Encontro Nacional do Programa de Formação de Recursos Humanos da ANP - 2026

ESTRATIGRAFIA DE ALTA RESOLUÇÃO EM DEPÓSITOS FLÚVIO EÓLICOS DA FM. TOMBADOR (CALIMIANO – CHAPADA DIAMANTINA): IMPLICAÇÕES NA HETEROGENEIDADE DE RESERVATÓRIOS

Me. Jean Carvalho Toledo

Dr. Claiton Marlon dos Santos Scherer

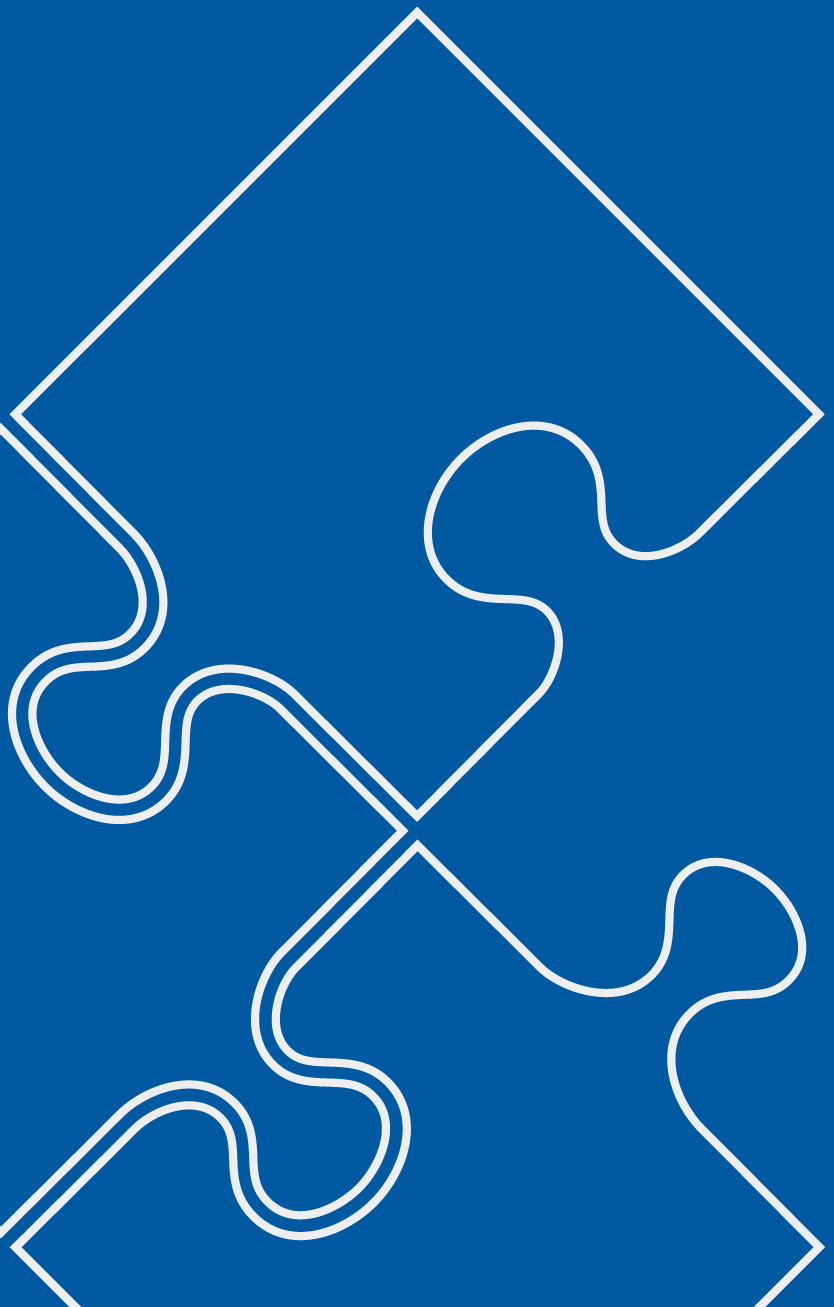
Dra. Manoela Bettarel Bállico

PRH 14/UFRGS

Tipo de bolsa: Doutorado

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

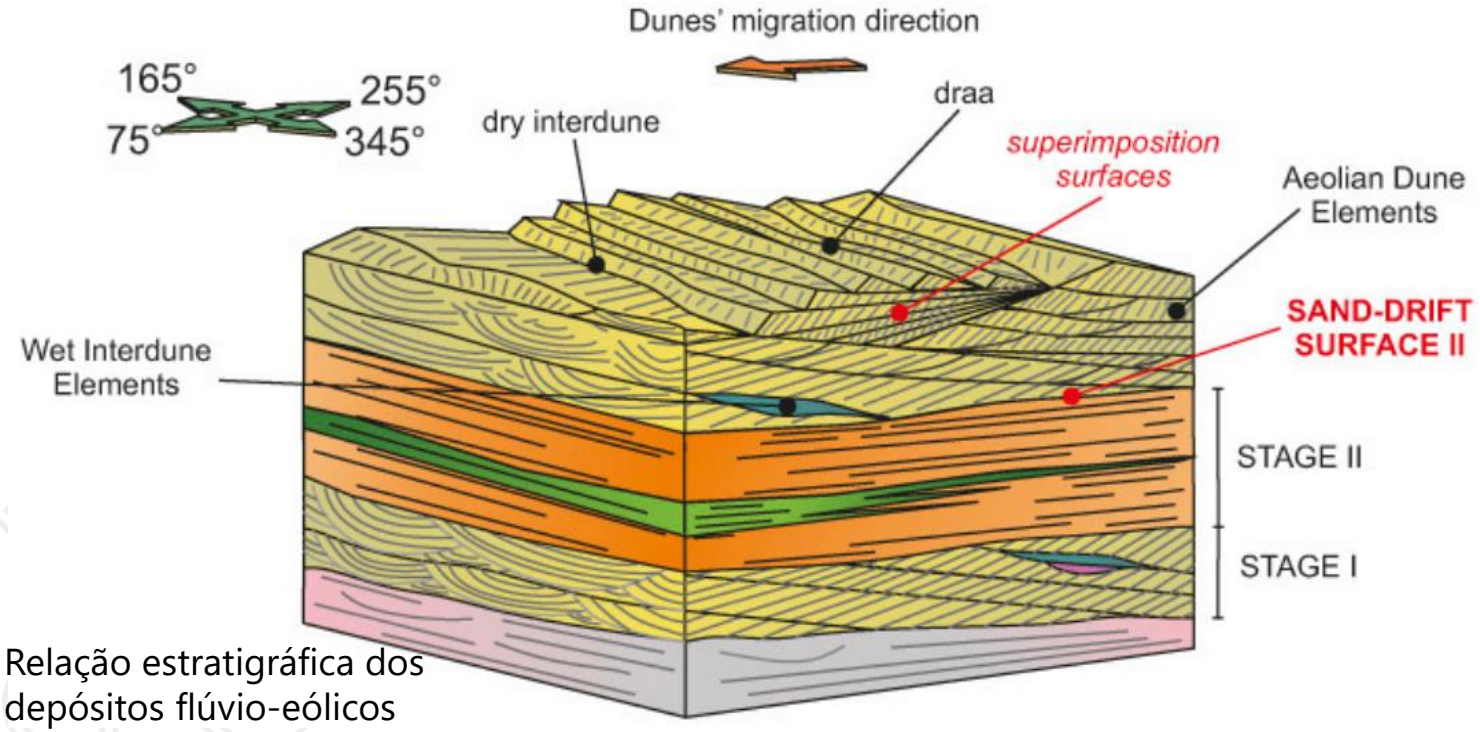
Gestão:



#1

Motivação

HETEROGENEIDADES EM DEPÓSITOS FLÚVIO-EÓLICOS



Relação estratigráfica dos depósitos flúvio-eólicos da Fm. Candeleros, Bacia de Neuquén (Mayoral et al., 2021).

Hetrogeneidades deposicionais

→ Controla a **conectividade** e **compartimentação** de reservatórios siliciclásticos

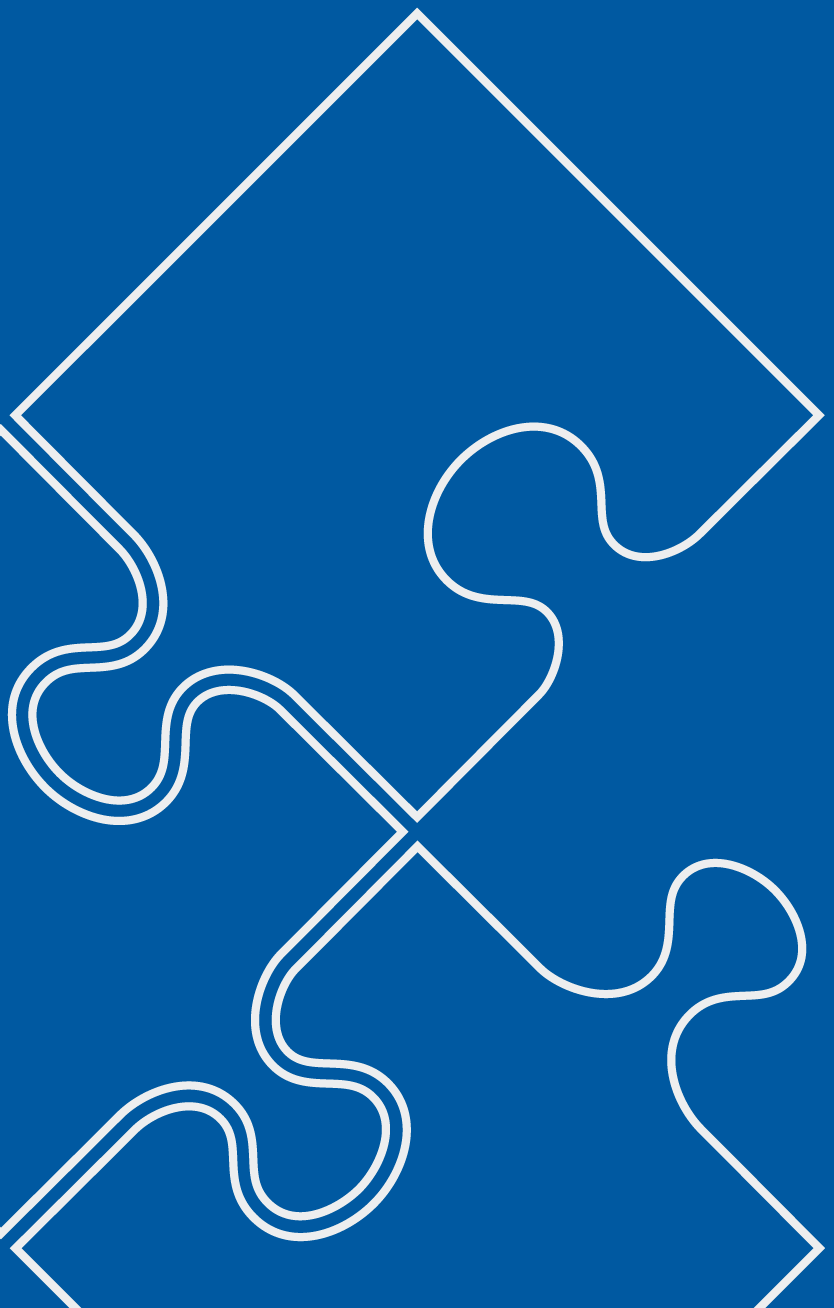
Sucessões flúvio-eólicas

→Elevada variabilidade de fácies e superfícies em múltiplas escalas

Afloramentos análogos

→ Permitem caracterizar heterogeneidades em escala subsísmica

Desafio: compreender como essas heterogeneidades afetam a arquitetura de reservatórios



#2

Objetivos

HETEROGENEIDADES EM DEPÓSITOS FLÚVIO-EÓLICOS

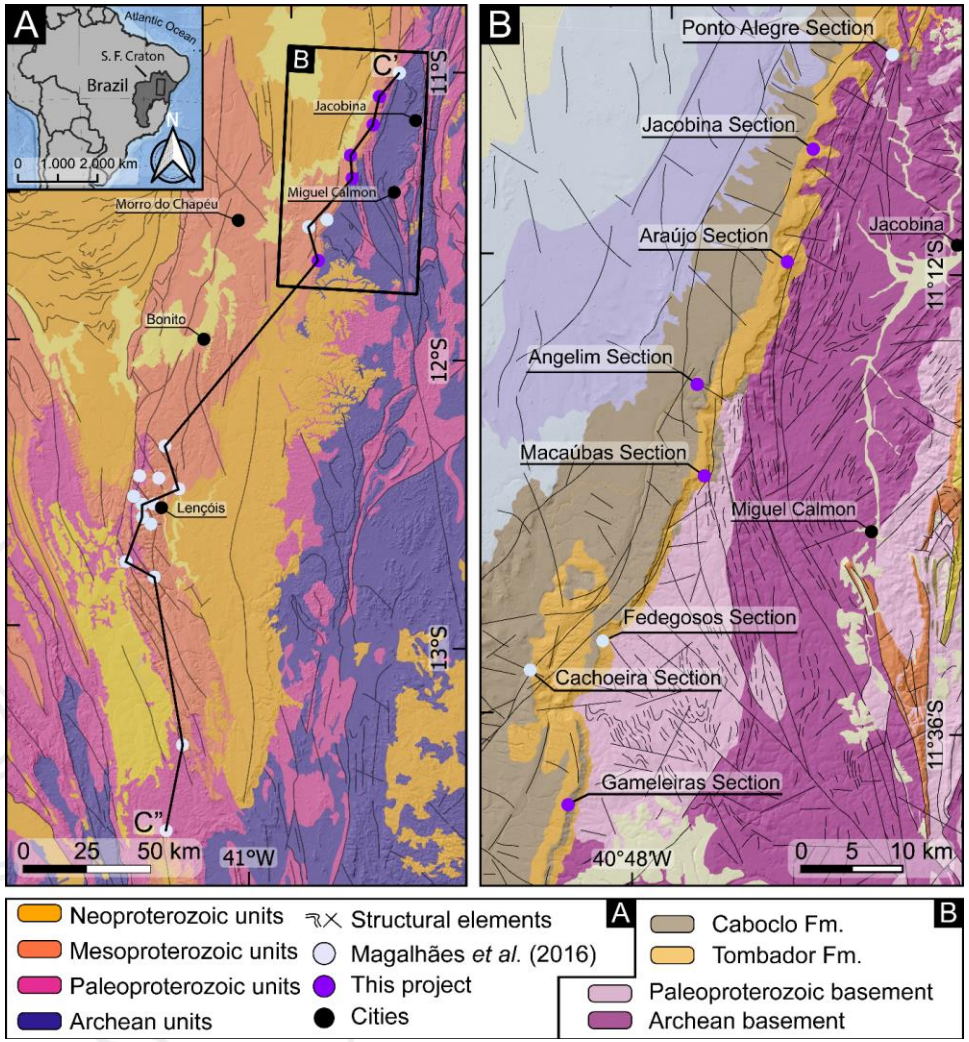


Exemplo de depósitos flúvio-eólicos da Fm. Tombador em afloramento.

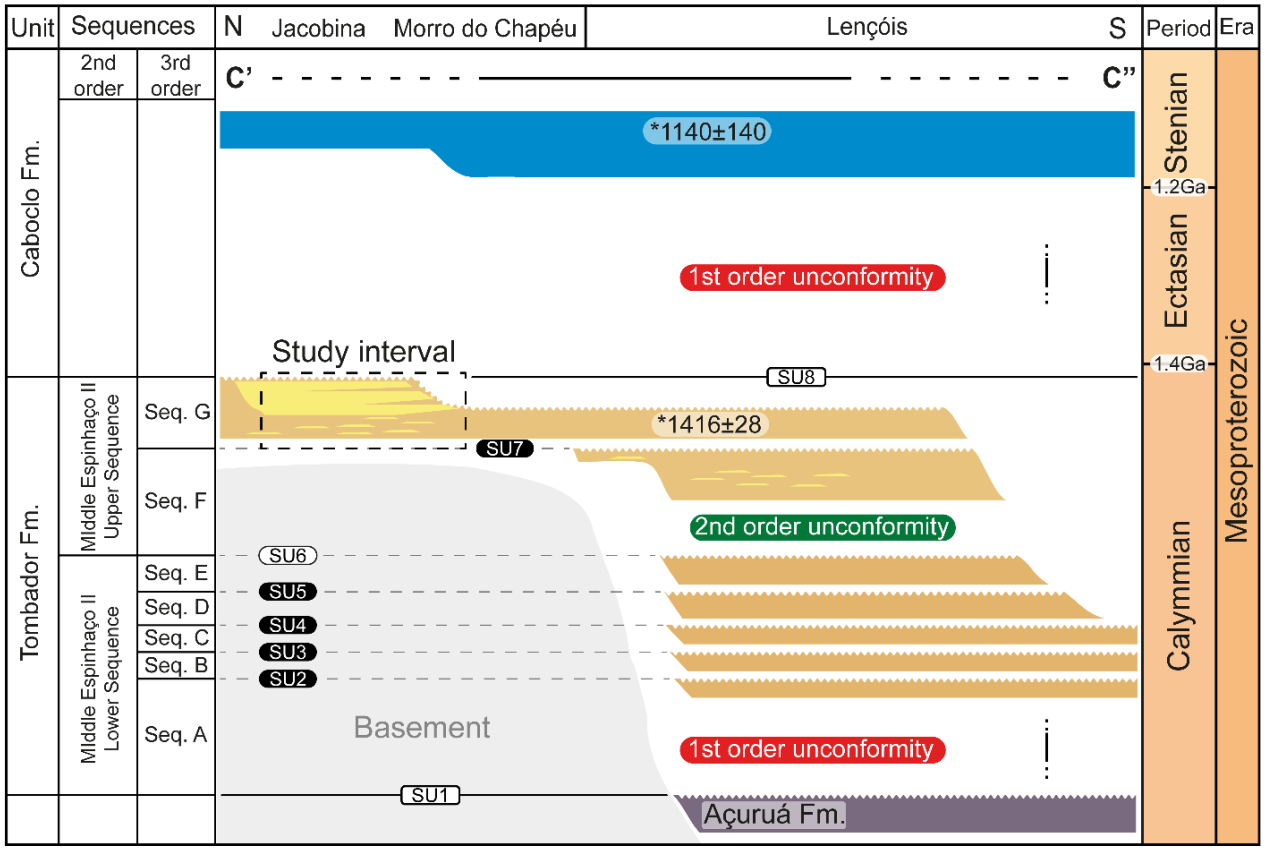
- Estabelecer um **arcabouço estratigráfico** ao longo de um transecto de 70 Km
- Compreender a **evolução do campo de dunas** e suas implicações na **arquitetura de reservatórios**

ÁREA DE ESTUDO

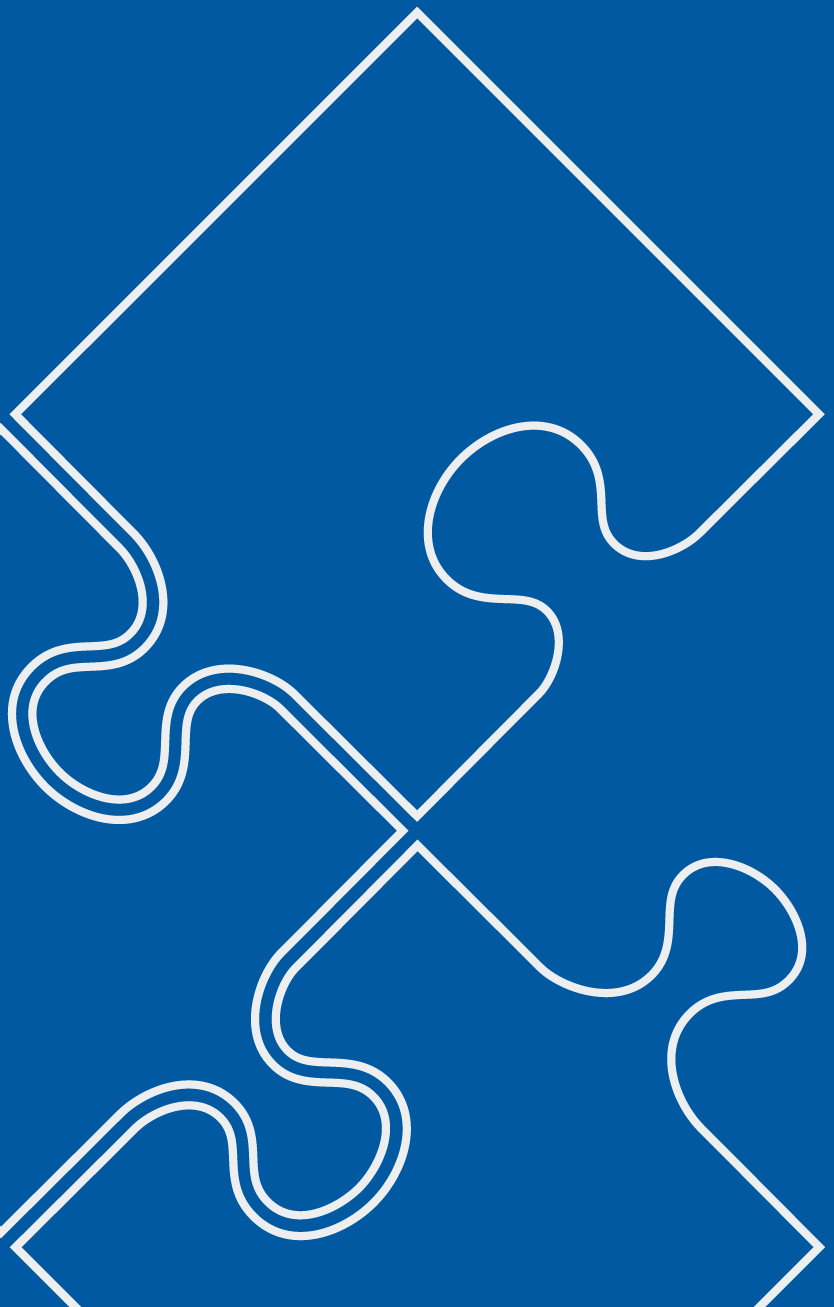
- Formação Tombador (1.4Ga – Chapada Diamantina)
- Exposição excepcional dos depósitos flúvio-eólicos



Mapa de localização da área de estudo na Chapada Diamantina.



Carta cronoestratigráfica da Fm. Tombador e intervalo de estudo.



#3

Aplicação no Setor de Petróleo e Energia

EXEMPLOS GLOBAIS DE RESERVATÓRIOS EÓLICOS/FLÚVIO-EÓLICOS

América do Sul

Formação Sergi (Jurássico): Localizada na **Bacia do Recôncavo**, no nordeste do Brasil. Seus depósitos mistos flúvio-eólicos formam os reservatórios mais importantes da bacia, contendo um volume estimado de **362 milhões de metros cúbicos de óleo** original no local (in situ).

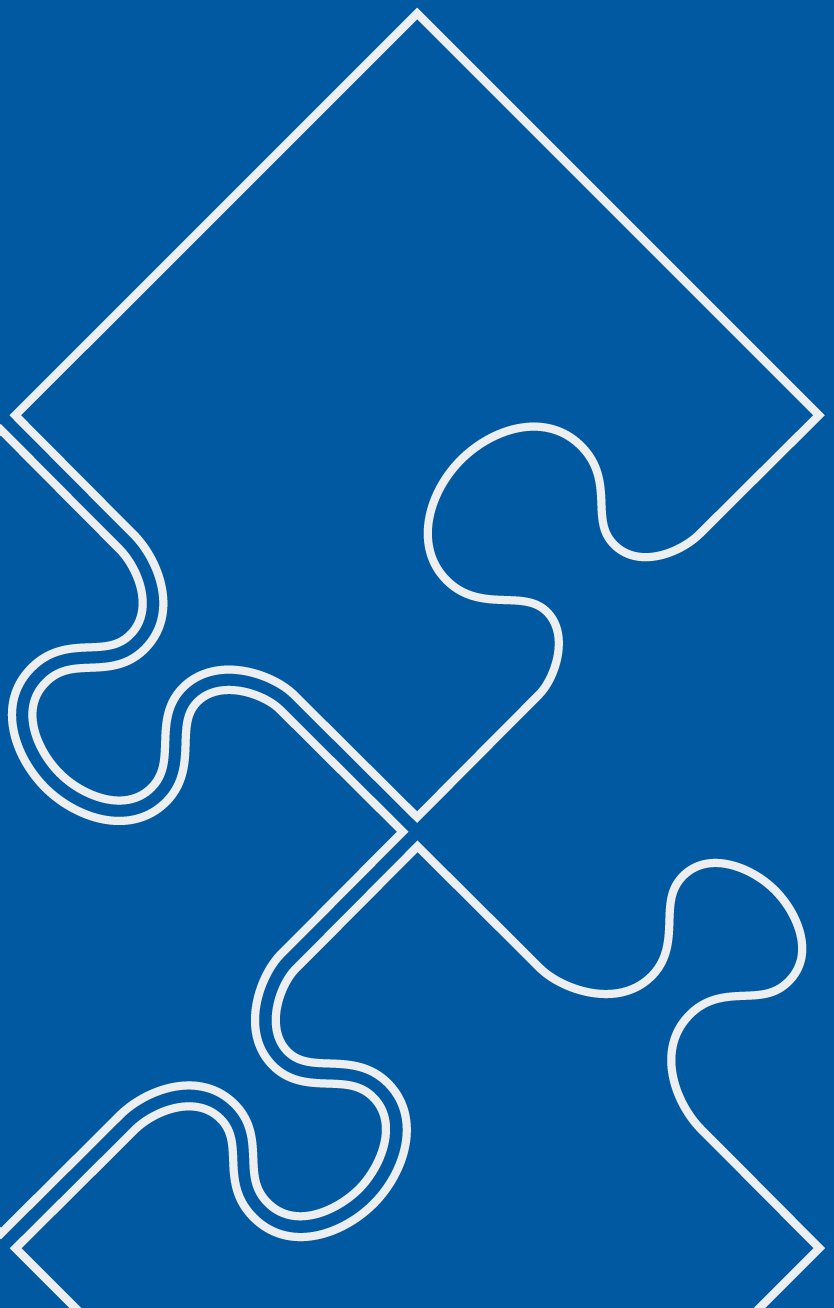
América do Norte

Norphlet Sandstone (Jurássico): Localizado no Golfo do México. Atua como um reservatório **eólico offshore** de grande relevância.

Europa

Grupo Rotliegend (Permiano): Localizado na Bacia do Mar do Norte, estendendo-se pelo Reino Unido, Holanda, Dinamarca e Polônia. **Representa um dos reservatórios eólicos mais prolíficos do mundo** e engloba inúmeros campos significativos de óleo e gás.

A arquitetura deposicional controla a distribuição espacial de unidades reservatório e barreiras ao fluxo.

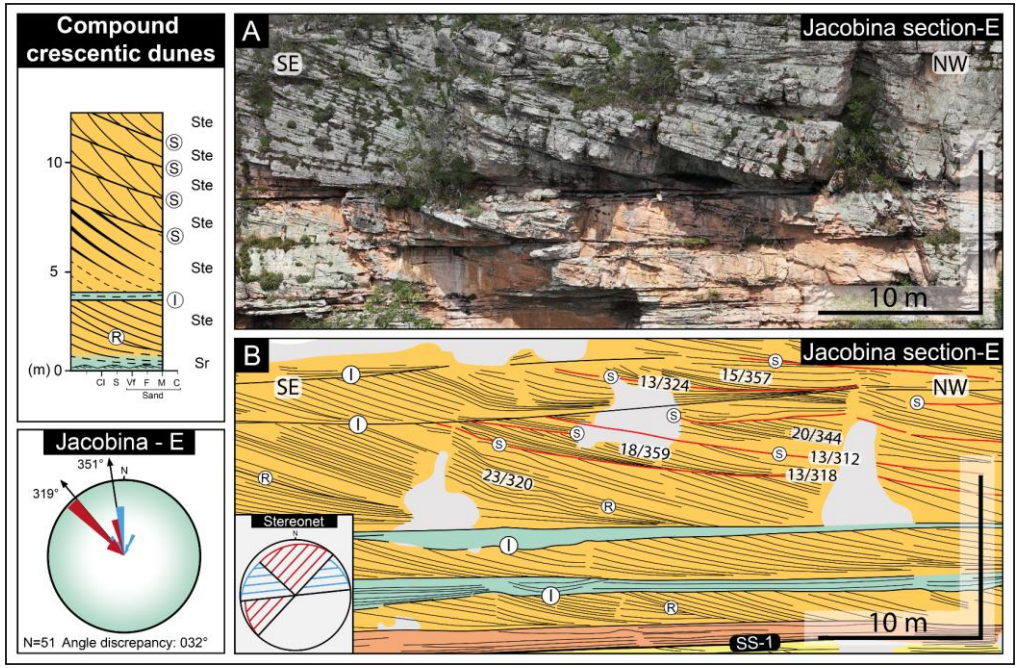


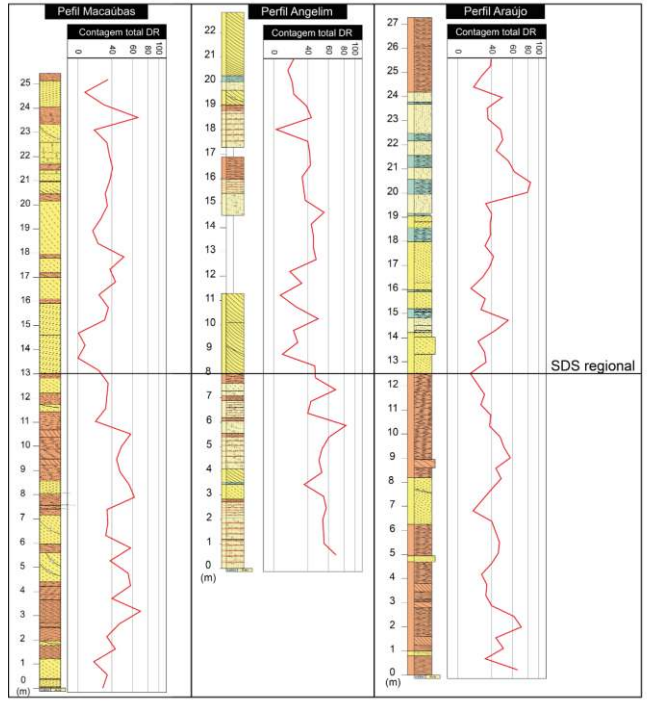
#4

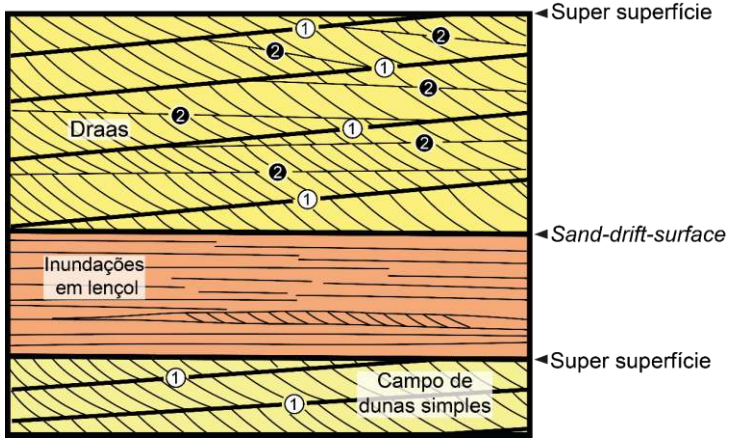
Resultados

METODOLOGIA

- 5 seções | 221 m |transecto de 70 km
- 11 litofácies | 8 associações de fácies
- 415 medidas de paleocorrentes
- Modelos virtuais de afloramento
- Gamaespectrometria a cada 50 cm
- Modelo estratigráfico conceitual







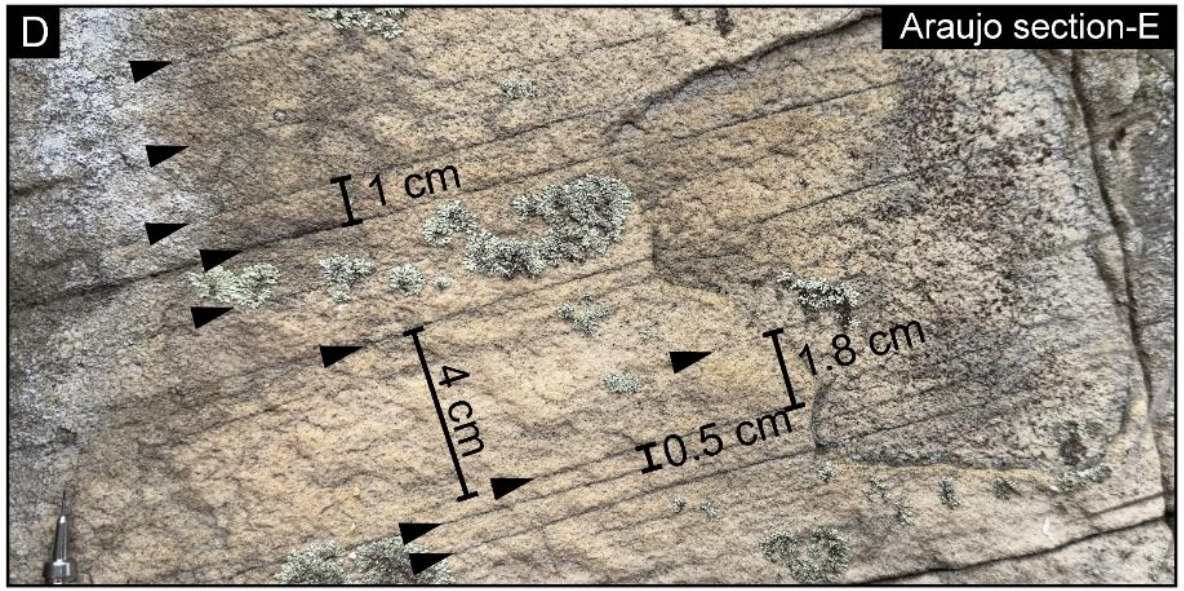


ESTRATIGRAFIA DE ALTA RESOLUÇÃO EM DEPÓSITOS FLÚVIO EÓLICOS DA FM. TOMBADOR

Jean Carvalho Toledo – Doutorado

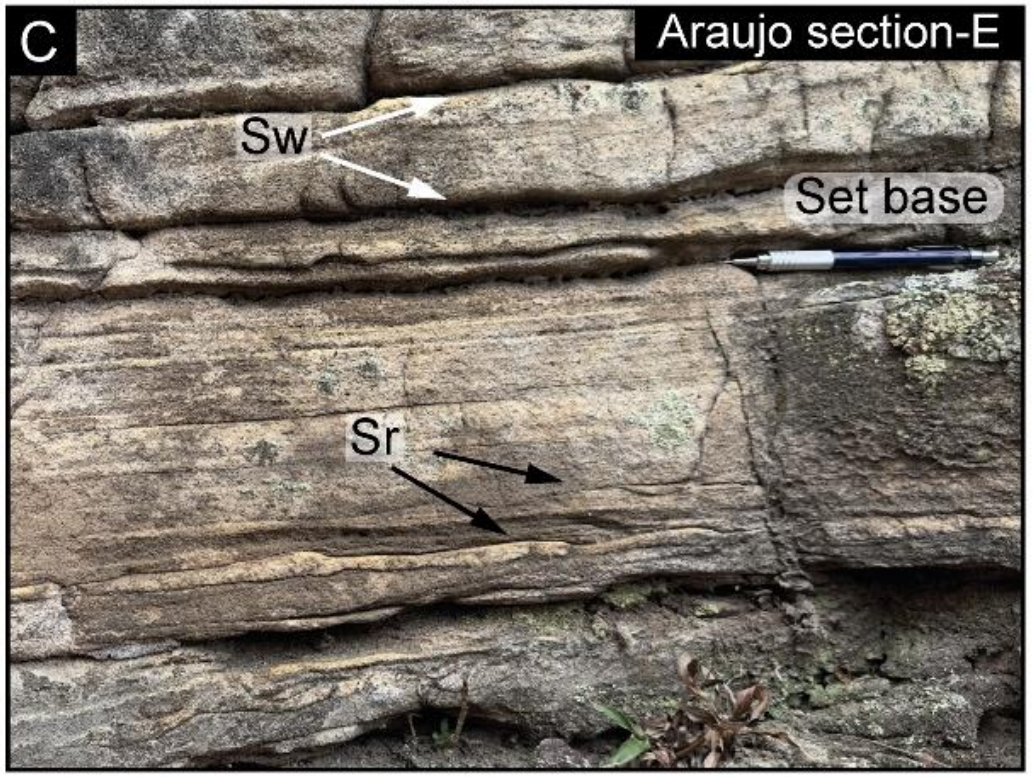
PRH 14/UFRGS

HETEROGENEIDADES EM ESCALA DE FÁCIES



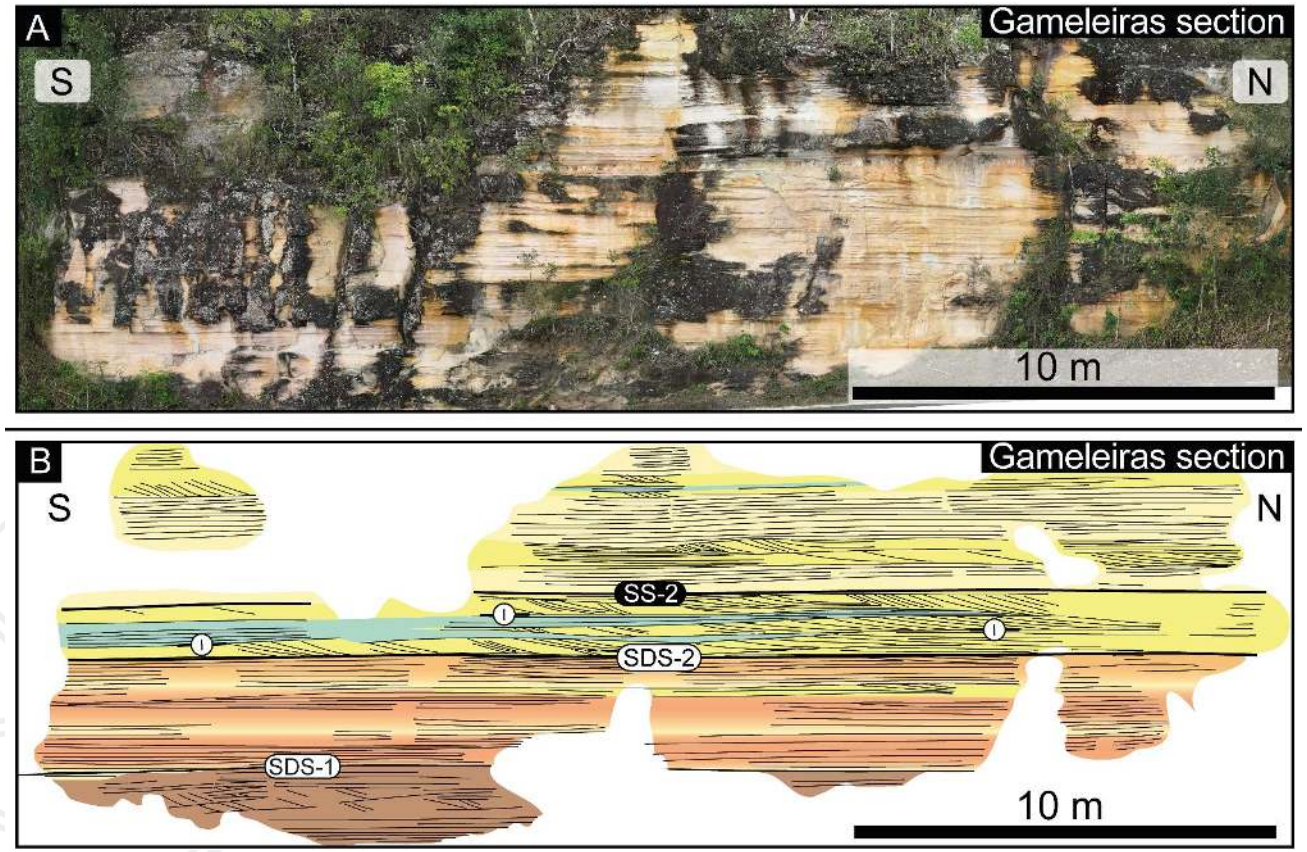
Fluxo de grãos e queda livre de grãos em estratificação cruzada eólica.

>



Estratificação de baixo ângulo constituindo a base dos sets e interdunas.

HETEROGENEIDADES EM ESCALA DE AFLORAMENTO



Seção marginal do campo de dunas (SW).

A arquitetura desses intervalos revela uma **transição espacial** entre as **margens** do campo de dunas e seu **centro**

- **Margem do campo de dunas:**

✓ Lençóis de areia e pequenos sets eólicos

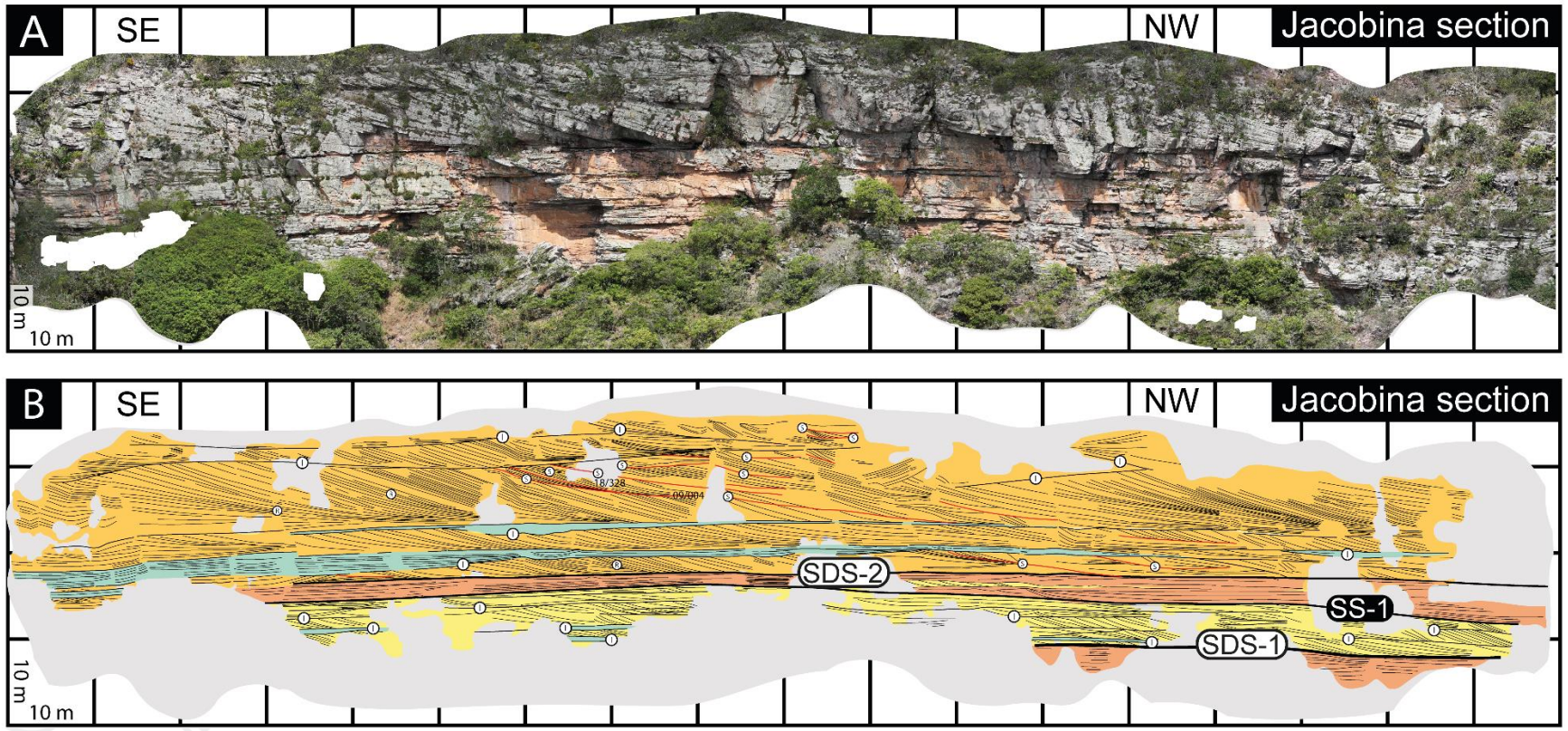
✓ Maior proporção de *wind ripples*

✓ Sedimentos menos selecionados e maior conteúdo de lama

✓ Maior influência fluvial

→Menor potencial reservatório

HETEROGENEIDADES EM ESCALA DE AFLORAMENTO



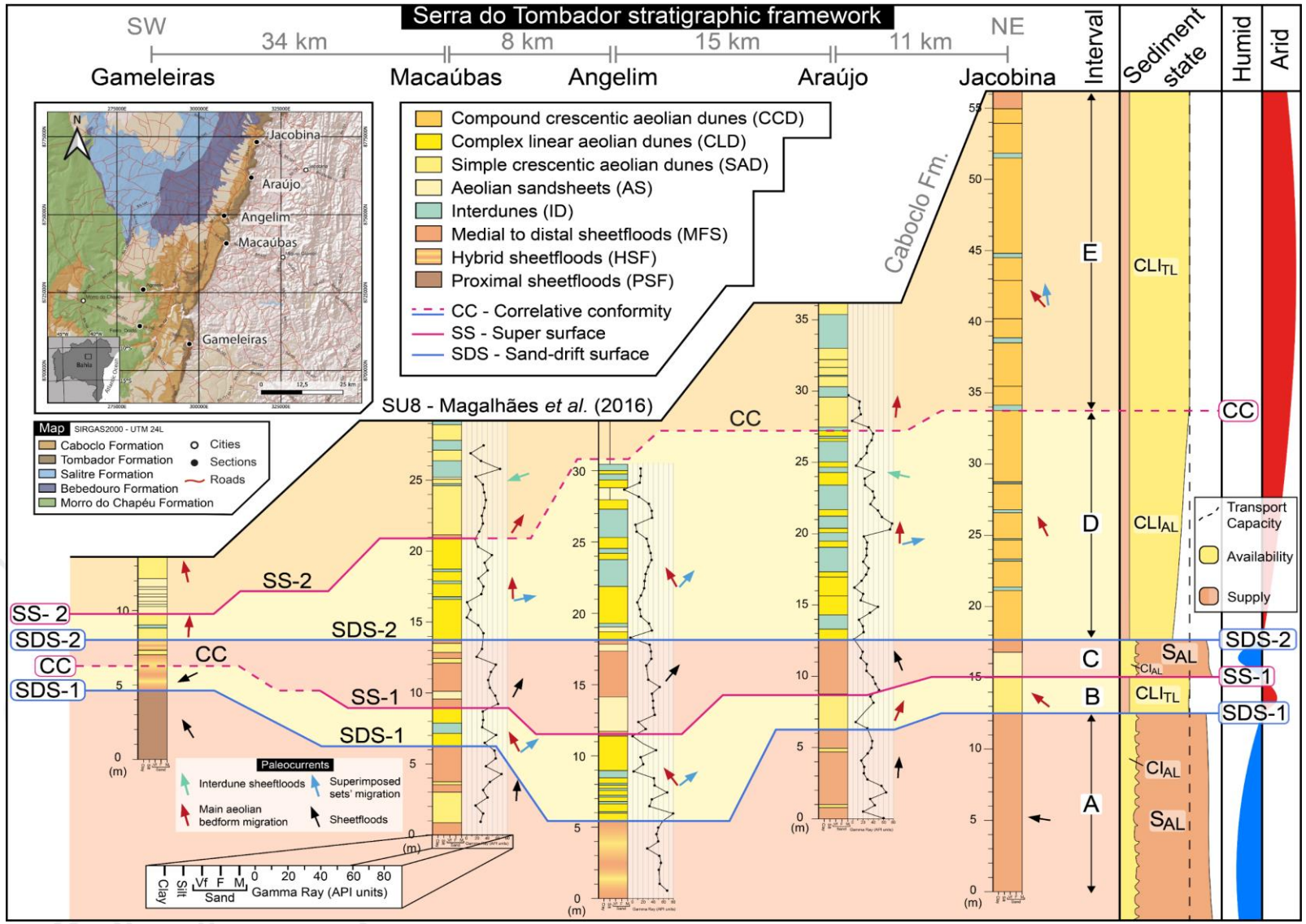
Seção central do campo de dunas (SW).

Centro do campo de dunas

- ✓ Dunas eólicas compostas
- ✓ Interdunas mais delgadas
- ✓ Sedimento muito bem selecionados
- ✓ Maior desenvolvimento de depósitos eólicos

→ Maior potencial como reservatórios

ARCABOUÇO ESTRATIGRÁFICO



Correlação de perfis integrada dos depósitos flúvio-eólicos da Fm. Tombador.

Heterogeneidade vertical

- 5 intervalos (A – E) separados por superfícies regionais

- **Gamaespectometria**

menores valores nos elementos eólicos

- **SS-1/SS-2 e SDS-1/SDS-2**

mudanças regionais na distribuição e justaposição fluvio-eólica

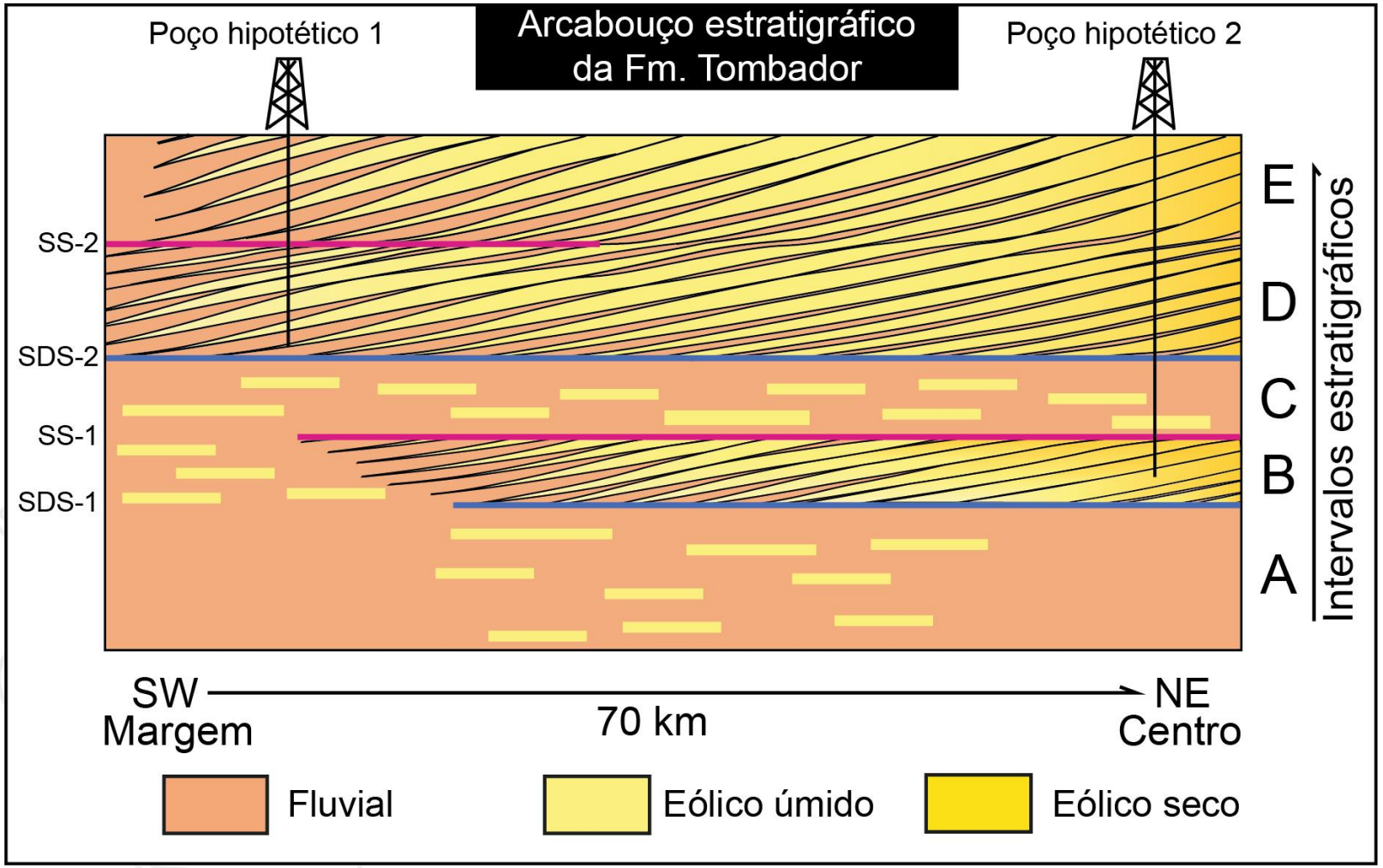
- **Intervalos A e C**

maior influência fluvial
potencial barreira de fluxo ou reservatórios de menor qualidade

- **Intervalos B, D e E**

maior acumulação eólica
maior potencial reservatório

MODELO CONCEITUAL DE HETEROGENEIDADE DO RESERVATÓRIO



- **Margem (SW)**

↑ *wind ripples* e interdunas
→ maior compartimentação

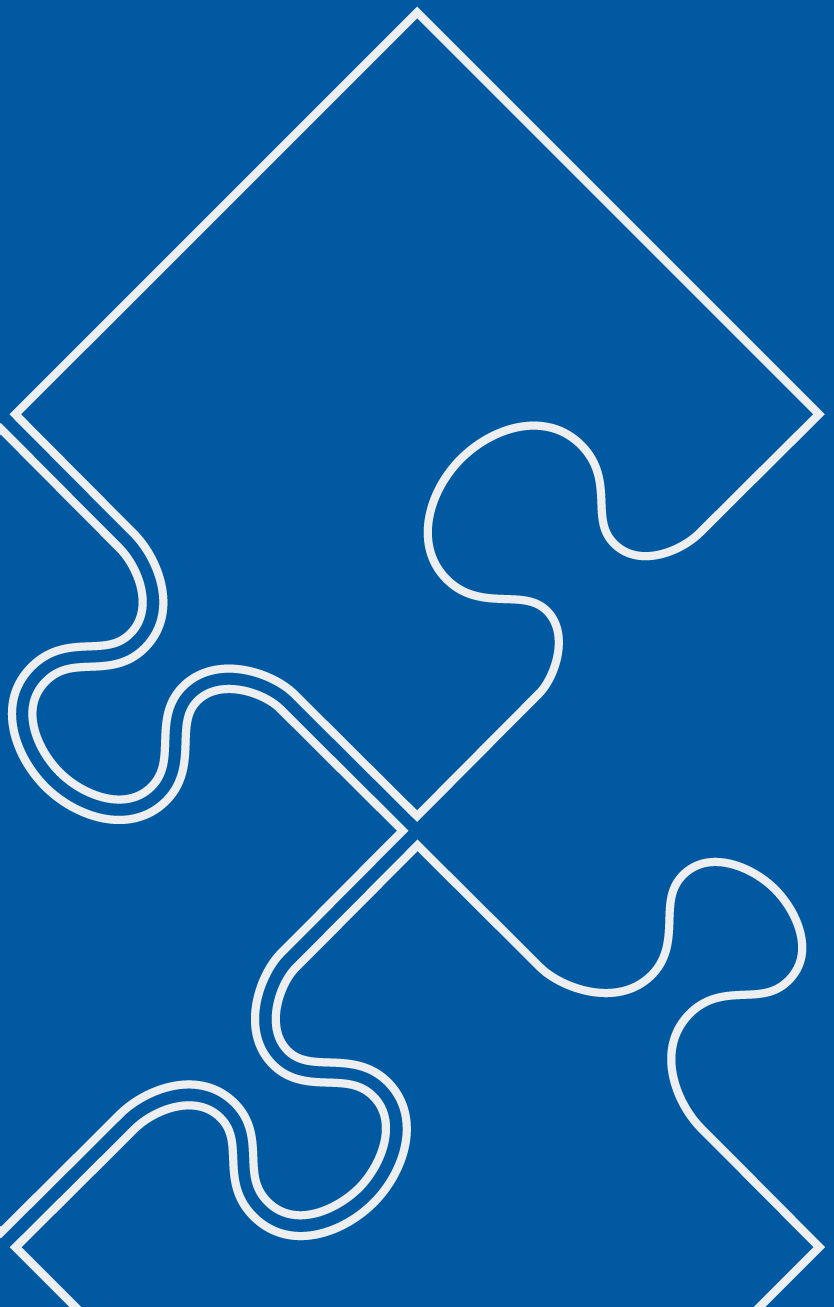
- **Centro (NE)**

↑ depósitos de *grainflow*
→ maior potencial reservatório

- **Implicação: A posição no campo de dunas controla a distribuição das heterogeneidades.**

- **Poço hipotético 2:** intercepta maior proporção de fácies com melhor potencial reservatório

Modelo conceitual do desenvolvimento da acumulação flúvio-eólica da Fm. Tombador.



#5

Considerações finais

CONCLUSÕES

- **Escala regional:** Os Intervalos **A e C**, com maior influência fluvial, representam potenciais **barreiras verticais ao fluxo**.

- **Escala estratigráfica:** Os Intervalos **B, D e E** concentram maior acumulação eólica e apresentam **maior potencial reservatório**.

- **Escala de fácies:** Depósitos de **fluxo de grãos** representam as fácies de maior potencial, enquanto *wind ripples* e depósitos subaquosos apresentam maior empacotamento.

- **Modelo conceitual:** A distribuição das heterogeneidades varia sistematicamente da **margem para o centro do campo de dunas**, com implicações para a conectividade do reservatório.

A arquitetura deposicional controla a distribuição espacial de unidades com diferentes potenciais de fluxo e armazenamento.

REFERÊNCIAS

Mayoral, J.P., Scotti, A.A., Apesteguía, S., Veiga, G.D., 2021. High-resolution analysis of an erg-margin system from the cretaceous candeleros formation (La buitrera paleontological area, Río negro province, Argentina): An approach to different scales of fluvial-aeolian interactions. Lat. Am. J. Sedimentol. Basin Anal. 28, 37–59.

Bongiolo, D. E., & Scherer, C. M. (2010). Facies architecture and heterogeneity of the fluvial–aeolian reservoirs of the Sergi formation (Upper Jurassic), Recôncavo Basin, NE Brazil. *Marine and Petroleum Geology*, *27*(9), 1885-1897.

Follows, E. (1997). Integrated of inclined pilot hole core with horizontal image logs to appraise an aeolian reservoir, Auk Field, central North Sea. Petroleum Geoscience, 3(1), 43-55.

North, C. P., & Prosser, D. J. (1993). Characterization of fluvial and aeolian reservoirs: problems and approaches. Geological Society, London, Special Publications, 73(1), 1-6.



prh anp
14/UFRGS

Me. Jean Carvalho Toledo

Dados para contato

Email

tldjean@yahoo.com; jeancarvalho67@gmail.com

Linkedin

linkedin.com/in/jean-carvalho-toledo-bb980518a

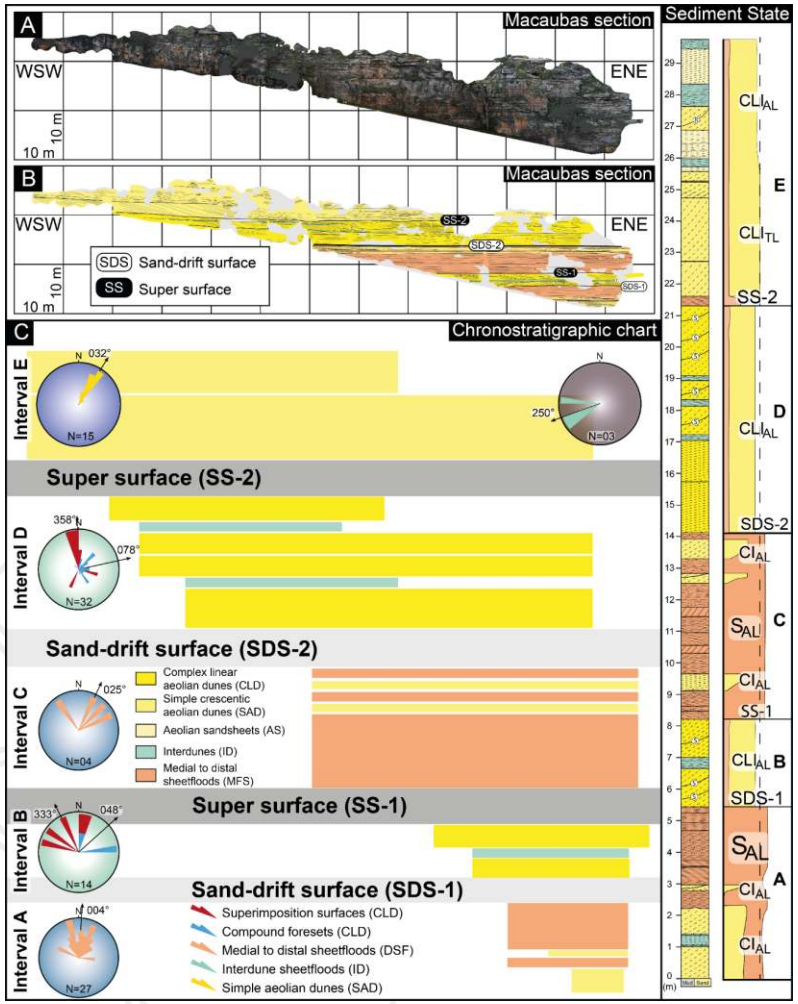


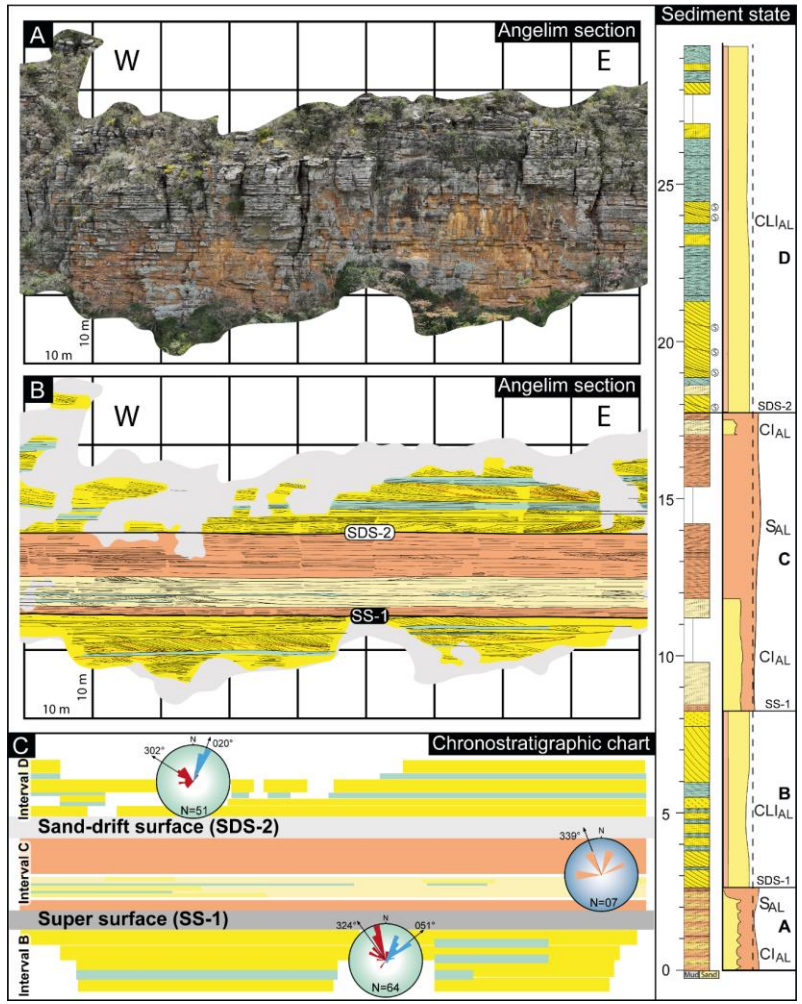


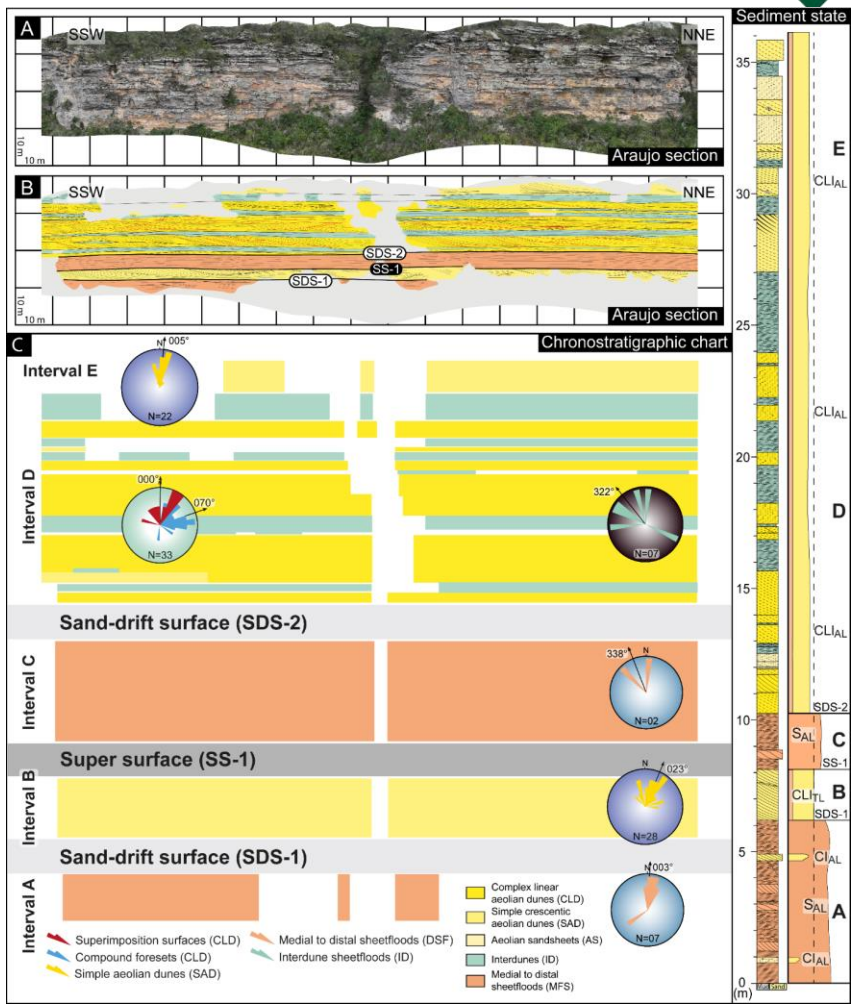
Gestão:



MATERIAL SUPLEMENTAR

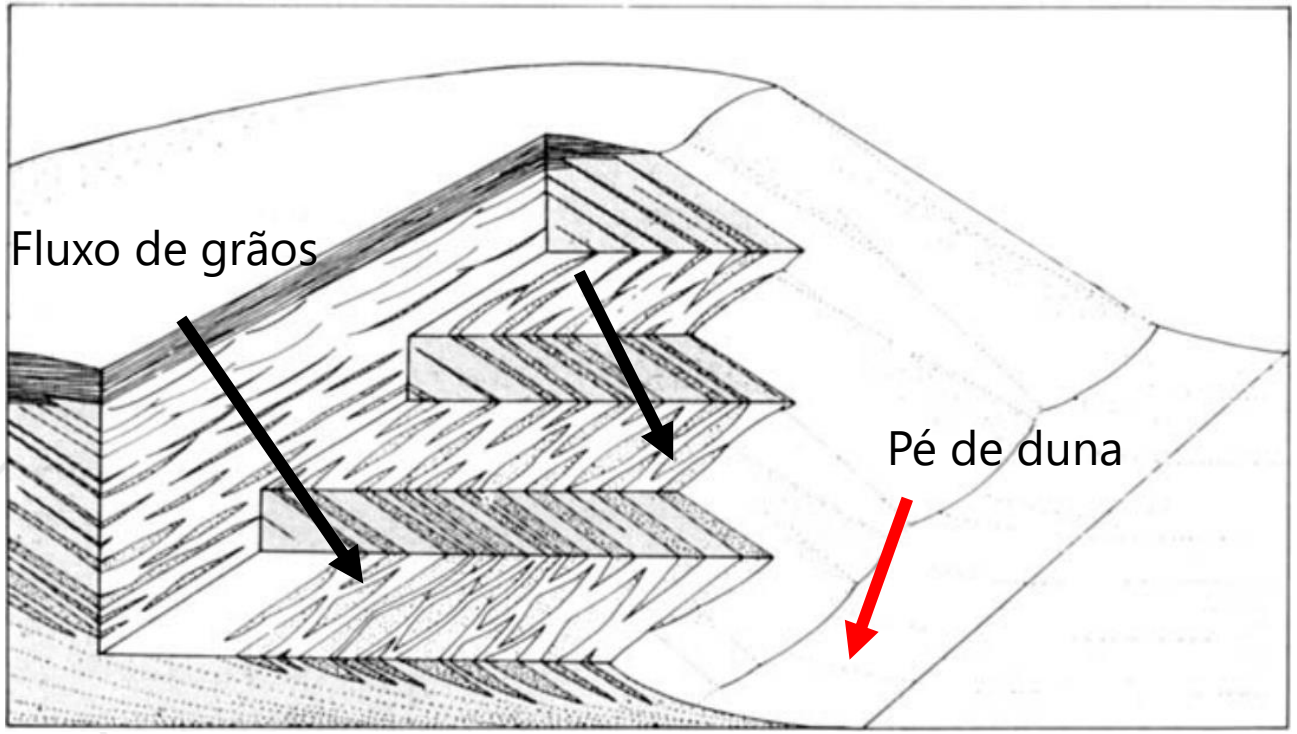




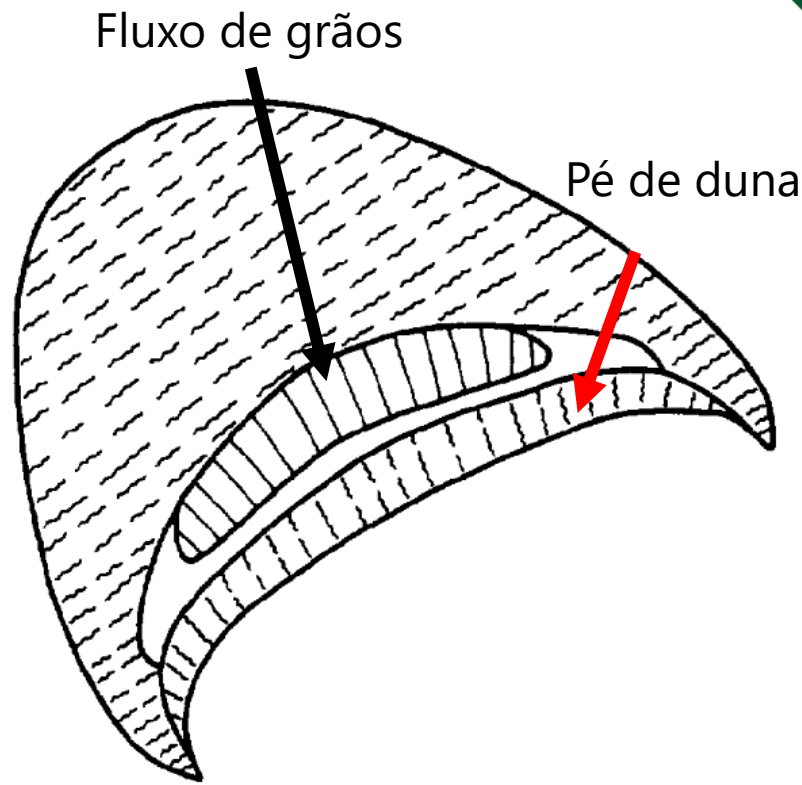


MATERIAL SUPLEMENTAR

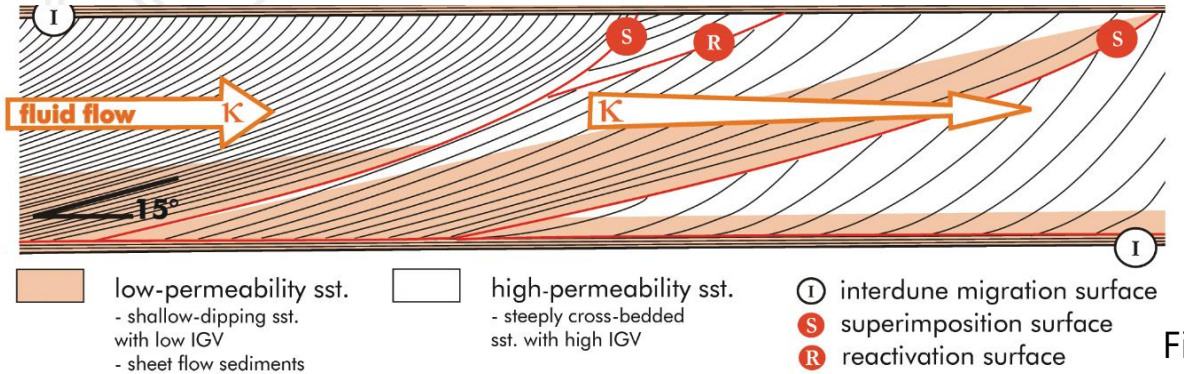
HETEROGENEIDADES EM DEPÓSITOS FLÚVIO-EÓLICOS



Esquema ilustrativo da anatomia das estratificações de uma duna eólica (Hunter, 1977).



Vista em planta de uma duna eólica (Hunter, 1977).



Fischer et al. (2007)

MATERIAL SUPLEMENTAR

HETEROGENEIDADES EM DEPÓSITOS FLÚVIO-EÓLICOS

Permo-porosidade:
Interduna < estrat. baixo ângulo (pé de duna) < fluxo de grãos

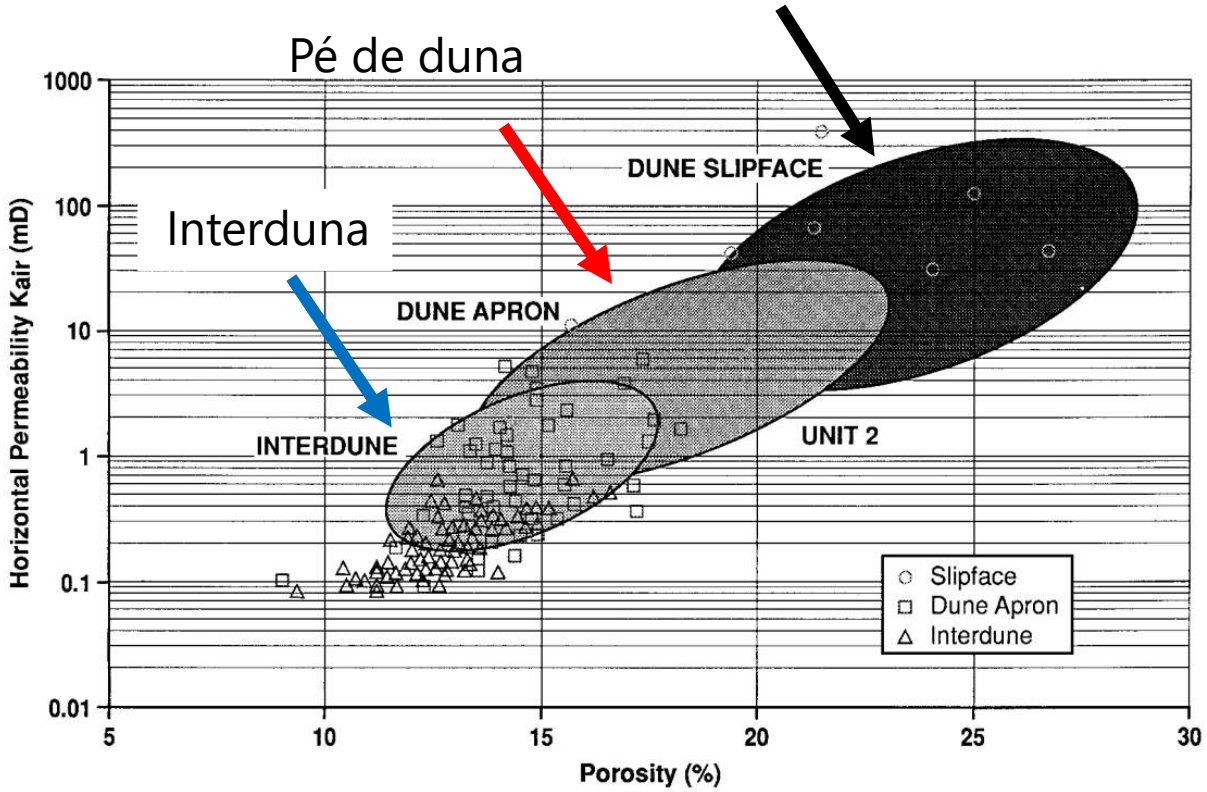


Diagrama de permo-porosidade por estratificação eólica (Follows, 1997).

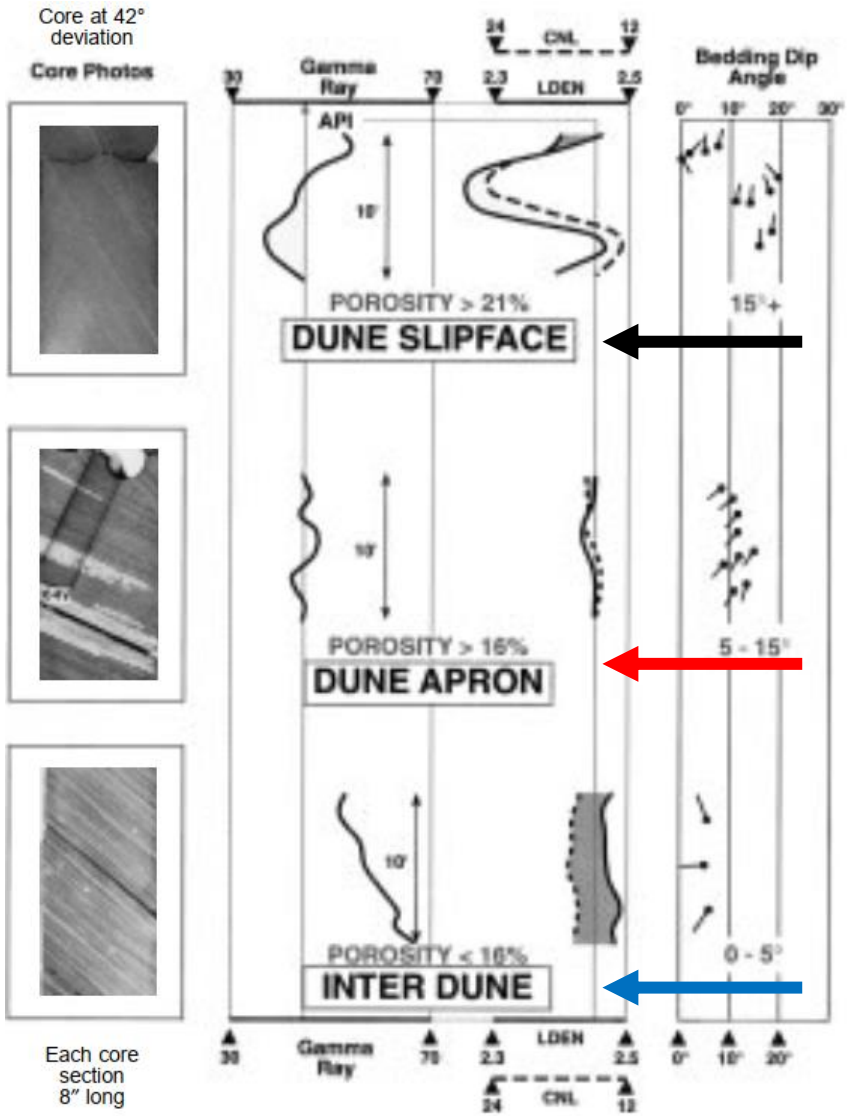
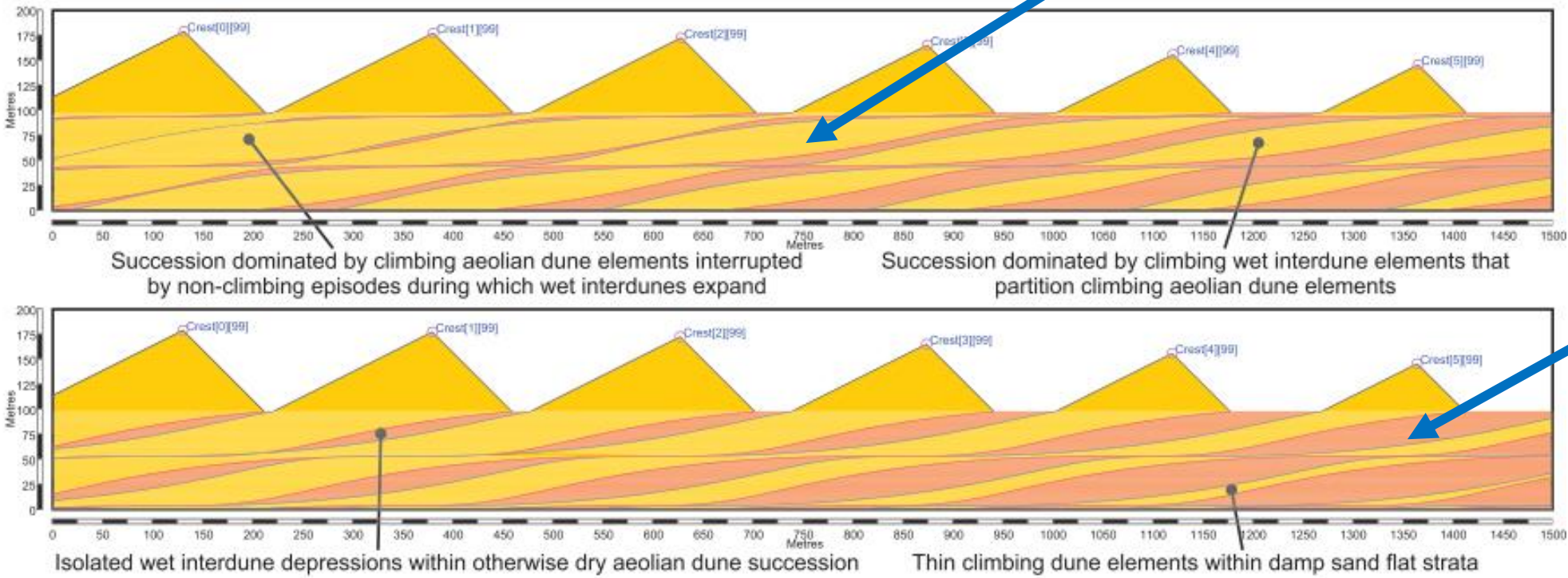


Diagrama de permo-porosidade por estratificação (Follows, 1997).

MATERIAL SUPLEMENTAR

HETEROGENEIDADES EM DEPÓSITOS FLÚVIO-EÓLICOS

Dunas (bom reservatório)

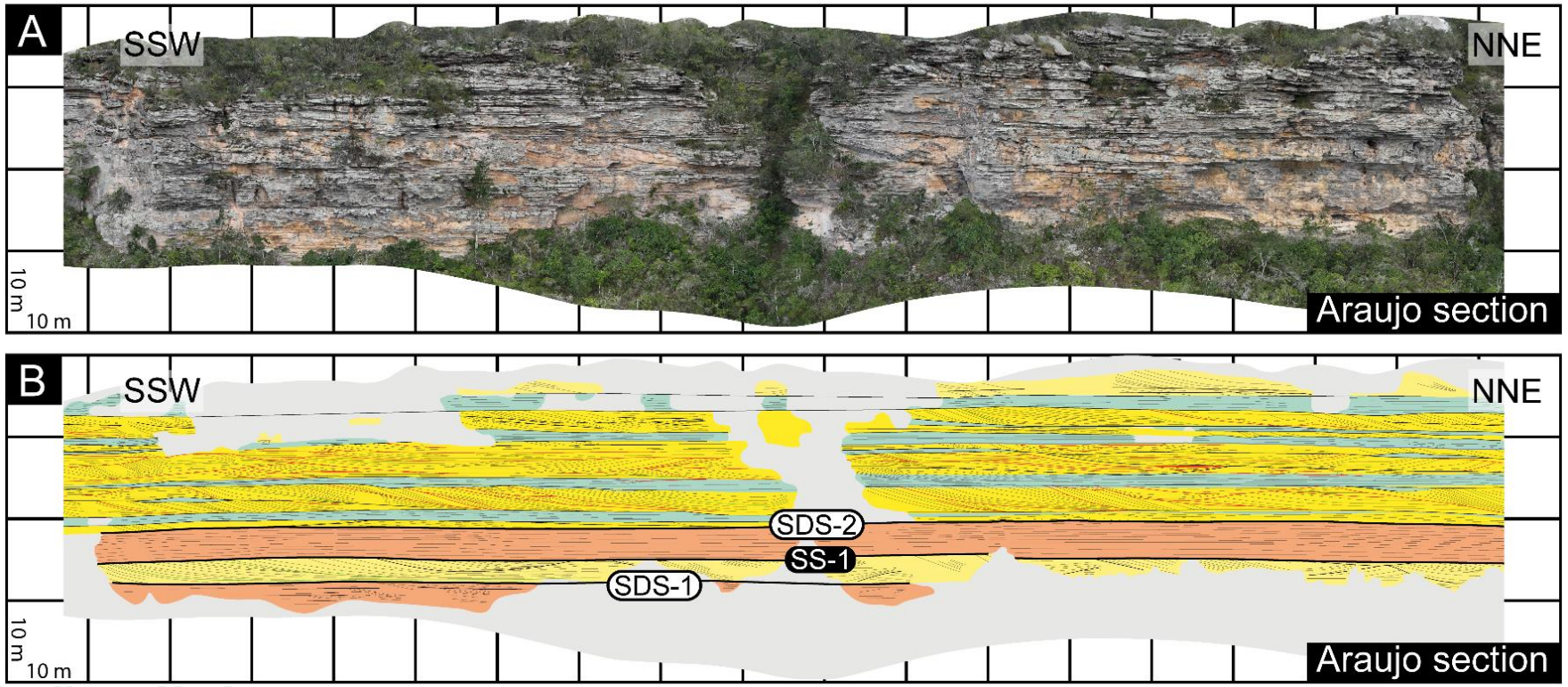


Interdunas (potencial barreira)

Figura esquemática representando variações geométricas das interdunas e dunas ao longo do tempo e espaço (Mountney, 2012).

MATERIAL SUPLEMENTAR

HETEROGENEIDADES EM ESCALA DE AFLORAMENTO



Seção medial do campo de dunas (SW).

- **Porção medial do campo de duna:**

✓ **Dunas eólicas** lineares complexas

✓ Depósitos de **interduna espessos** e de espessura variável

✓ Fluviais desconfinados