



Department of Petroleum Engineering  
Santa Catarina State University (UDESC)  
Balneário Camboriú, Brasil

# Estudo de caso utilizando diferentes abordagens de modelagem de processos (*Stratigraphic Forward Modeling - SFM*)

Endriw Rafael  
03 de Julho, 2025  
*Forward Group*

*Orientadores: Daniel Fabian Bettú  
Lindaure Maria Steffens*



## SUMÁRIO

# Conteúdo apresentado

- Contextualização do trabalho
- Objetivos
- Softwares utilizados
- Processos modelados
- Metodologia
  - Contexto geológico
  - Parametrização
- Resultados
- Conclusões e perspectivas

## CONTEXTUALIZAÇÃO

# Modelagem Estratigráfica *Forward* - SFM

- Permite simular as camadas estratigráficas e reconstruir os processos geológicos e as condições ambientais que possibilitaram sua formação.
- Os simuladores *Forward* têm como objetivo reproduzir as sequências deposicionais em bacias sedimentares, buscando reproduzir as arquiteturas deposicionais e composições esperadas das rochas.

**IMPORTÂNCIA**



**MOTIVAÇÃO**



## Slide 3

---

**UC1**

Inserir figuras/ilustrações

Usuário Convidado; 2025-07-02T17:51:54.040

**OBJETIVOS**

# Objetivos gerais

- Criação de um modelo conceitual para um estudo de caso;
- Executar a parametrização em 3 diferentes softwares de modelagem estratigráfica:

**I. DIONISOSFLOW**

®

**II. GPM®**

**III. SEDSIMPLE**

- Avaliar a parametrização e os resultados obtidos nas simulações, referente à:
  - Reprodução de aspectos sedimentológicos e estratigráficos;
  - Diferenças, limitações e vantagens de cada software.

## Slide 4

---

### UC1

Muito texto. Tópicos e destacar em **negrito** as coisas importantes.

Usuário Convidado; 2025-07-02T17:54:26.450

## SOFTWARES

# Diferentes ambientes de modelagem



DIONISOS – *Diffusive Orientated Normal and Inverse Simulation of Sedimentation*



BeicipFran-Lab (IFPEN)



GPM – *Geological Process Modelling*



SLB



SedSimple



Westchase Software Corporation

## Slide 5

---

### UC1

Inserir as empresas dos softwares Beicip e SLB, e se o SedSimple tem símbolo inserir.

Usuário Convidado; 2025-07-02T17:55:27.576



# Processos que regem a SFM

6 principais processos são utilizados na SFM para reconstrução geológica:

- Acomodação e Aporte Sedimentar;
- Produção in-situ;
- Transporte e Erosão;
- Compactação;
- Diagêneses.

## PROCESSOS MODELADOS

# Acomodação e Aporte Sedimentar

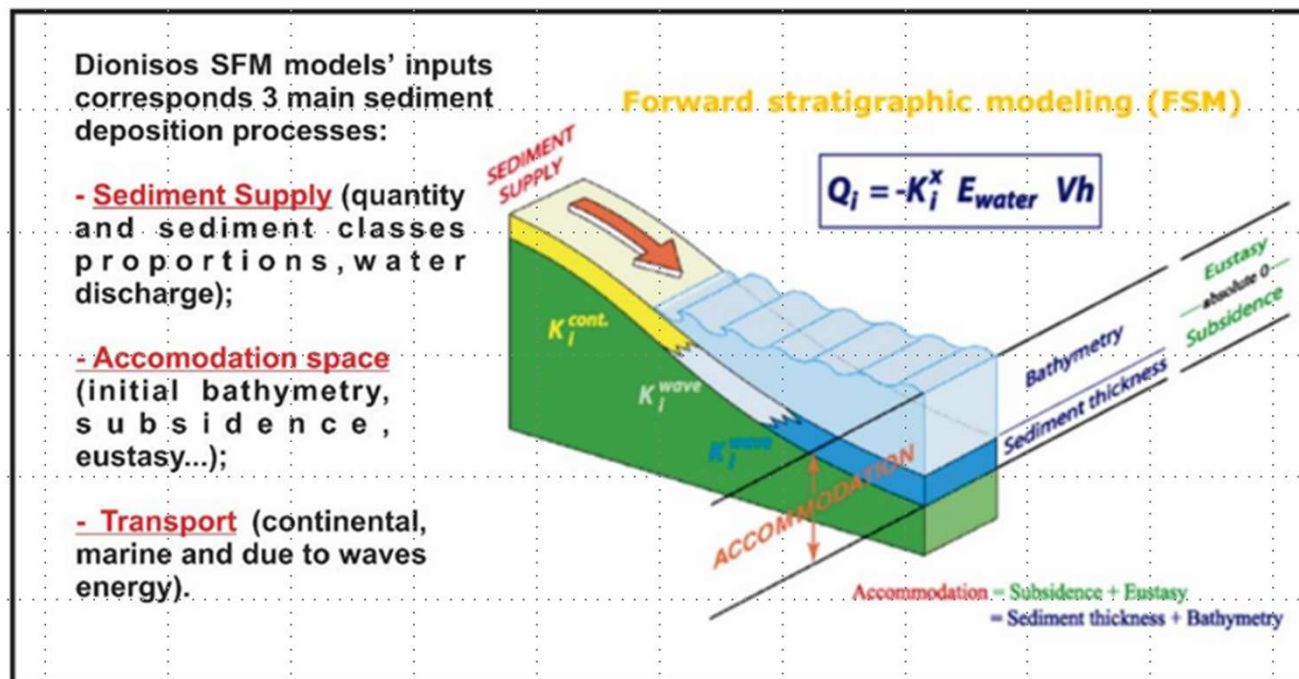


Figura 1 – Modificada de Hawie et al. (2015).

$$Acomoda\c{c}\tilde{o} = Subsidi\tilde{e}ncia + Eustasia + Suprimento + Batimetria$$

## Slide 7

---

UC1

Trocar figura

Usuário Convidado; 2025-07-02T17:56:32.859

# Produção *in-situ*

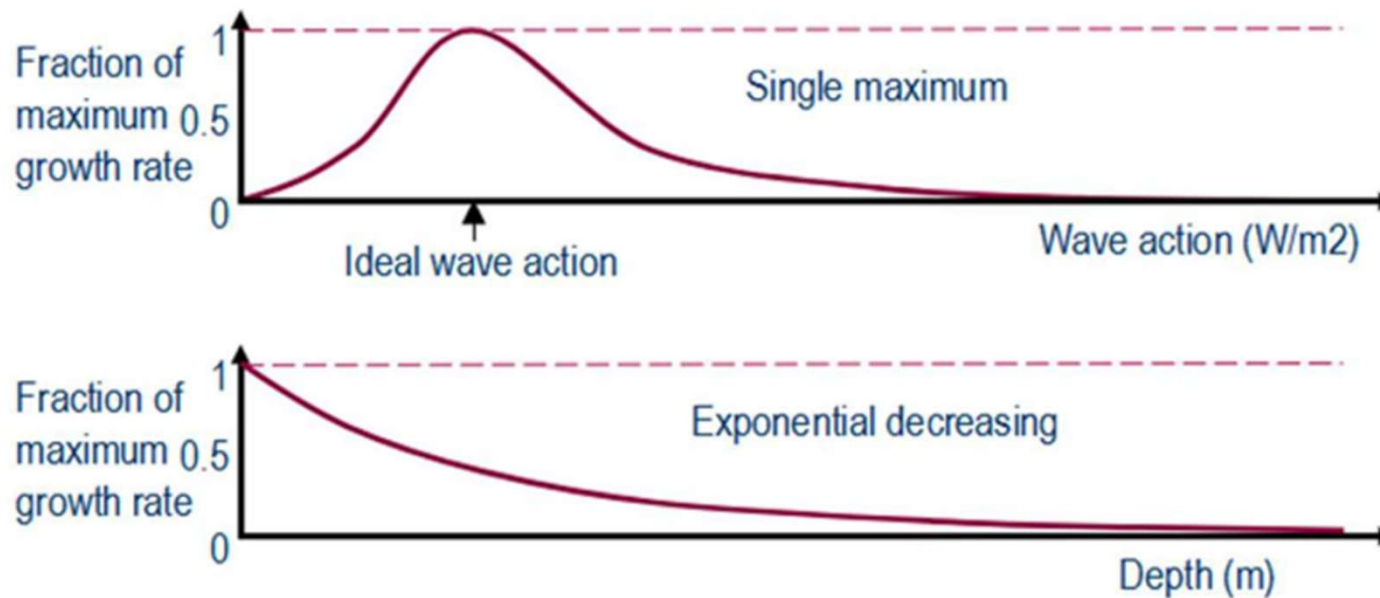
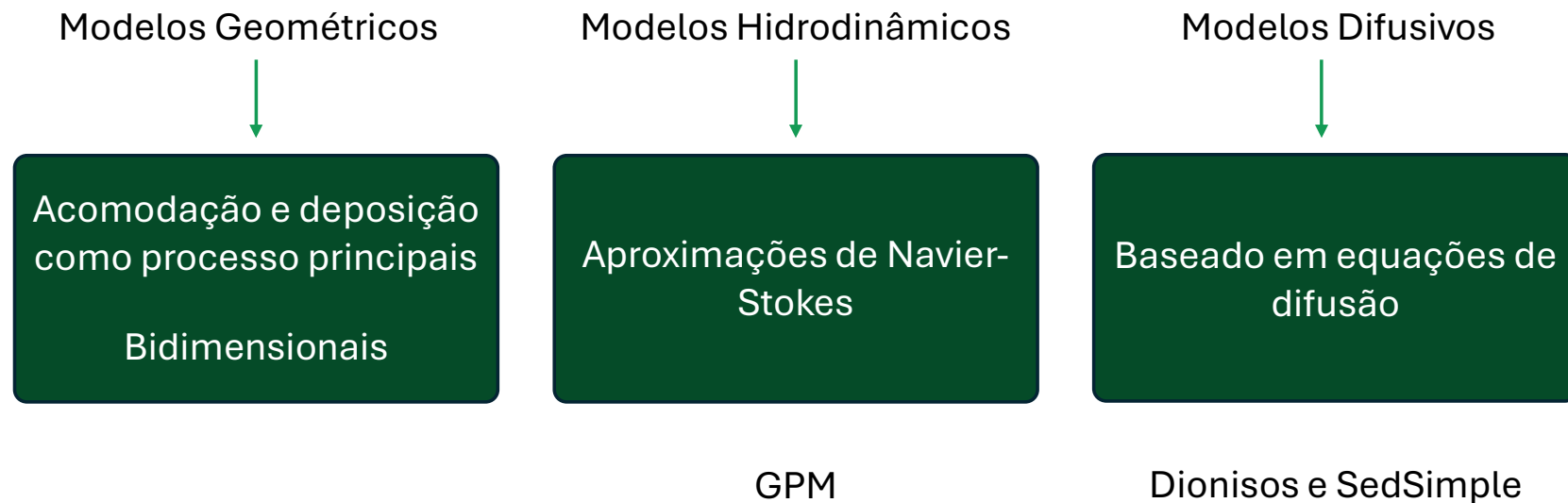


Figura 2 – Tetzlaff (2023).

# Transporte e Erosão

- A metodologia de transporte classifica os modelos determinísticos em 3 categorias:



## PROCESSOS MODELADOS

# Diagêneses e Compactação

SEDSIMPLE



Não considera o processo  
de compactação na  
modelagem

DIONISOS



Compactação mecânica  
em função da porosidade  
da rocha

GPM



Compactação elástica  
em função da porosidade  
da rocha

## Slide 10

---

**UC1**

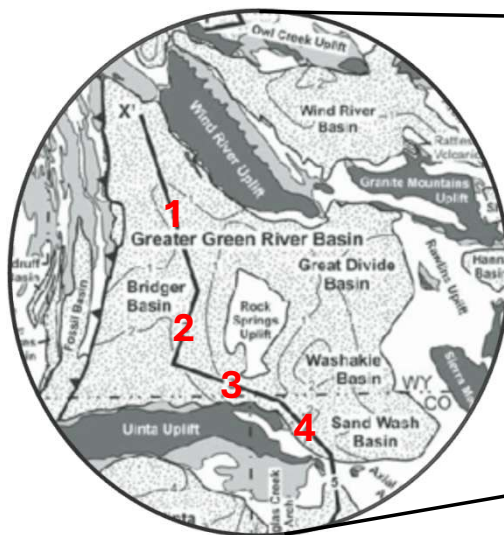
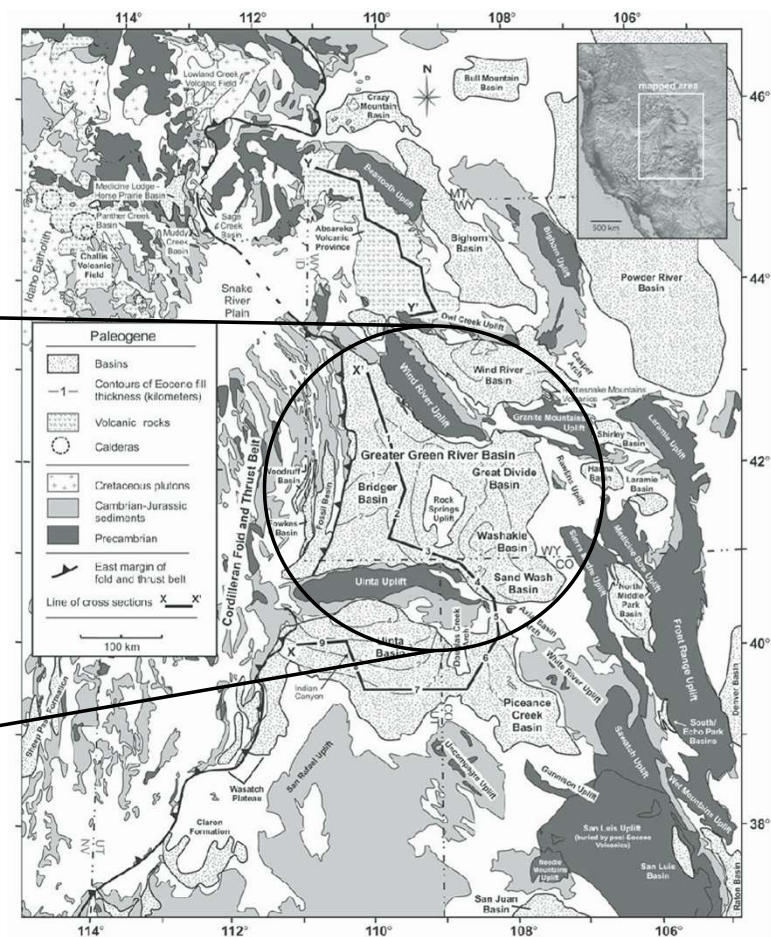
Ser bem sucinto aqui, pois não modelamos, mas dizer que pe possível no Dionisos e GPM

Usuário Convidado; 2025-07-02T17:57:16.422

## METODOLOGIA – CONTEXTO GEOLÓGICO

## Estudo de Caso

- *Greater Green River Basin*

Figura 3 – Smith *et al.*, (2008).

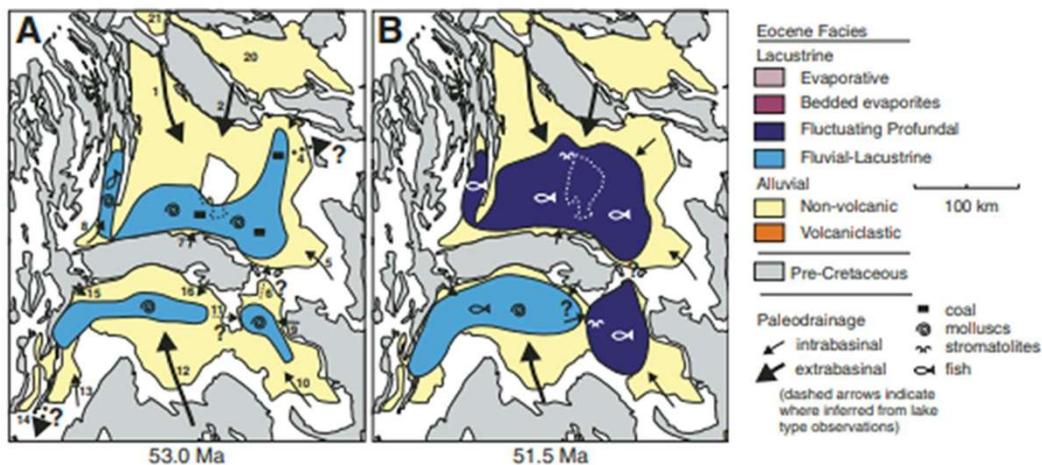




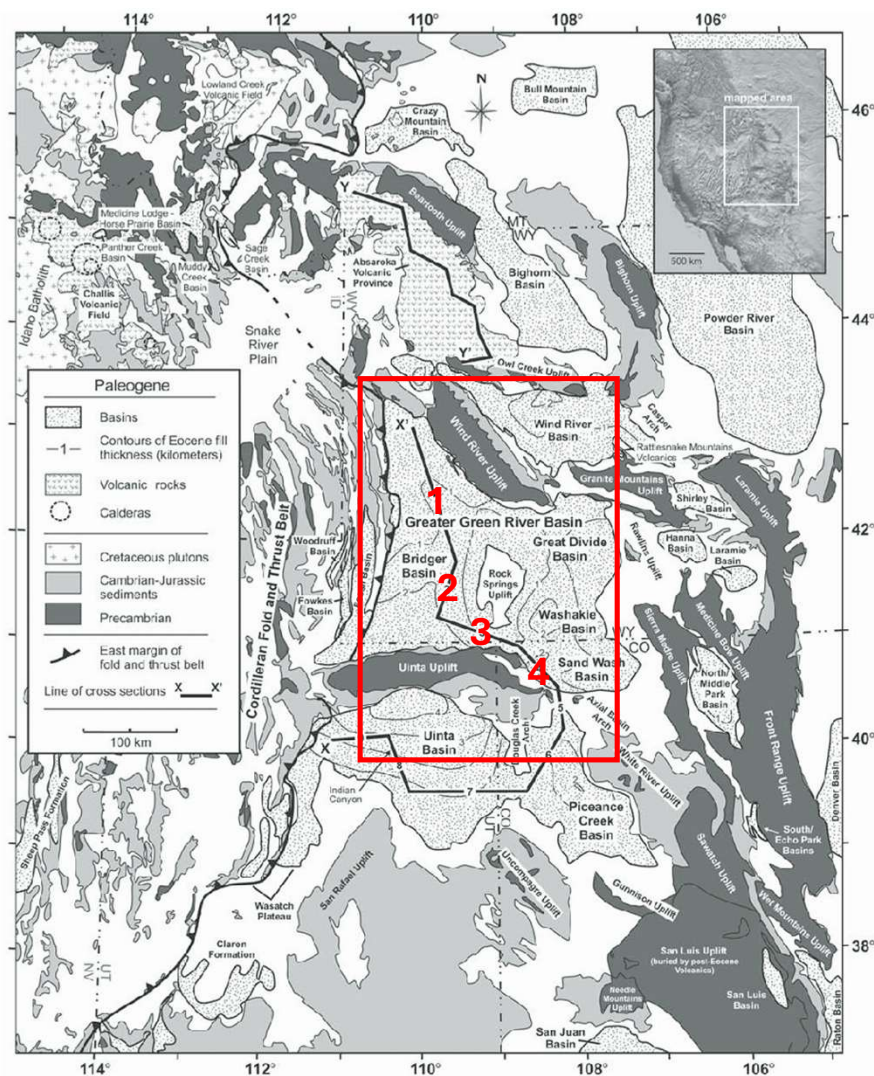
## METODOLOGIA – CONTEXTO GEOLÓGICO

# Estudo de Caso

Figura 4 – Modificada de Smith et al., (2008).



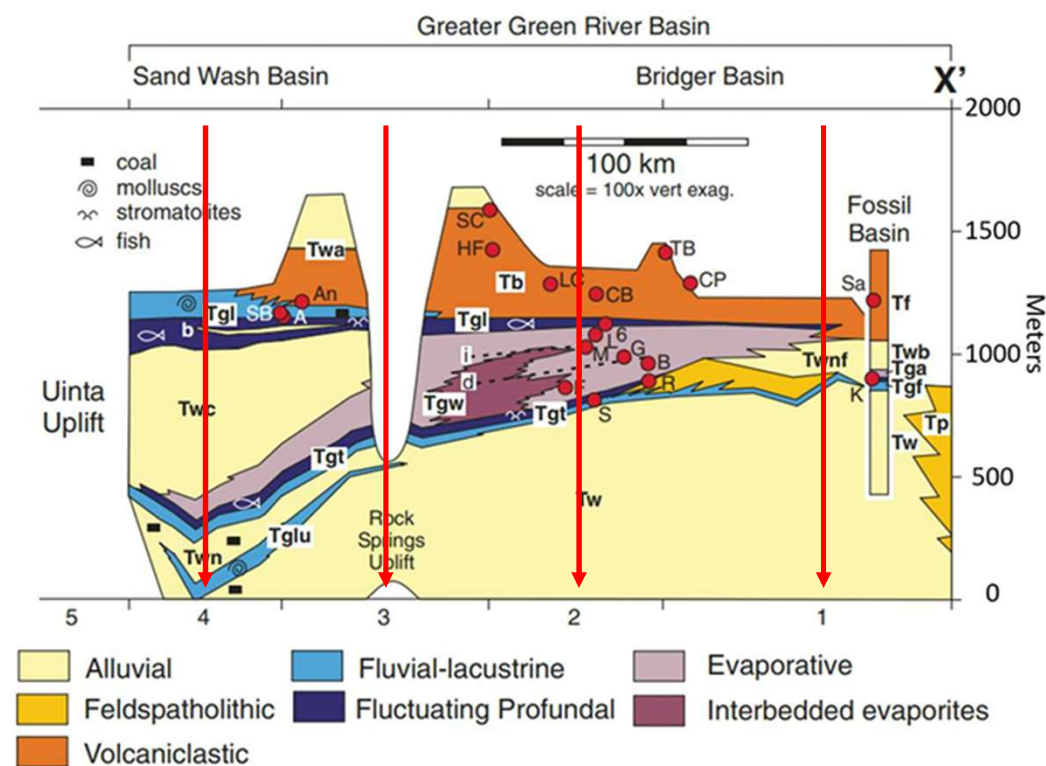
- Intervalo modelado: 52.5 à 51.9Ma
- Time-steps: 50000 anos
- 12 camadas





# Estudo de Caso

Figura 5 – Modificada de Smith *et al.*, (2008).



## 4 Pseudo-poços + seções verticais:

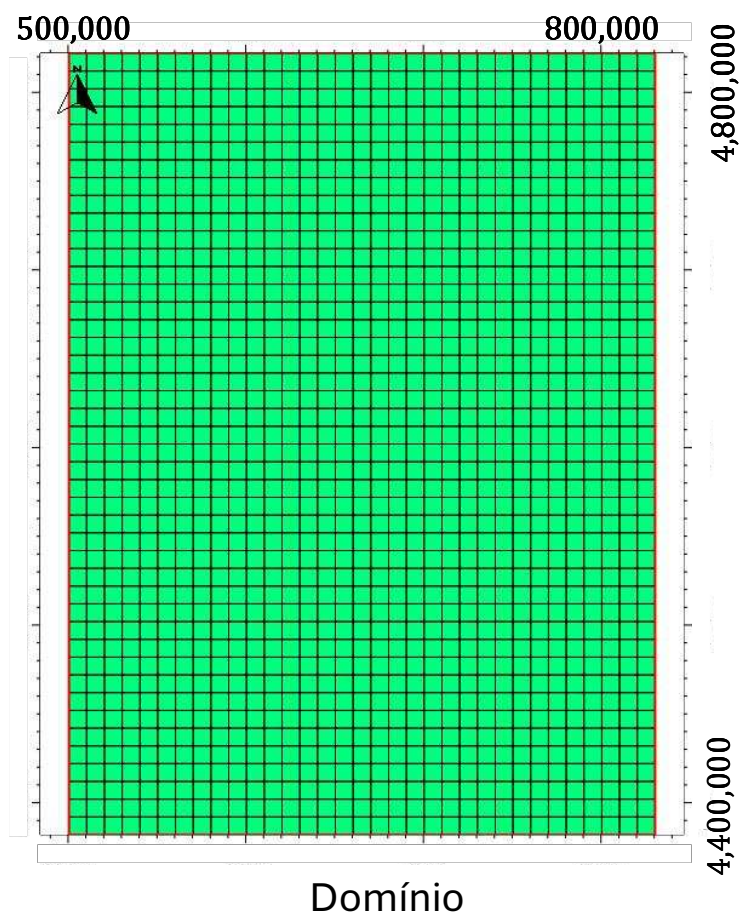
- Identificar os sedimentos em cada fácies e a proporção entre os mesmos

↓  
Parametrização do aporte sedimentar no modelo!

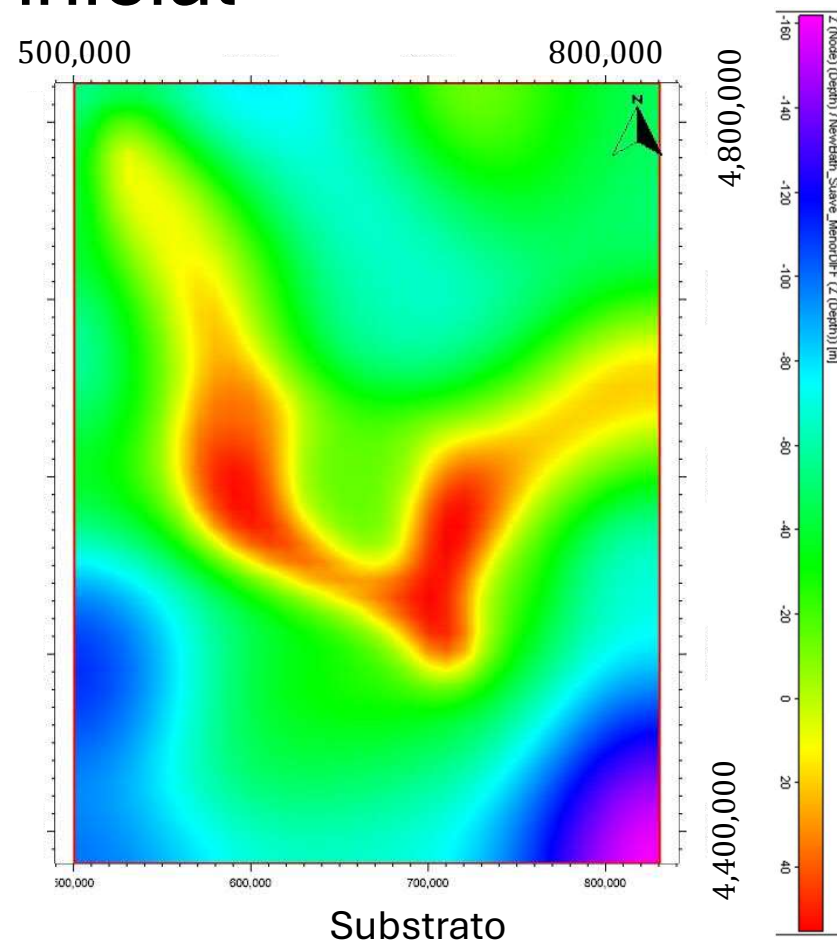


## METODOLOGIA – PARAMETRIZAÇÃO

## Domínio espacial e batimetria inicial



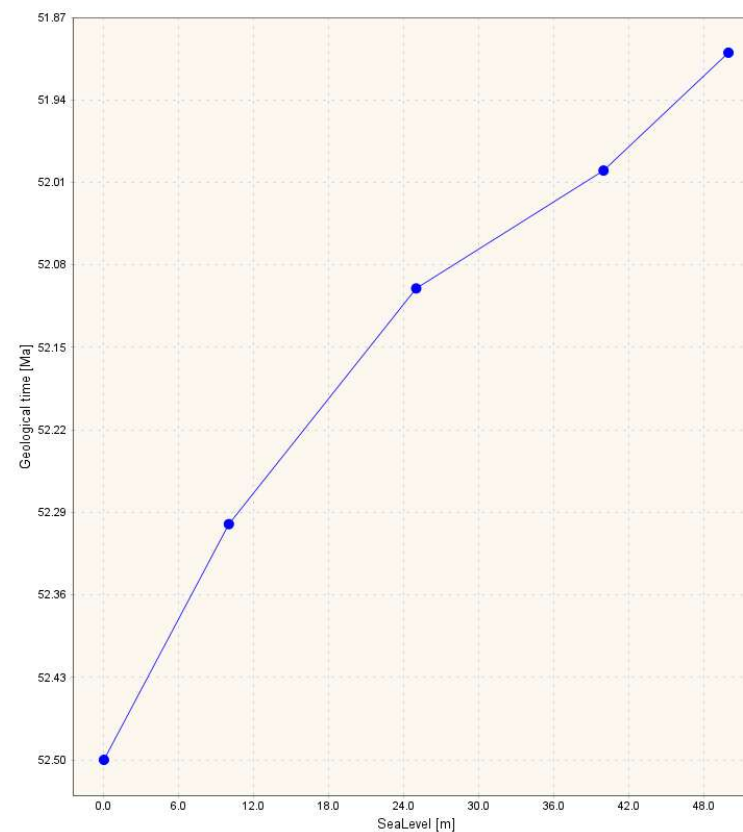
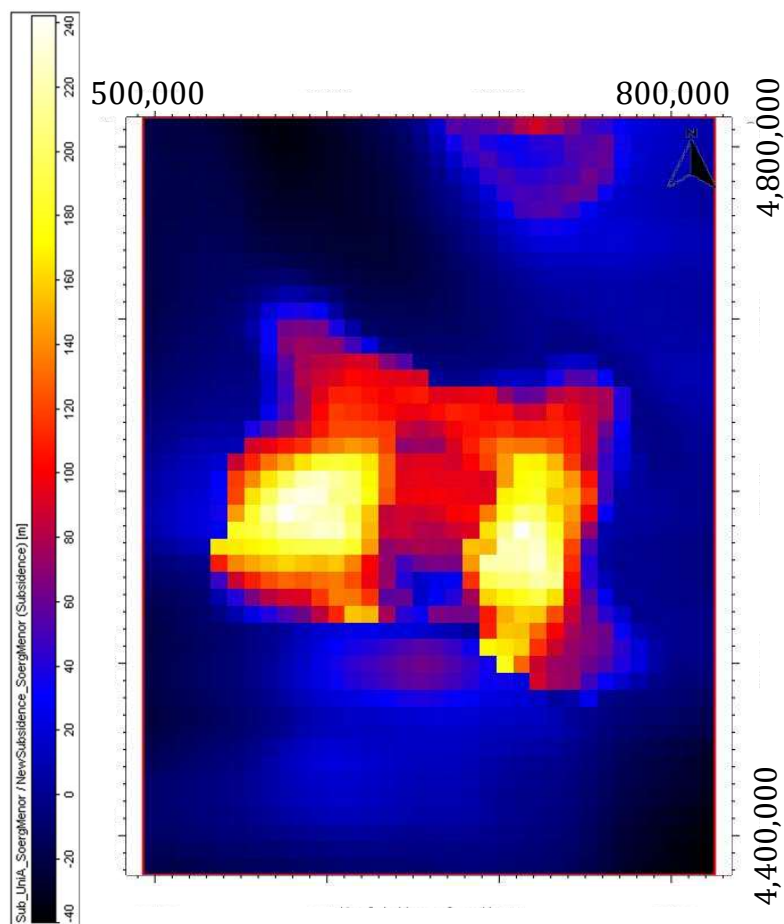
33x44 células  
10x10 km cada célula  
330000m no eixo x  
440000m no eixo y





## METODOLOGIA – PARAMETRIZAÇÃO

## Subsidência e nível do lago

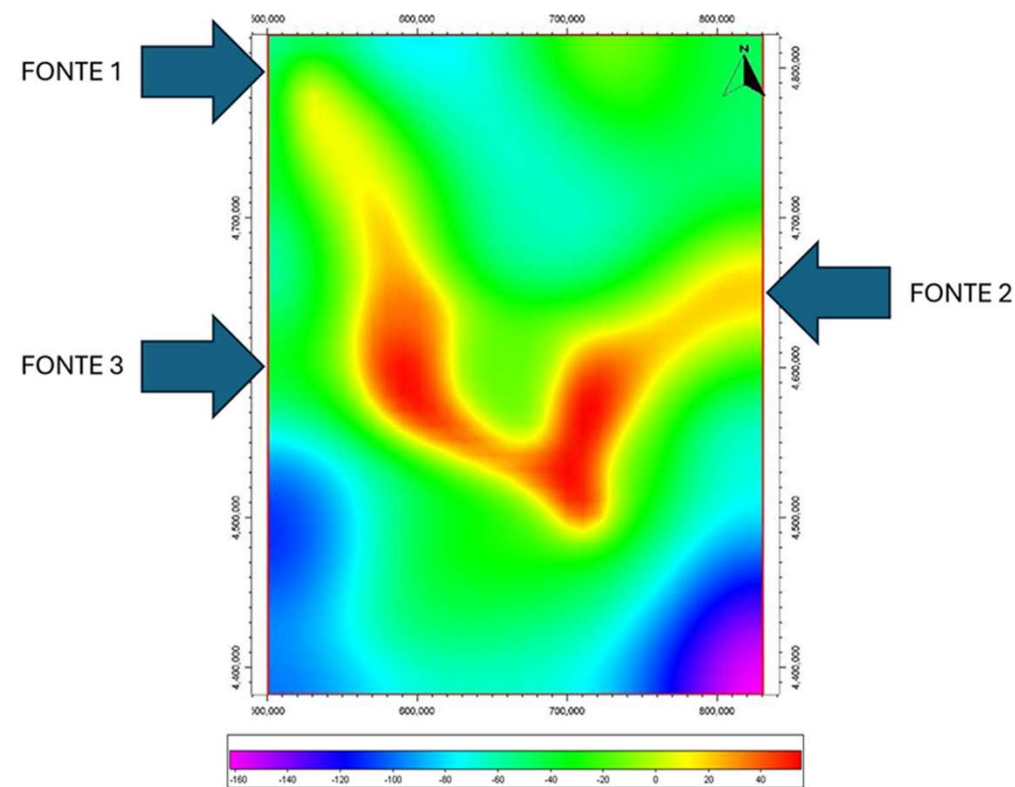






METODOLOGIA – PARAMETRIZAÇÃO

# Fontes de sedimentos



	Fonte 1	Fonte 2	Fonte 3
nº células	5	5	5
% aporte	42	40	18
Posição [km]	410	250	200

Tabela 1 – Configuração das fontes.



# Tipos de sedimentos no modelo

	Siliciclásticos		Carbonáticos	
	<i>Sandstone</i>	<i>Lutite</i>	<i>Mudstone</i>	<i>Limestone</i>
<b>Diâmetro (mm)</b>	0.2	0.004	0.04	0.2
<b>Densidade (g/cm<sup>3</sup>)</b>	2.63	2.7	2.7	2.66
<b>Transportabilidade (-)</b>	1.2	6.4	6.4	1.2
<b>Taxa de crescimento (m/Ma)</b>	-	-	40	60
<b>Concentração de sedimentos (g/L)</b>	0.0465	0.0435	-	-

Tabela 2 – Sedimentos selecionados para o modelo e suas respectivas propriedades e aporte

# Tipos de sedimentos no modelo

	Siliciclásticos		Carbonáticos	
	<i>Sandstone</i>	<i>Lutite</i>	<i>Mudstone</i>	<i>Limestone</i>
<b>Diâmetro (mm)</b>	0.2	0.004	0.04	0.2
<b>Densidade (g/cm<sup>3</sup>)</b>	2.63	2.7	2.7	2.66
<b>Transportabilidade (-)</b>	1.2	6.4	6.4	1.2
<b>Taxa de crescimento (m/Ma)</b>	-	-	40	60
<b>Concentração de sedimentos (g/L)</b>	0.0465	0.0435	-	-

Tabela 2 – Sedimentos selecionados para o modelo e suas respectivas propriedades e aporte

## PARAMETRIZAÇÃO

# Aporte sedimentar

	Dionisos e SedSimple	GPM
Fontes	Vazão fluvial (m <sup>3</sup> /s)	Velocidade da água (m/s)
1	2188.57	0.0000306
2	2084.35	0.0000292
3	973.96	0.0000131

Tabela 3 – Vazão estimada a partir do aporte sedimentar e da concentração, e velocidade calculada com base nas dimensões das células.

Software	Concentração de Sandstone	Concentração de Lutite
Dionisos (g/L)	0.0465	0.0435
GPM (mm/a)	5.307	4.972
SedSimple (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	0.000017	0.000016

Tabela 4 – Concentração de sedimentos no aporte fluvial para cada software.

GPM	SedSimple	
Velocidade da água [m/s]	Sandstone [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	Lutite [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]
0.005	0.17	0.16

Tabela 5 – Novos valores estimados a partir de testes para velocidade e concentração.

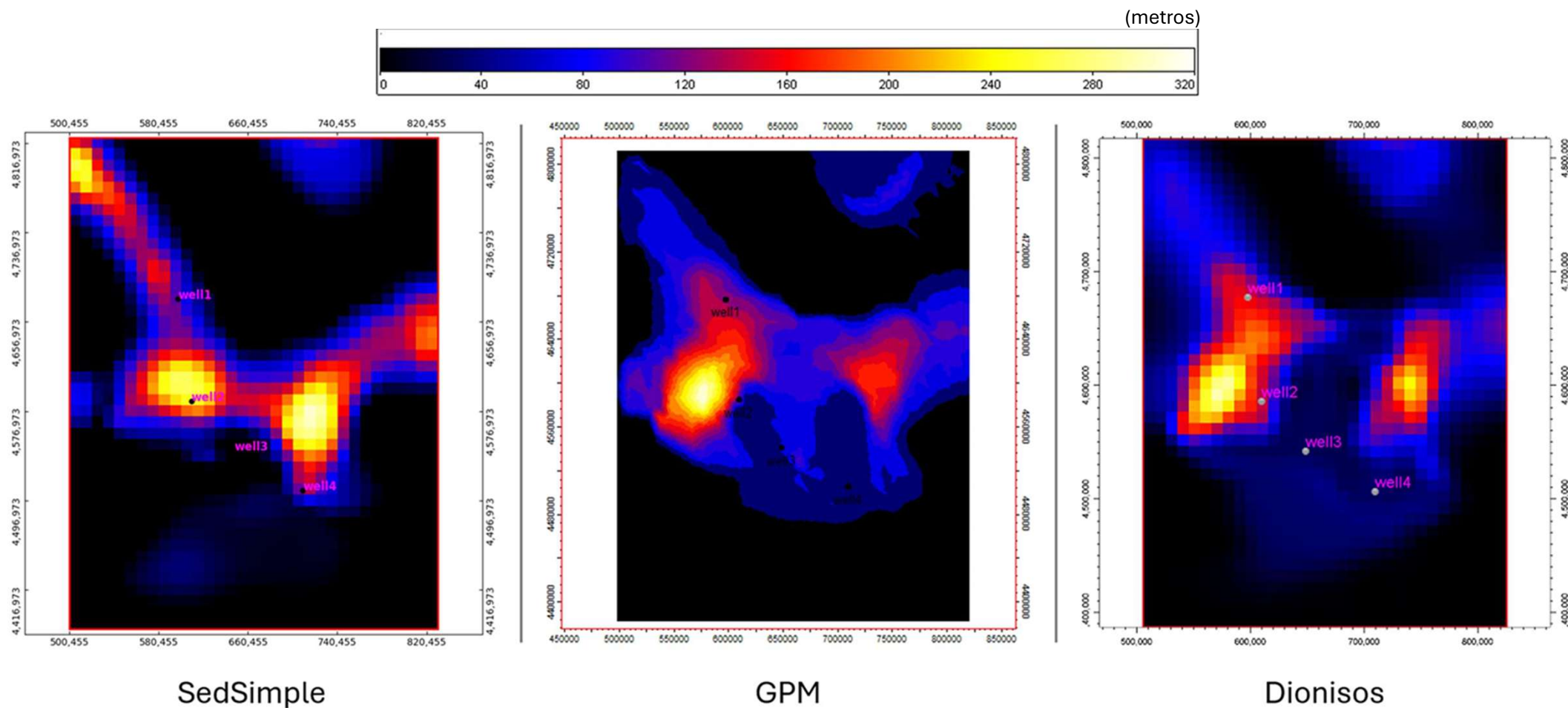
## RESULTADOS

# Considerações iniciais

- Quanto à extração de dados:
  - Resultados em mapas (espessura, proporções, etc.) extraídos manualmente para o **SedSimple**.
- Quanto à visualização gráfica:
  - **SedSimple** não permite visualização gráfica com diferentes tipos de paletas de cores.

**UC1**      Necessidade de ferramenta de pós processo dos resultados do sedsimple  
Usuário Convidado; 2025-07-02T18:07:12.249

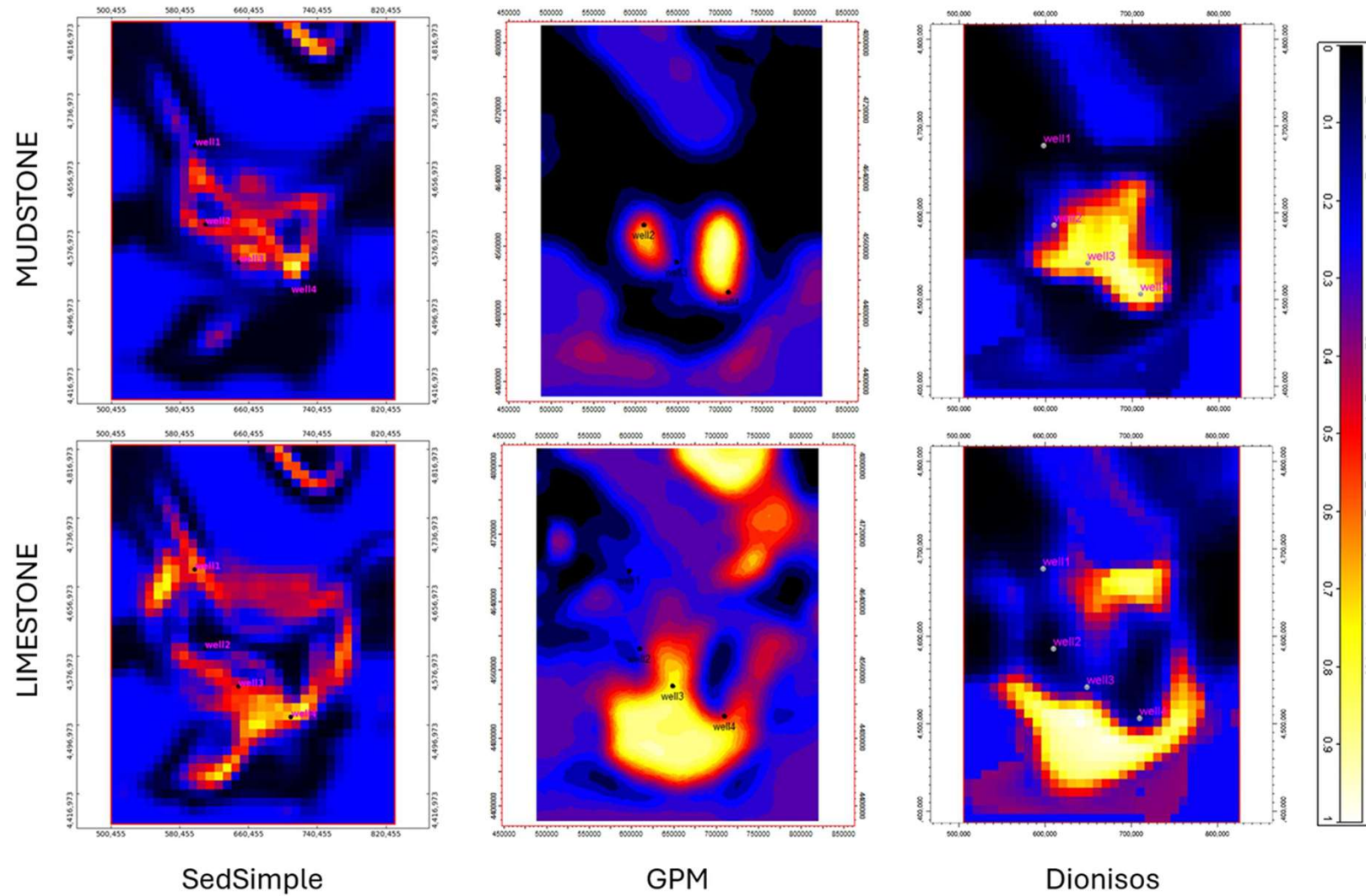
## RESULTADOS - Espessura





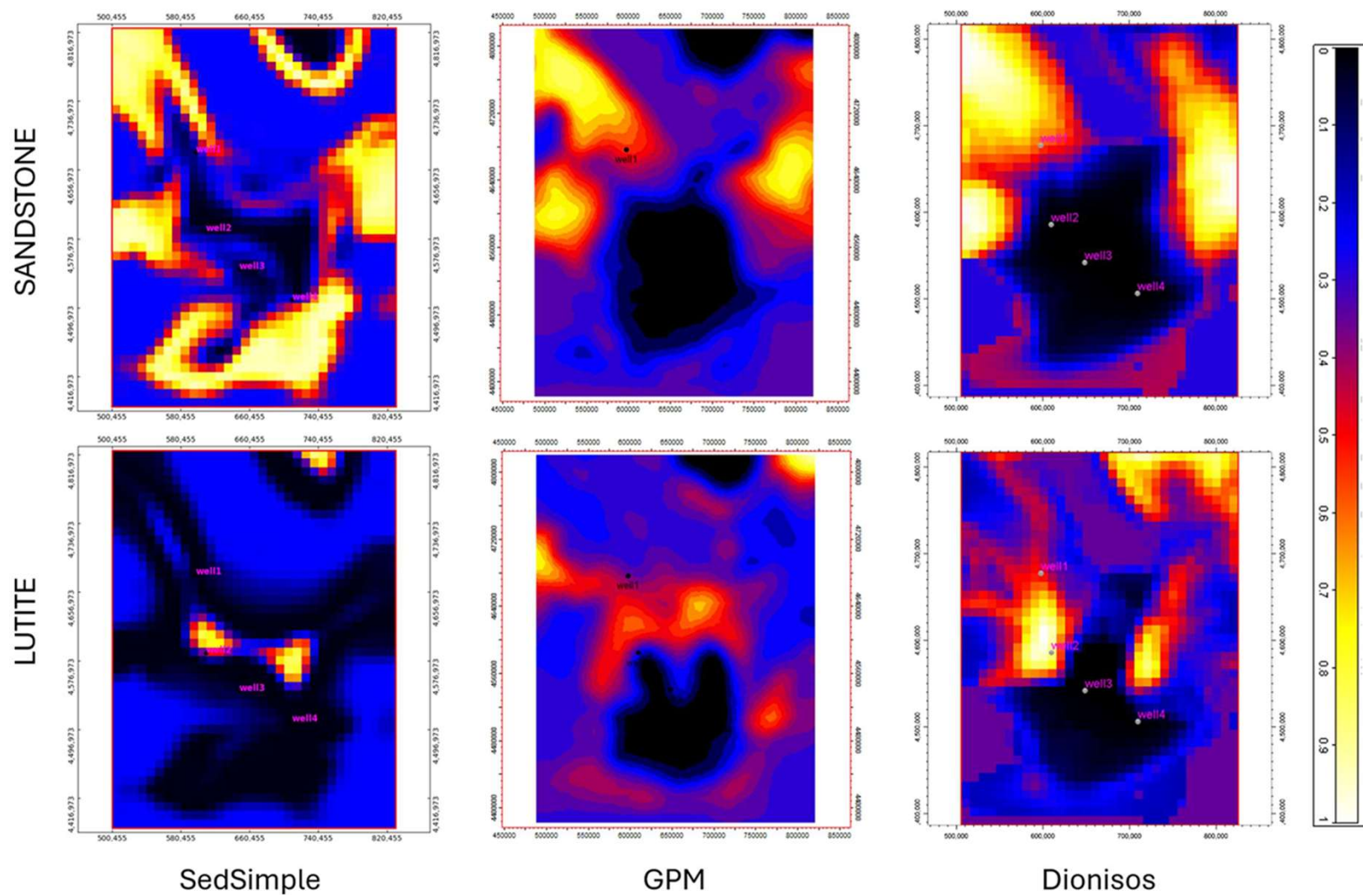


## RESULTADOS - Proporção de carbonatos



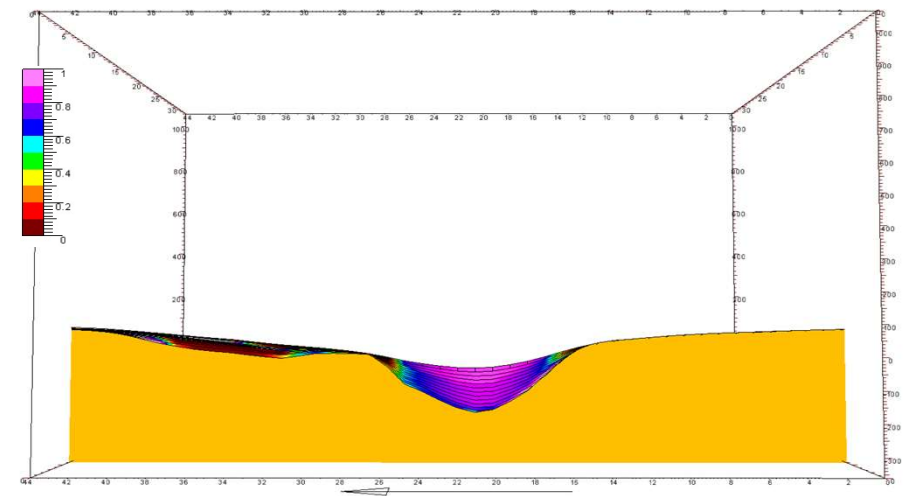
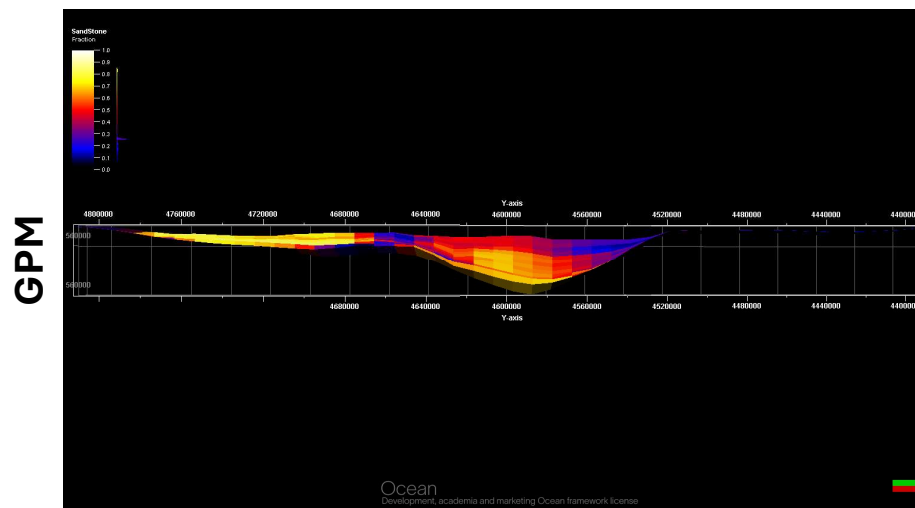
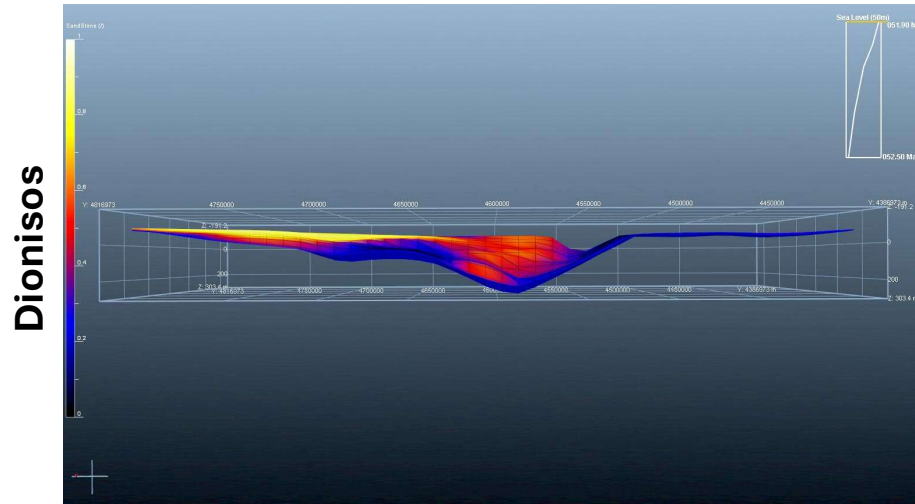


## RESULTADOS – Proporção de siliciclásticos

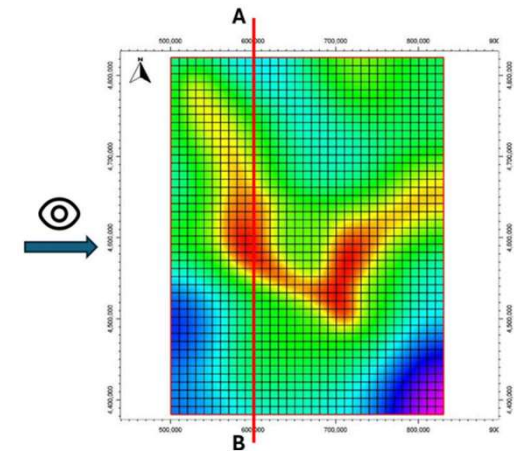




## RESULTADOS – Seção transversal AB (Proporção de Sandstone)

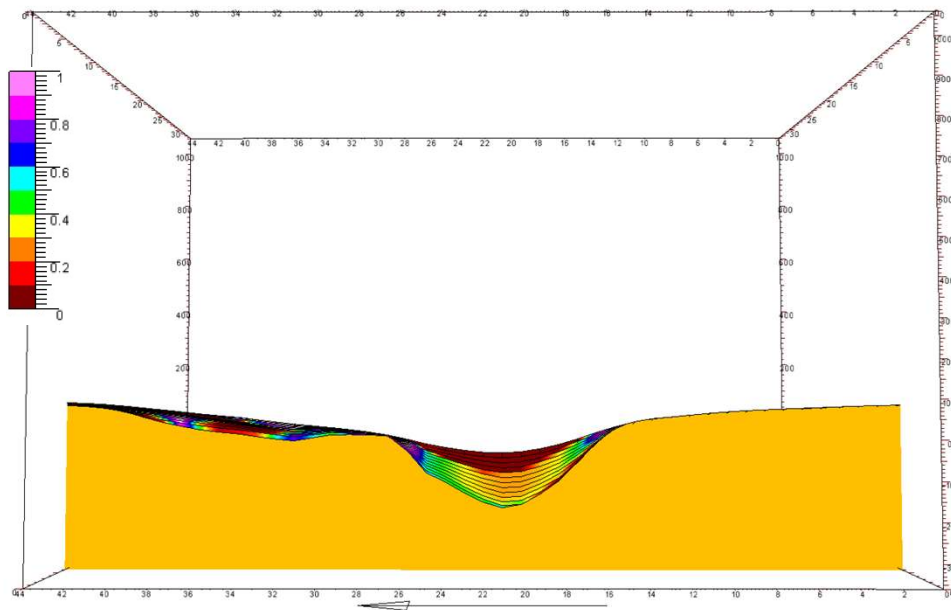


**SedSimple**

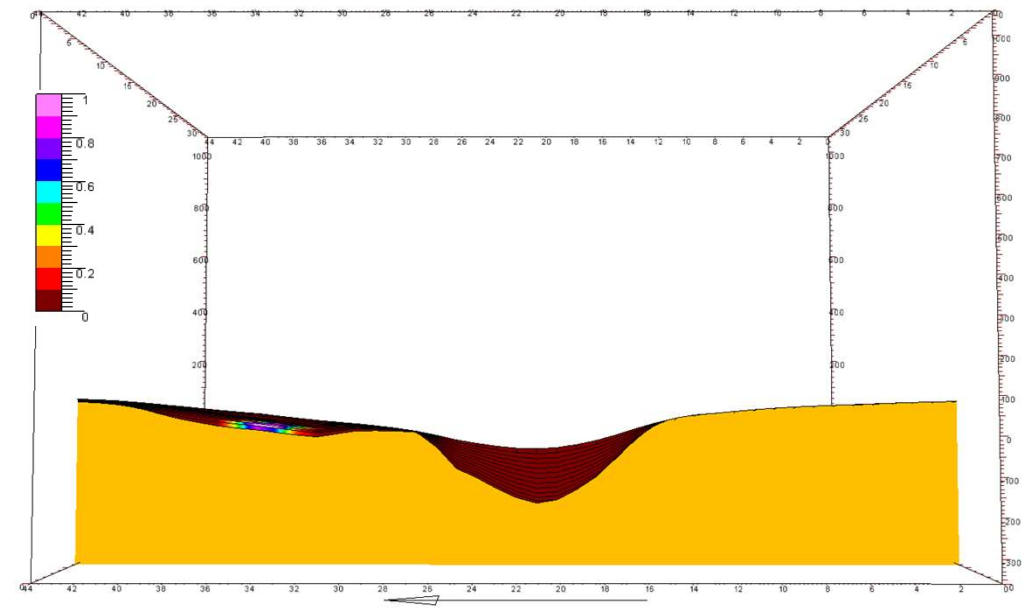


## RESULTADOS – Seção transversal AB (SedSimple)

**Limestone**



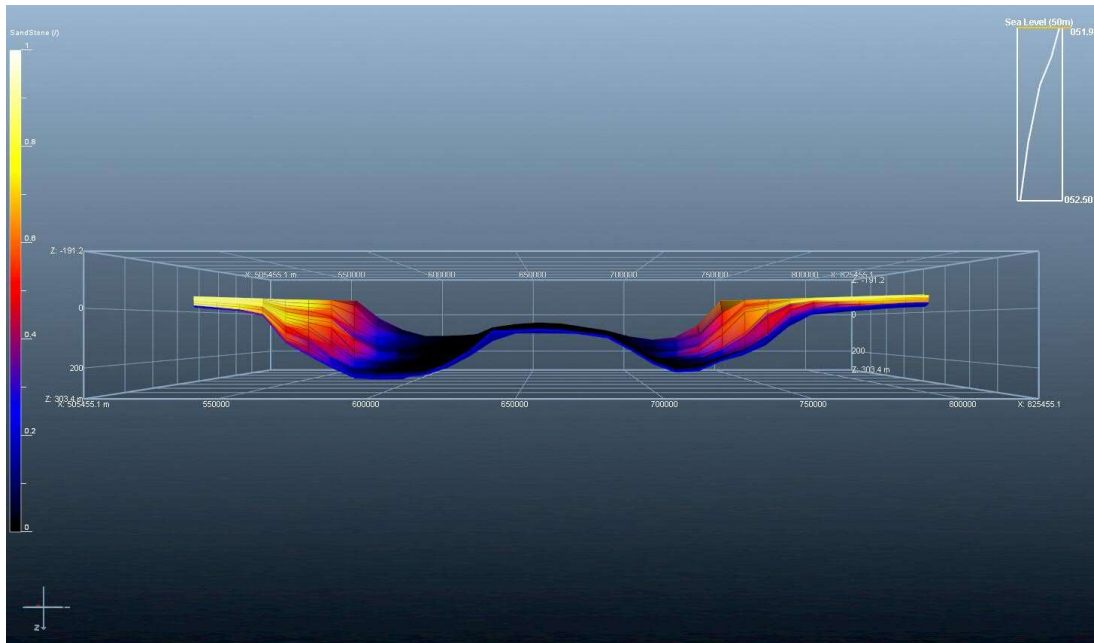
**Lutite**



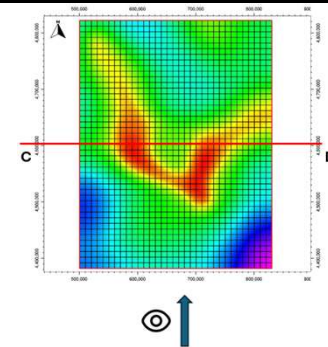
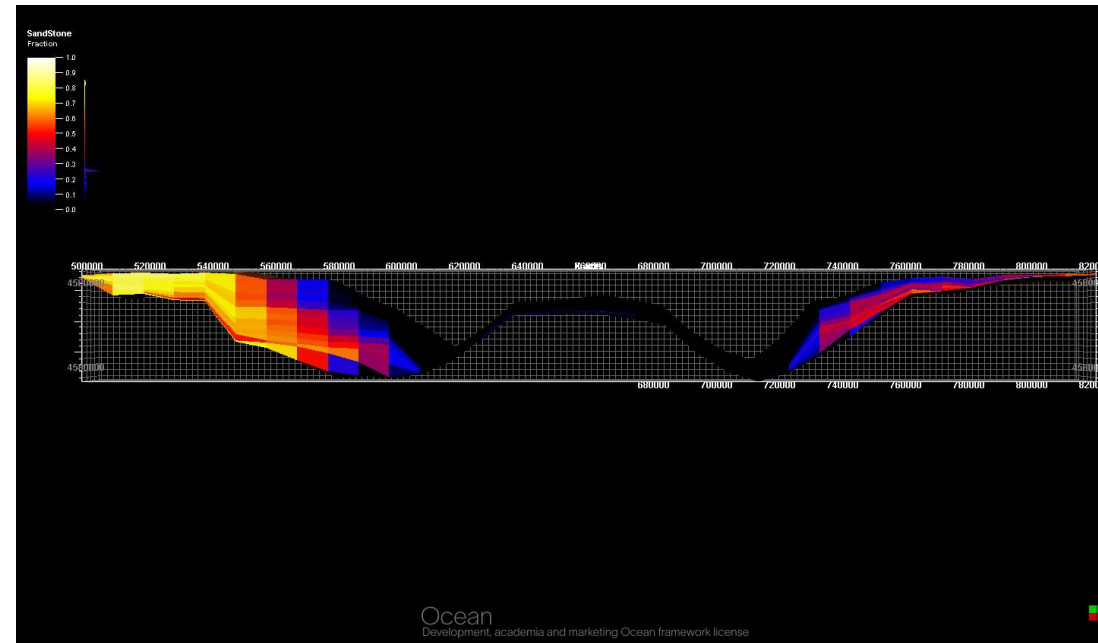


## RESULTADOS – Seção transversal CD (Proporção de Sandstone)

### Dionisos



### GPM





## CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

# Conclusões

- Parametrização divergente nos diferentes softwares utilizados;
- Produção *in-situ* consistente com o esperado nos três softwares;
- Transporte e erosão com resultados inesperados no GPM e SedSimple;
- Dionisos se destaca na representação da arquitetura estratigráfica;
- Necessidade de ajustes em certos parâmetros fez-se necessário.

UC1

Tópicos, destacar em negrito, enxugar o texto, vender o trabalho

Usuário Convidado; 2025-07-02T18:09:40.080

## CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

# Perspectivas futuras

- Investigar profundamente os modelos matemáticos internos em cada software;
- Compreensão das limitações numéricas, para orientar na escolha da ferramenta mais adequada;
- Calibração de modelos.

**UC1**

Modelagem masi robusta de processos que são modelados de forma simplificada ou ate mesmo abordagem de processos que não são considerados.

Usuário Convidado; 2025-07-02T18:12:01.037



# Obrigado!

**Endriw Rafael Mateus Silva**  
[endriw.raffael@gmail.com](mailto:endriw.raffael@gmail.com)  
*Forward Group*

*Orientadores:*  
*Daniel Fabian Bettú*  
*Lindaure Maria Steffens*