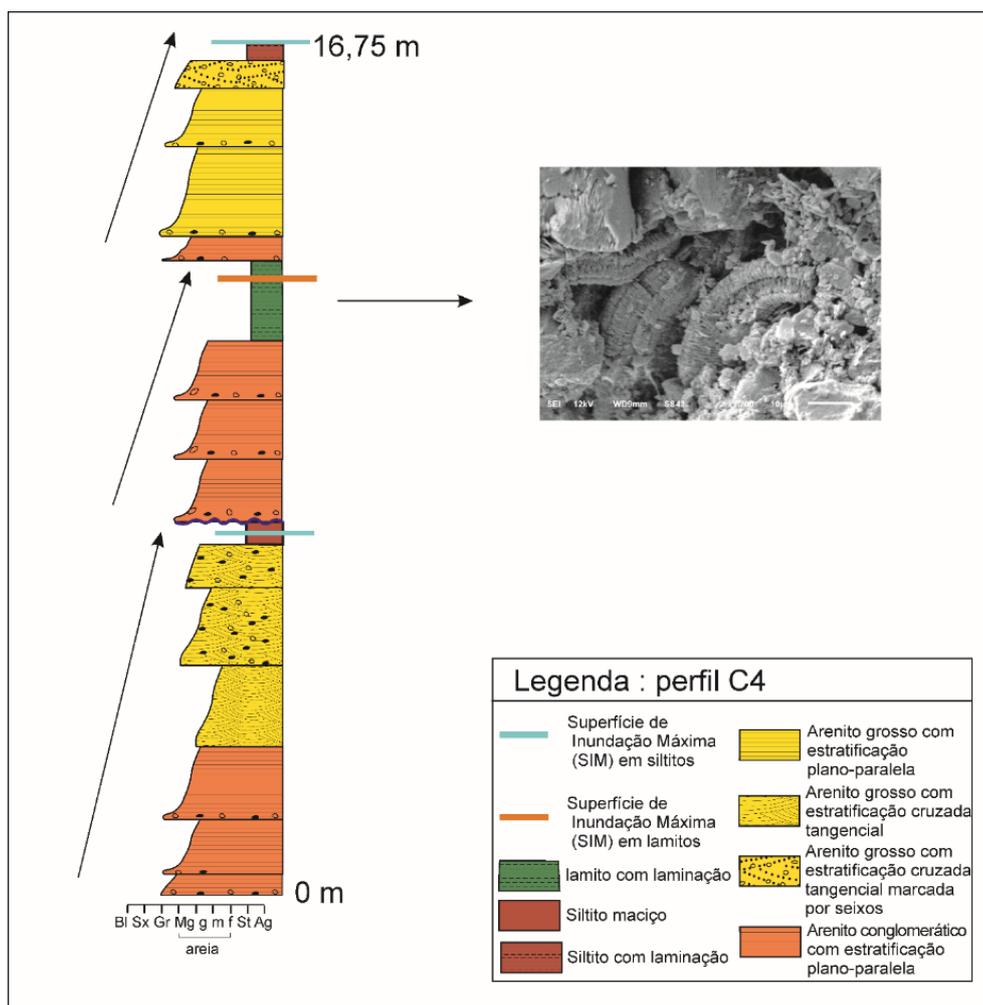
Por sua vez, a porção de topo, constituída pela associação de fácies C-D-E compõe-se de (C) siltitos com laminação plano-paralela, St(lpp), ou maciços, St(m), mal selecionados (com grãos quartzosos de areia média ou grossa dispersos), e lamitos com laminação plano-paralela, Lm(lpp); (D) níveis micáceos; (E) feições sugestivas de exposição subaérea como gretas de contração e paleoalterações. Esse registro da porção de topo representa o afogamento transgressivo das porções proximais dos lóbulos pelo lago de inundação (ver Figura 1, fase lago transgressivo), que faz

dominar o processo de suspensão e gera as fácies finas exemplificadas por siltitos e lamitos (C), bem como, a formação de vórtices e plumas de flotação (ver Figura 2), gerados na região frontal dos fluxos de baixa densidade na etapa de afogamento, o que ocasiona a decantação das micas pelas plumas de flotação, originando os níveis micáceos (D).

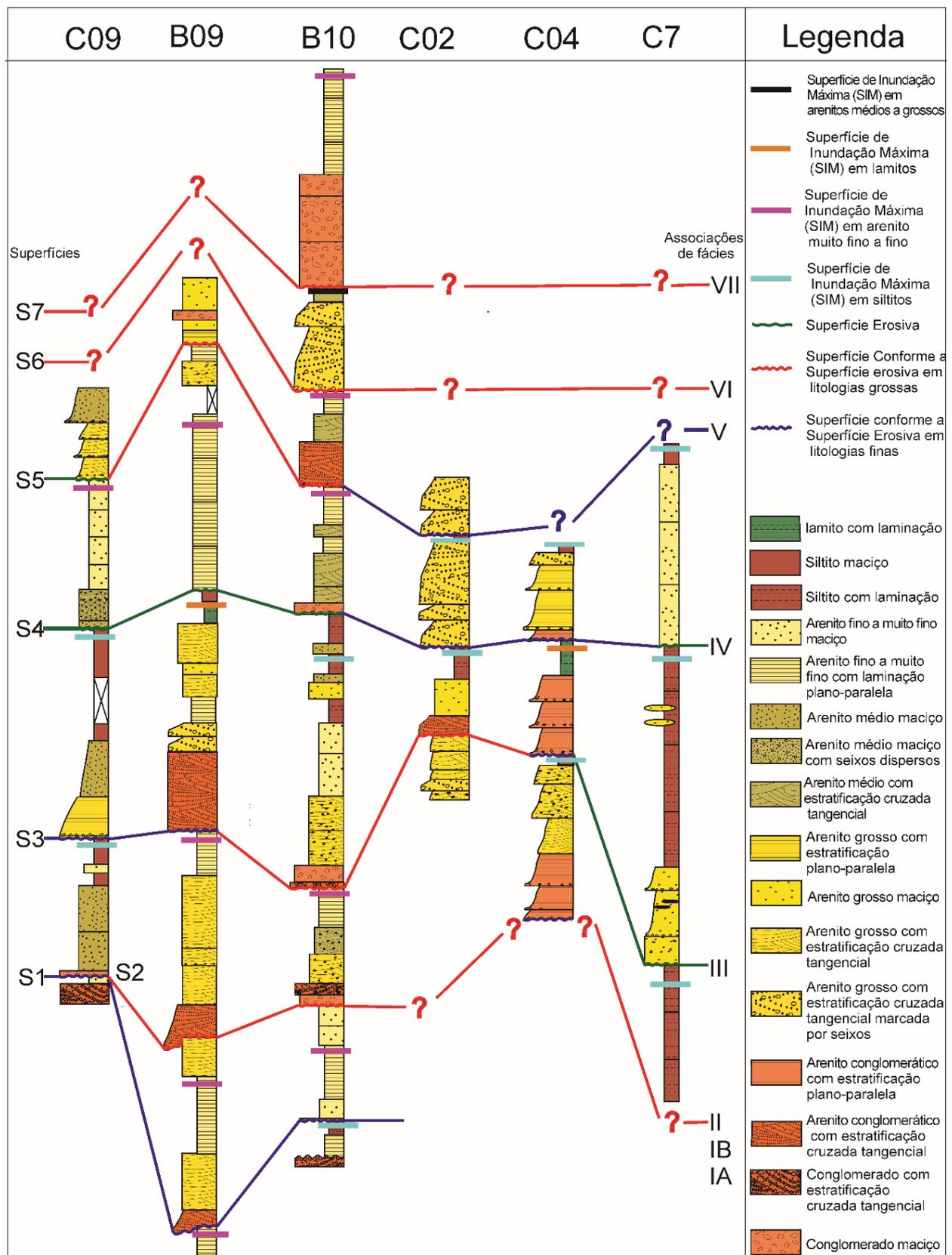
Após essa fase, ocorre o rebaixamento do nível de base e consequente exposição subaérea com a possível formação de gretas de contração e paleoalterações (E) e o posterior ressecamento do lago, ocasionando intervalos de exposição subaérea no topo da sucessão de fácies (ver Figura 1, fase exposição subaérea)

#### Análise das Sucessões de Fácies

O empilhamento das fácies no registro sedimentar do Gráben Arroio Moirão tem um padrão bem característico, granodécrescente ascendente (Figura 9), que permite definir oito sucessões de fácies: IA, IB, II, III, IV, V, VI, VII (Figura 10).



**Figura 9** – Perfil colunar C04, evidenciando três sucessões de fácies granodécrescentes ascendentes (setas), e ainda, a camada de lamito (em verde), utilizada como marcador estratigráfico.



**Figura 10-** Arcabouço estratigráfico para o setor sudoeste do Gráben Arroio Moirão.

As sucessões de fácies, quando completas, são representativas das quatro etapas do modelo sedimentar do tipo inundito: a) progradação inicial: fácies conglomeráticas e arenosas conglomeráticas; b) formação de canais: fácies arenosas

grossas, médias e finas; c) lago transgressivo: fácies siltsosas e lamosas; d) exposição subaérea: fácies com porções lamosas eventualmente com preservação de paleoalterações; superfície de exposição subaérea do tipo erosiva ou superfície

conforme a superfície erosiva. Em maior proporção, encontram-se sucessões de fácies incompletas, geralmente, com as três primeiras etapas A, B e C preservadas (ver Figura 2).

Na etapa três (C: lago transgressivo), é gerada a deposição de sedimentos finos (siltitos e lamitos) no topo da sucessão de fácies. Supõe-se que litologias finas sejam facilmente erodidas sob a influência de novo fluxo de inundação e, neste caso, marcas de raízes ou paleoalterações (etapa D: exposição subaérea) são descritas no topo das sucessões de fácies.

### Arcabouço Estratigráfico do Setor Noroeste do Gráben Arroio Moirão

O arcabouço estratigráfico foi delimitado pela correlação de seis perfis colunares (C9, B9, B10, C2, C4 e C7), com base na definição de marcadores estratigráficos (unidades-chave e superfícies-chave), como:

a) Unidades-chaves: a1) lamito com laminação plano-paralela, *datum*, com espessura média de até 2,5 m, com boa continuidade lateral, composição mineralógica onde predomina caulinita (ver figura 8).

Para definição do modelo proposto, considera-se que os fatores determinantes são as características das fácies (geometria, estruturas, grau de seleção, angulosidade dos grãos, níveis micáceos, entre outros), as associações de fácies e suas sucessões, bem como, as condições climáticas da região na época deposicional e microformas de relevo, típicas desse modelo sedimentar.

### Modelo Depositional do Tipo Inundito

O modelo do tipo inundito se evidencia pelas fácies com texturas mal selecionadas, desde

b) Como é a unidade com granulometria mais fina, é considerada como a superfície de máxima inundação do sistema, sendo observada nos perfis B9 e C4 (ver Figura 10); a2) conglomerado monomítico quartzoso com estratificação tangencial incipiente, unidade basal, descrita nos perfis C9 e B10.

c) Superfícies-chaves de erosão, bem como, superfícies erosivas: S1, S2, S3, S4, S5, S6 e S7, que marcam contrastes litológicos.

d) As superfícies S3 e S4 têm boa continuidade lateral, estando presentes em todos os perfis colunares, já as S6 e S7 tem caráter local, ocorrendo apenas no perfil colunar B10, foram definidas, também, por mudança litológica abrupta.

A superfície S1 superpõe-se à fácies Cg(t)m, que para Ketzer (1997) delimitaria a Formação Sanga do Cabral da Formação Santa Maria. Considera-se que a sequência sedimentar contida entre as superfícies S3 e a S4 representa a máxima inundação do arcabouço estratigráfico. Também foram identificadas as superfícies de inundação máxima (SIM).

## DISCUSSÃO

aquelas com texturas mais finas, siltitos com grânulos dispersos, até as mais grossas, conglomerados com grãos de silte e intraclastos argilosos. Também há o predomínio de grãos angulosos a subangulosos, raramente subarredondados, siltitos, arenitos e conglomerados. Essa configuração é compatível com um fluxo de caráter efêmero, com pouco transporte associado (Zavala et al., 2011).

Além disso, na fácies silito laminado há intercalações de níveis centimétricos enriquecidos em minerais micáceos (muscovita) (Figuras 11 A, B).

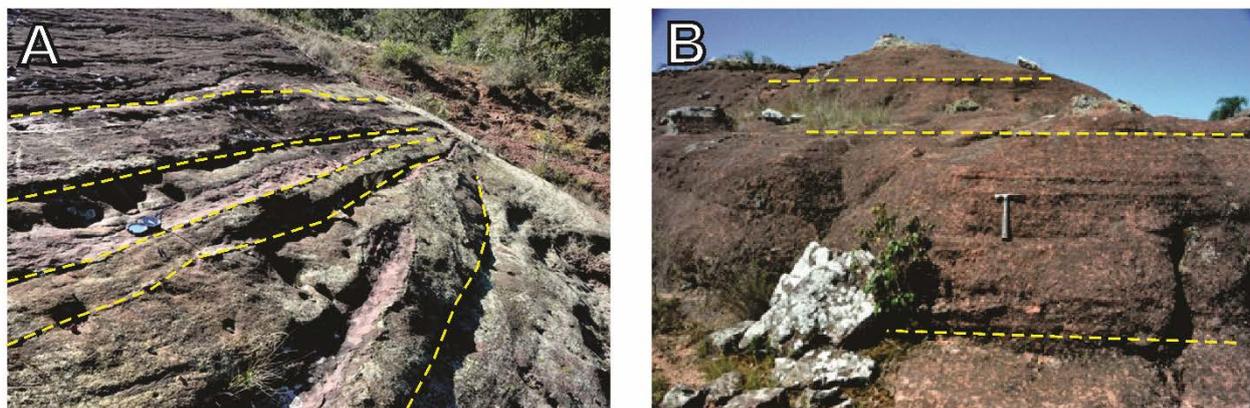


**Figura 11** - Fácies evidenciando má seleção e grãos angulosos a subangulosos, indicados por setas amarelas, em (A) silito maciço e em (B) arenito fino.

Este fato corrobora o modelo proposto, pois evidencia fluxos turbulentos bipartidos, que geram plumas de flotação e consequente deposição dos níveis micáceos (Zavala et al., 2011). Acerca da geometria das fácies, essa é predominantemente em lençol (Figura 12A) ou tabular (Figura 12B), compatíveis com geometrias de fluxos de baixa densidade, onde ocorre o espalhamento do fluxo e o des-

confinamento de canais rasos e pouco escavados. Foram encontradas apenas de maneira pontual superfícies de acresção de pequenos deltas.

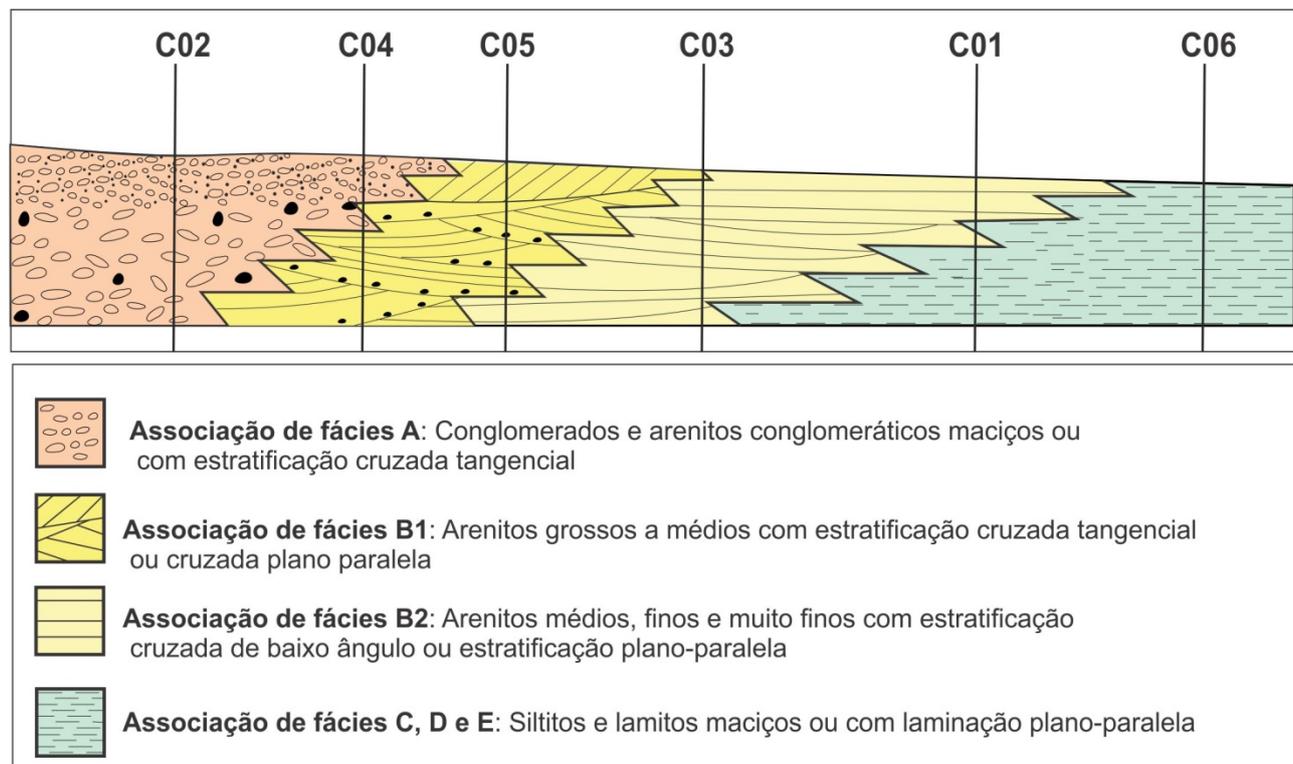
Outro fator relevante é a concentração do argilomineral caulinita no marco-estratigráfico lamito (ver Figura 9), o que reflete condições de um clima quente e intensa lixiviação, cenário típico de depósitos de inundito.



**Figura 12** – Geometria das fácies Am-mg(t) e Am-g(lpp), sendo **A**) geometria em lençol; **B**) geometria tabular.

Quando às associações e sucessões de fácies, essas também ajudam a dar suporte à proposição do modelo deposicional inundito, como se observa nos modelos de Zavala et al. (2011) e de Postma (2014). De fato, as sucessões de fácies se

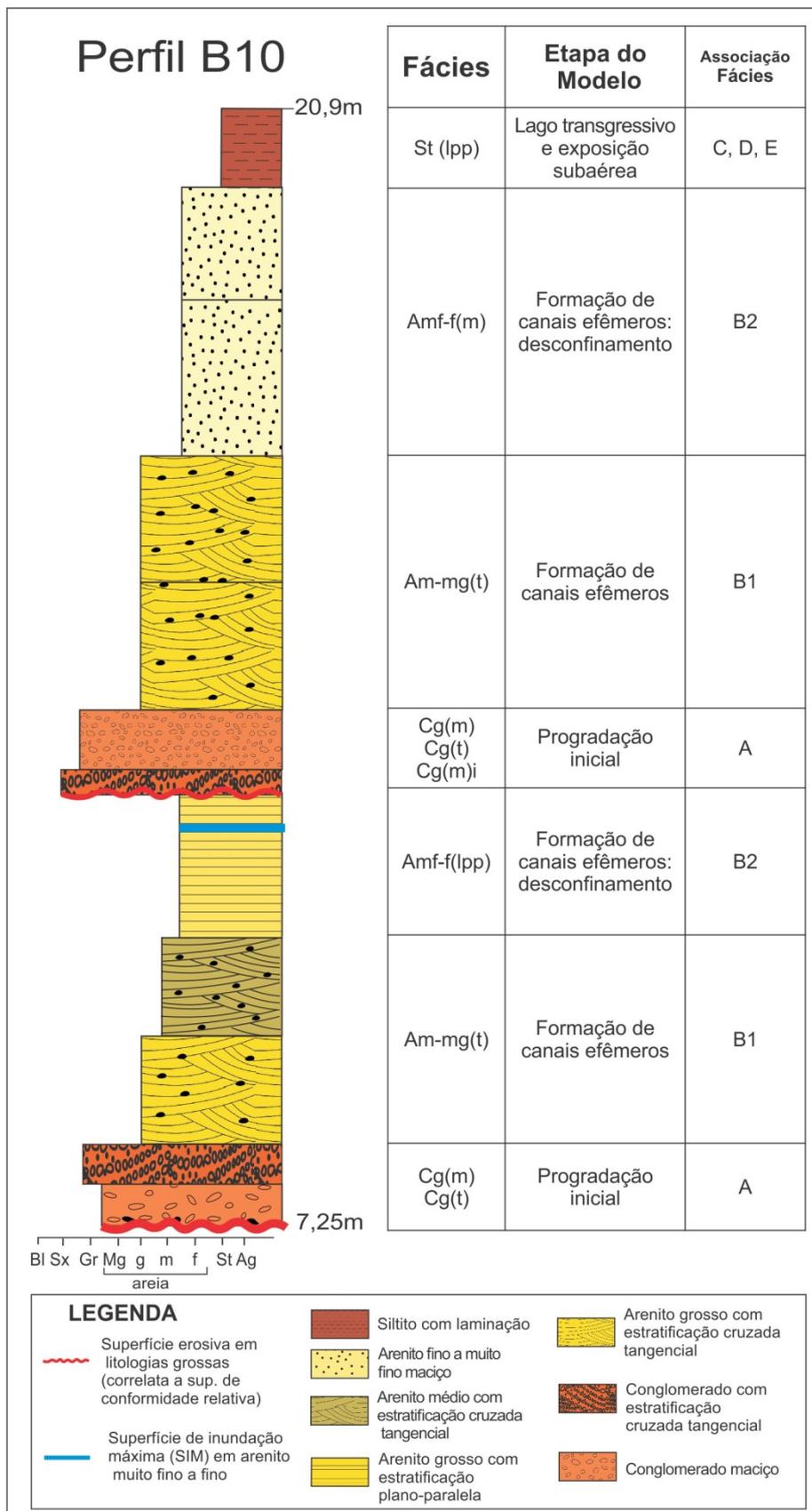
caracterizam pelo agrupamento de fácies e associações de fácies típicas de inunditos, sendo elas: uma porção basal A, uma porção intermediária B (B1 e B2) e uma porção de topo C-D-E, resultantes de um evento progradante (Figura 13).



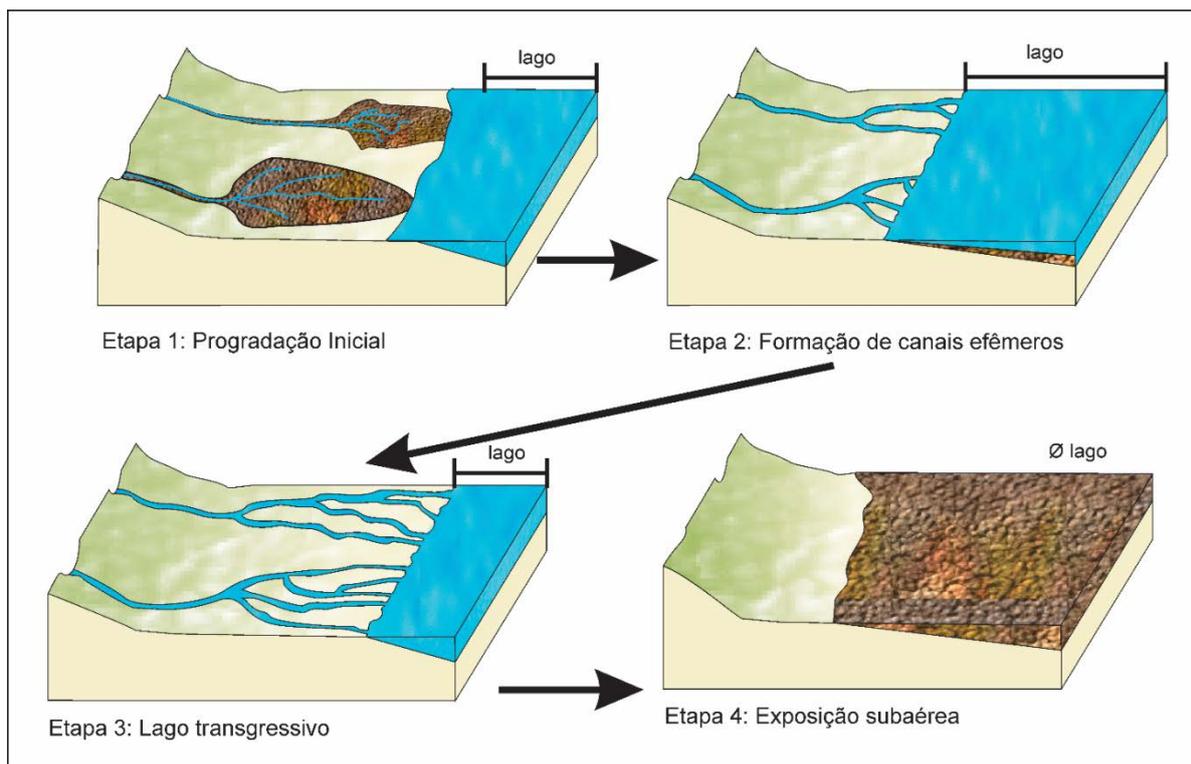
**Figura 13** – Disposição de depósitos sedimentares do tipo inunditos, corte longitudinal.

Abaixo, segue a exemplificação no modelo proposto, onde se observam as fácies, associações de fácies e sucessões de fácies

(Figura 14). A distribuição deste modelo gerado pelas etapas do modelo sedimentar inundito pode ser vista na figura 15.



**Figura 14** – Exemplificação em perfil encontrado na área do modelo deposicional do tipo inunditos: fácies, associações de fácies e etapas deposicionais.



**Figura 15** – Modelo deposicional do tipo inunditos: etapas deposicionais.

Ainda, vale salientar que as evidências não oferecem suporte para identificar o modelo fluvial, pois nesse tipo de modelo, anteriormente proposto para a região (Ketzer, 1997), deveria prevalecer litologias bem selecionadas e com grãos arredondados a subarredondados, pois no transporte sedimentar de canais perenes há segregação granulométrica mais eficiente, bem como, uma interação significativa entre os grãos.

Além disso, a abordagem acerca da geometria das fácies encontradas reforça a incompatibilidade do modelo fluvial, tendo em

vista que esse geraria predominantemente geometrias lenticulares e côncavas devido à significativa escavação de canais, e ainda, produziria barras de acreção lateral bem mais abundantes e espessas devido à migração de canais.

No entanto, na região são encontradas predominantemente geometrias tabulares e em lençóis. Outro fator determinante para a exclusão de um modelo deposicional fluvial clássico é a presença de níveis micáceos intercalados com siltitos, pois tal deposição não é explicada pelo modelo fluvial.

## CONCLUSÕES

A análise de fácies, associações de fácies e sucessões de fácies resultou na definição do arcabouço estratigráfico para o setor noroeste do Gráben Arroio Moirão, bem como, na proposição de um modelo deposicional sedimentar do tipo inundito para esta região.

Esse modelo proposto atende as características da situação geológica encontrada, quais sejam, de um sistema composto por fluxos progradantes de baixa densidade, subaquosos, que geram litologias mal selecionadas e com grãos angulosos a subangulosos, visto que, o agente transportador não é eficaz na segregação textural, e ainda, não há forte interação entre as partículas.

Além disso, tratando-se de evento episódico, é evidente que não há migração lateral de canais, ou seja, a etapa de desenvolvimento de canais ocorre de maneira rápida por meio de feições rasas e desconfinantes que ocasionam depósitos com geometrias em lençóis ou tabulares. Isso explicaria o porquê da inexistência de superfícies de acreção lateral significativas e a inexistência de geometrias côncavas ou lenticulares.

Corroborando também o modelo proposto a identificação de níveis enriquecidos em caulinita, que dão suporte à interpretação de paleoclima com períodos de alta lixiviação e chuvas episódicas.

## AGRADECIMENTOS

Este artigo faz parte da dissertação de mestrado da autora principal. Os autores agradecem as sugestões das colegas Patricia Zacca e Camile Urban que aprimoraram o trabalho realizado.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L.S.; NOGUEIRA, A.C.G.; SILVA JUNIOR, J.B.C. Evolução de um Sistema Lacustre Árido Permiano, parte Superior da Formação Pedra de Fogo, Borda Oeste da Bacia do Parnaíba. **Revista do Instituto de Geociências- USP. Geol. USP**, v. 14, n. 4, p. 3-60, 2014.
- ARAUJO, R.N. **Depósitos lacustres rasos da Formação Pedra de Fogo, Permiano da Bacia do Parnaíba, Brasil**. Belém, 2015. 50 p. Tese (Dissertação de Mestrado), Instituto de Geociências-Universidade Federal do Pará.
- BORSA, G.N.O. **Novas Chaves de Correlação para as Unidades Triássicas do Gráben Arroio Moirão: Caracterização de Sismitos e Aplicação na Estratigrafia**. Porto Alegre, 2015, 90p. Monografia (Graduação), Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- DALRYMPLE, R.W. Interpreting sedimentary successions: facies, facies analysis and facies models. In: JAMES, N.P. & DALRYMPLE, R.W. **Facies Models 4**. Ontario: GSC, Canadian Sedimentology, p. 3-18, 2010.
- DELLA FÁVERA, J.C. Eventos de sedimentação episódica nas bacias brasileiras. Uma contribuição para atestar o caráter pontuado do registro sedimentar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG, 1984, v. 1, p. 489-501.
- FACCINI, U.F. **Estratigrafia do Permo-Triássico do Rio Grande do Sul: estilos deposicionais versus espaço de acomodação**. Porto Alegre, 2000. 300p. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências-Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- FACCINI, U.F. **O Permo-Triássico do Rio Grande do Sul – uma análise sob o ponto de vista das sequências deposicionais**. Porto Alegre, 1989. 133p. Tese (Dissertação de Mestrado), Instituto de Geociências-Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- FERNANDES, L.A.D.; MENEGAT, R.; COSTA, A.F.U. Evolução Tectônica do Cinturão Dom Feliciano no Escudo Sul - Riograndense: Parte I – Uma contribuição a partir do registro geológico. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 25, n. 4, p. 351-374, 1995.
- FERREIRA, M.L. **Análise Tectônica dos Relictos da Bacia do Paraná sobre o Escudo Sul-Riograndense**. Porto Alegre, 2015, 95p. Monografia (Graduação), Instituto de Geociências-Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- FIGUEIRÓ, J.E.P.; VIERO, A.P.; ROISENBERG, A. Aspectos geoquímicos e petrogenéticos do vulcanismo toleítico Mesozoico da Formação Passo das Carretas, Santana da Boa Vista, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, 1996, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG, 1996, v. 2, p. 65-68.
- GUERRA, G.S. & BORGHI, L.F.A. Fácies sedimentares gravitacionais e deformacionais da Formação Maracangalha em afloramento e sua importância na exploração da Bacia do Recôncavo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO & GÁS, 2, 2003, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo & Gás, 2003, p. 6.
- HARDIE, L.A.; SMOOT, J.P.; EUGSTER, H. P. Saline lakes and their deposits. In: MATTER, A. & TUCKER, M.E. **Modern and Ancient Lake Sediments**, Special Publication 2, International Association of Sedimentologists, p. 7-42, 1978.
- HORN, B.L.D.; MELO, T.P.; SCHULTZ, C. L.; PHILIPP, R.P.; KLOSS, H.P.; GOLDBERG, K. A new third -order sequence stratigraphic frame work applied to the Triassic of the Paraná Basin, Rio Grande do Sul, Brazil, based on structural, stratigraphic and paleontological data. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 55, p. 123-132, 2014.
- HORN, B.L.D.; SCHULTZ, C.L.; FIGUEIREDO, A.E.Q.; MOTTA, F.A. Recognition of the *Hyperodapedon* Assemblage Zone (Late Triassic) In a Relictual Occurrence Over The Sul-Rio-

- Grandense Shield. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 18, n 1, p. 91-96, 2015.
- JOST, H. **Geology and metallogeny of the Santana da Boa Vista Region, Southern Brazil**. Georgia, 1981. 208p. Tese (Doutorado), The University of Athens.
- KETZER, M. **Cronoestratigrafia das unidades gonduânicas preservadas sobre o Escudo Sul-Rio-Grandense (Formação Caneleiras)**. Porto Alegre, 1997. 215p. Tese (Dissertação de Mestrado), Instituto de Geociências-Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- LIMA, L.G. **Análise de fácies e modelos deposicionais de unidades triássicas da Bacia do Paraná sobre o Escudo Sul-Rio-Grandense na região do Gráben Arroio Moirão, RS: Em busca de marcadores estratigráficos**. Porto Alegre, 2014, 93 p. Monografia (Graduação), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
- LISLE, R.J.; BRABHAM, P.; BARNES, J. **Mapeamento Geológico; Guia de campo**. Porto Alegre: Bookman, 231 p., 2014.
- MACHADO, J.P.S.L. **Estruturação do Gráben Arroio Moirão, Santana da Boa Vista, RS: Tectônica e geocronologia**. Porto Alegre, 2014, 75p. Monografia (Graduação), Instituto de Geociências-Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MENEGAT, R. & SCHERER, C.M.S. Formação Caneleiras (RS): Devoniana ou Permotriássica? Critérios para o enquadramento estratigráfico de sequências isoladas sobre o Escudo Sul-Rio-Grandense. In: SIMPÓSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 1, 1993, Rio Claro. **Resumos Expandidos...** Rio Claro, p. 90-93.
- MENEGAT, R.; SCHERER, C.M.S.; KETZER, J.M.M.; CARAVACA, G. Discordância entre a Formação Rio Bonita e a Sequência Rio do Rastro/Sanga do Cabral da Bacia do Paraná na região de Encruzilhada do Sul, RS: implicações tectônicas. In: SIMPÓSIO SOBRE CRONO ESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 2, 1995, Porto Alegre. **Boletim de Resumos...** Porto Alegre, p. 42-44.
- MIALL, A.D. **Principles of Sedimentary Basin Analysis**, Ontario: 2ed, Springer-Verlag, 668 p., 1990.
- MILANI, E.J. Comentários sobre a origem e evolução tectônica da Bacia do Paraná. In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLE, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO BNEVES, B. (Eds.), **Geologia do Continente Sul Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca: p. 265-279, 2004.
- MILANI, E. J.; MELO, J. G.; SOUZA, P. A.; FERNANDES, L. A.; FRANÇA, A. B. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 15, n. 2, p. 265-287, 2007.
- MOLINARI, L. & BORGHI, L.F.A. Inunditos em uma Paleoria: Exemplo da Formação Urucutuca em Afloramentos da Bacia de Almada – Bahia. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 28, n.2, p. 194-212, 2005.
- POSAMENTIER, H.W. & JAMES, D.P. An overview of sequence-stratigraphic concepts: uses and abuses, In: POSAMENTIER, H. W.; SUMMERHAYES, C.P.; HAQ, B.U.; ALLEN, G.P. **Sequence stratigraphy and facies associations**. Oxford: Blackwell, p. 3-18, 1993.
- POSTMA, G. Generic autogenetic behavior in fluvial systems: lessons from experimental studies. In: MARTINIUS, A.W.; RAVNÅS, R.; HOWELL, J.A.; STEEL, R.J.; WONHAM, J.P. (eds.), **From Depositional Systems to Sedimentary Successions on the Norwegian Continental Margin**. Oxford: International Association Sedimentologists. Special Publication 46, p. 1-18, 2014.
- RODRIGUES, Y.C. **Caracterização de arenitos de depósitos efêmeros de unidades triássicas na região do Gráben Arroio Moirão, RS: potenciais análogos de reservatórios**. Porto Alegre, 2015, 76p Monografia (Graduação), Instituto de Geociências-Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SEILACHER, A. Events and their signatures - an overview. In: EINSELE, G.; W.; RICKEN, W.; SEILACHER, A. (Eds.), **Cycles and events in stratigraphy**. New York: Springer-Verlag, p. 222-226, 1991.
- STEAR, W.M. Comparasion of the bed form distribution and dynamics of modern and ancient flood deposits in the southwestern Karoo region, South Africa. **Sedimentary Geology**, v. 45, n. 3-4, p. 209-230, 1985.

- TALBOT, M. R. & ALLEN, P. A. Lakes. In: READING, H. G. (ed). **Sedimentary environments: Processes, facies and stratigraphy**, 3ed. Oxford: Blackwell, p. 83-123, 1996.
- TUCKER, M.E. **Rochas Sedimentares; Guia Geológico de Campo**. Porto Alegre, Bookman, 4ed. 294 p., 2014.
- VAIL, P.R. Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part3: Relative changes of sea from coastal onlap. In: PAYTON, C. E. (ed.), **Seismic Stratigraphy--Applications to Hydrocarbon Exploration**. New Orleans: AAPG Memoir 26, p. 63-81, 1977.
- VAN DIJK, M.; POSTMA, G.; KLEINHANS, M.G. Autocyclic behavior of fan deltas: an analogue experimental study. **Sedimentology**, v. 56, n. 5, p. 1569-1589, 2009.
- WALKER, R.G. Facies modelling and sequence stratigraphy. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 60, n. 5, p. 777-786, 1990.
- WALKER, R.G. Facies, facies models and modern stratigraphic concepts. In: WALKER, R. G. & JAMES, N. P. (eds), **Facies Models: Response to Sea Level**. Canadá: Association of Canada, p. 407, 1992.
- WALKER, R.G. Facies Models revisited introduction. In: POSAMENTIER, H.W. & WALKER, R.G. (eds), **Facies Models Revisited**. Ontario: GSC-SEPM (Society for Sedimentary Geology), p. 1-17, 2006.
- ZAVALA, C., PONCE, J. J; ARCURI, M., DRITTANTI, D.; FREIJE, H.; ASENSIO, M. Ancient Lacustrine hyper-pycnites: a depositional model from a case study in the Rayoso Formation (Cretaceous) of west-central Argentina. **Journal of Sedimentary Research**, v. 76, p. 41-59, 2006.
- ZAVALA, C.; ARCURI, M.; DI MEGLIO, M.; GAMERO DIAZ, H.; CONTRERAS, C. A genetic facies tract for the analysis of sustained hyperpycnal flow deposits. In: SLATT, M. & ZAVALA, C. (eds.), **Sediment transfer from shelf to deep water - Revisiting the delivery system**. AAPG Studies in Geology 61. The American Association of Petroleum Geologist, p. 31-51, 2011.
- ZERFASS, H.; CHEMALE JR, F.; SCHULTZ, C.L.; LAVINA, E.L. Tectonics and sedimentation in Southern South America during Triassic. **Sedimentary Geology**, v. 166, n.3, p. 265-292, 2004.

*Submetido em 24 de agosto de 2016*  
*Aceito em 29 de setembro 2017*