

**Raísa Costa Paiva**

**CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA DE DEPÓSITOS  
TURBIDÍTICOS MIOCÊNICOS DO CAMPO ALBACORA LESTE,  
BACIA DE CAMPOS**

**Trabalho Final de Curso  
(Geologia)**

UFRJ  
Rio de Janeiro  
2019



**Raísa Costa Paiva**

**CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA DE DEPÓSITOS  
TURBIDÍTICOS MIOCÊNICOS DO CAMPO ALBACORA LESTE,  
BACIA DE CAMPOS**

Trabalho Final de Curso de Graduação em  
Geologia do Instituto de Geociências,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ,  
apresentado como requisito necessário para  
obtenção do grau de Geólogo.

Orientadores:

Claudio Limeira Mello (UFRJ)

Elaine dos Santos Conti (Repsol Sinopec Brasil)

Rio de Janeiro  
Junho / 2019

COSTA PAIVA, Raísa

**CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA  
DE DEPÓSITOS TURBIDÍTICOS  
MIOCÊNICOS DO CAMPO ALBACORA  
LESTE, BACIA DE CAMPOS** / Raísa Costa  
Paiva - - Rio de Janeiro: UFRJ / IGeo, 2019.

65 p.

Trabalho Final de Curso (Geologia) –  
Universidade Federal do Rio de Janeiro,  
Instituto de Geociências, Departamento de  
Geologia, 2019.

Orientadores: Claudio Limeira Mello, Elaine  
dos Santos Conti.

1. Geologia. 2. Estratigrafia – Trabalho Final  
de Curso. I. Claudio Limeira Mello. II.  
Universidade Federal do Rio de Janeiro,  
Instituto de Geociências, Departamento de  
Geologia. III. Título.

Raísa Costa Paiva

**CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA DE DEPÓSITOS  
TURBIDÍTICOS MIOCÊNICOS DO CAMPO ALBACORA LESTE,  
BACIA DE CAMPOS**

Trabalho Final de Curso de Graduação em  
Geologia do Instituto de Geociências,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ,  
apresentado como requisito necessário para  
obtenção do grau de Geólogo.

Orientadores:

Claudio Limeira Mello (UFRJ)

Elaine dos Santos Conti (Repsol Sinopec Brasil)

Aprovada em: 27.06.2019

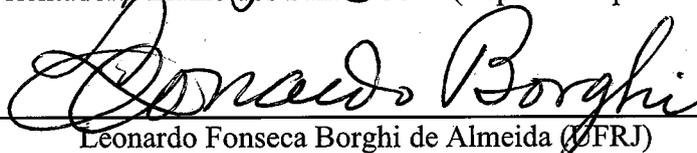
Por:



Orientador: Claudio Limeira Mello (UFRJ)



Orientadora: Elaine dos Santos Conti (Repsol Sinopec Brasil)



Leonardo Fonseca Borghi de Almeida (UFRJ)



Huaila Fonseca Ayres (Repsol Sinopec Brasil)

UFRJ  
Rio de Janeiro  
2019

## Dedicatória

Aos meus pais, Luziceia, Reinaldo e Lenita,  
meus maiores incentivadores,  
e aos meus avós Luzia e Creval,  
por todo amor do mundo.

## **Agradecimentos**

Ao meu orientador Claudio Limeira Mello, por ser meu maior exemplo de profissional, por me oferecer toda disponibilidade, incentivo e ensinamentos tão valiosos, dentro e fora de sala de aula.

À minha orientadora e supervisora Elaine dos Santos Conti, por ter acreditado em mim e ter aberto as portas para o começo da minha vida como geóloga, além de me ensinar todos os dias a como ser valorizada em um ambiente de trabalho.

À Universidade Federal do Rio de Janeiro, ao Instituto de Geociências e ao Departamento de Geologia com todos os seus professores e demais funcionários, por toda a infraestrutura de aulas e trabalhos de campo que marcaram minha vida para sempre, além dos motoristas que carregaram minha vida em suas mãos pelos quatro cantos do Brasil.

À Repsol Sinopec Brasil por me dar a oportunidade de me desenvolver profissionalmente e confiar em mim para os novos desafios que estão por vir.

À Petrobras S.A. e ANP pela autorização e utilização do material base de estudo, sem o qual este trabalho não poderia ser desenvolvido.

À GCS Argentina pelos dias de acompanhamento de descrição dos testemunhos e por todos os outros me auxiliando neste trabalho.

Aos meus amigos que ingressaram comigo em 2013, que continuam ao meu lado até hoje e que me ensinaram o que significa união, independente de qual lugar do mundo nós estejamos.

Ao amigo Claudio Luiz Andrade, que me incentivou em momentos de desânimo e me ensinou a nem sequer pensar em desistir dos nossos sonhos.

Ao amigo Daniel Wilbert que transformou minha vida nos últimos anos e que me ajuda a construir a cada dia uma Raísa melhor.

Ao meu companheiro durante toda a graduação, Guilherme Duarte, por dividir comigo toda a experiência acadêmica com todos os seus momentos de risos e choros, por ser minha família em nossa aventura internacional e por dividir sua vida comigo diariamente.

À toda minha família, especialmente minha mãe, pessoa que mais amo nesse mundo, que me apoia incondicionalmente e que está sempre disposta a fazer qualquer coisa por mim.

## Resumo

COSTA PAIVA, Raísa. **Caracterização Faciológica de Depósitos Turbidíticos Miocênicos do Campo Albacora Leste, Bacia de Campos.** 2019, 63f. Trabalho Final de Curso (Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

O presente trabalho teve como objetivo a caracterização de fácies e sucessões de fácies dos depósitos turbidíticos miocênicos que compõem o Intervalo Albacora do Campo Albacora Leste, na Bacia de Campos, através da descrição e interpretação de testemunhos de sondagem. Esse intervalo, referente à Formação Carapebus, é composto de depósitos de um sistema turbidítico com influência fluvial. Tem-se como finalidade avaliar a variação das fácies turbidíticas do referido intervalo, buscando contribuir para o estudo da evolução do ambiente de sedimentação marinho profundo, de grande importância para a atividade exploratória de hidrocarbonetos no cenário nacional. Foram utilizados dados da descrição de onze testemunhos de sondagem, três dos quais descritos pela autora, resultando na elaboração de perfis estratigráficos em escala 1:40 referentes ao intervalo de interesse, totalizando cerca de 253 m. Foram reconhecidas e interpretadas dez fácies sedimentares, sendo uma conglomerática; três areníticas; duas lamíticas; e quatro heterolíticas, agrupadas em quatro sucessões de fácies. A partir da compilação dessas informações, foi possível a interpretação da posição relativa de cada sucessão em um ambiente turbidítico. Na região de canal predominam depósitos derivado de fluxos turbulentos ou gravitacionais, como paraconglomerados e arenitos maciços. Camadas lamíticas se encontram na base dos conglomerados, em contato erosivo. Na porção de extravasamento de canal, predominam lamitos com alta bioturbação e com estruturas de laminação plano-paralela. Na região de desconfinamento de canal, encontram-se arenitos variando de estrutura maciça a marcas de corrente. Na região mais distal do sistema, fácies heterolíticas de intercalação de lamito e arenito são dominantes. Essas intercalações possuem tanto estruturas planares, quanto *linsen* e *wavy*. Estruturas convolutas relacionadas à instabilidade tectônica ou de carga sedimentar são recorrentes principalmente nessas intercalações. O Campo Albacora Leste é interpretado como um sistema turbidítico de lobo, mas com características que, de acordo com a geologia estrutural da região, podem caracterizar canais que migram segundo a variação da topografia. A análise espacial das sucessões de fácies interpretadas denotam um grau de complexidade alto dos fluxos envolvidos e suas características arquiteturais, os quais influenciam na compartimentalização dos corpos sedimentares, se tornando um grande desafio para atividade exploratória.

**Palavras-chave:** Bacia de Campos; Albacora Leste; sistema turbidítico.

## Abstract

COSTA PAIVA, Raísa. **Faciologic Characterization of Miocene Turbidite Deposits from Albacora Leste Field, Campos Basin.** 2019, 63f. Trabalho Final de Curso (Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

The present study had as purpose facies characterization and facies successions from miocene turbiditic deposits which compose the Albacora Interval from Albacora Leste Field, in Campos Basin, through description and interpretation of well cores. This interval, referring to Carapebus Formation, is composed by deposits from a turbiditic system with fluvial influence. The study held the evaluation of turbiditic facies variation into the referring interval, aiming to contribute to the research of deep water sedimentary environment evolution, with such a great importance for hydrocarbon production in national scenario. Data from description of eleven well cores were used, three of them described by the author, resulting in the preparation of stratigraphic profiles in a scale of 1:40 referred to the interval of interest, totalizing about 253 meters. It was recognized ten sedimentary facies, including one conglomerate; three sandstones; two mudstones; and four heterolithic, grouped into four facies successions. Trough compilation of these data, it was possible to interpret the relative position of each succession into a turbiditic environment. At the proximal zone, deposits from turbulent or gravitational flows, such as paraconglomerate and massive sandstones. Muddy beds compose the base of these conglomerates, in erosional contact. Into the portion of channel overflow, predominate mudstones with high level of bioturbation and with horizontal lamination structures. Into channels transition zones, it is possible to find sandstones varying from massive to rippled structures. From the system distal interval, heterolithic beds composed by mudstones and sandstones are dominant. These intercalations have horizontal structures, as well as linsen and wavy ones. Slumped structures related to tectonic instability and load cast are recurrent mainly in these intercalations. The Albacora Leste Field is interpreted as a lobe turbiditic system, however with characteristics that, according to regional structural geology, can be characterized as channels that migrate depending on topographic variation. A special analysis of these facies successions denotes high level of complexity of the flows involved and their architectural characteristics, which influence into the compartmentalization of sedimentary bodies, becoming a great challenge to exploratory activity.

**Key words:** Campos Basin; Albacora Leste; turbidite system.

## Lista de Figuras

Figura 1 - Mapa de localização do Campo Albacora Leste, na Bacia de Campos (Bruhn, 2003).....	3
Figura 2 – Limite da concessão e localização dos poços utilizados no presente estudo pertencentes ao Campo Albacora Leste. Os poços 9-ABL-3A-RJS e 9-ABL-3B-RJS possuem mesma coordenada do poço 9-ABL-3-RJS, e, por isso, não aparecem na figura.....	4
Figura 3 - Quadro estratigráfico da Bacia de Campos, com destaque para as fases de desenvolvimento da bacia e suas principais unidades litoestratigráficas (Winter <i>et al.</i> , 2007).....	8
Figura 4 - Sequência de Bouma (modificado de Pickering <i>et al.</i> , 1986).....	13
Figura 5 - Esquema das transições entre os depósitos dos diferentes tipos de fluxos gravitacionais de sedimentos (Lowe 1982 <i>apud</i> D’Avila <i>et al.</i> , 2008). ....	14
Figura 6 - Corrente turbidítica em corte longitudinal e seus três compartimentos: cabeça, corpo e cauda. (Pickering <i>et al.</i> , 1986 modificado por D’Avila <i>et al.</i> , 2008). ....	16
Figura 7 - Canais turbidíticos erosivos e deposicionais e seus contrastes de geometria e aporte sedimentar (Galloway, 1998). ....	22
Figura 8 - Variações geométricas de lobos de sistemas turbidíticos. a) Lobos ricos em areia, b) ricos em lama; e c) lobos mistos areia-lama (Silva, 2018, original de Mutti, 1985).....	23
Figura 9 - Variação lateral de fácies em direção à margem de fluxo de origem hiperpicinal (Zavala & Arcuri, 2016). ....	24
Figura 10 - Geomorfologia de complexos de canal/lobo turbidíticos e depósitos característicos de cada região. A) Base de talude e deposição de fluxos gravitacionais; B) canais erosivos preenchidos com areia ou lama dos fluxos gravitacionais; C) preenchimento de canal com depósitos de fluxos turbidíticos cascalhosos e arenosos; D) depósitos heterolíticos de extravasamento de canal ( <i>levee</i> ); E) material fino de fluxos turbidíticos e depósitos hemipelágicos; F) transição canal/ lobo turbidítico com depósitos de granulometria grossa com influência trativa; G) depósitos de lobo proximal; H) depósitos heterolíticos de transição para lobo distal (franja); I) depósitos finos de franja de lobo (modificado de Galloway & Hobday, 1996). ....	25
Figura 11 - Tipos de reservatórios diferenciados por sua geometria. A) Complexos de canais discretos; B) complexos de canais amalgamados; C) complexos de canais distributários e lobos (Moraes, 2006). ....	26
Figura 12 - Distribuição vertical de fácies sedimentares (sucessões) dos diferentes tipos de reservatórios. a) canais discretos; b) canais amalgamados; c) lobos (Moraes, 2006).27	27
Figura 13 – Fragmento do perfil 9-ABL-3-RJS, com destaque para o intervalo que constitui a fácies Cm - paraconglomerado maciço. A) Fotografia tirada do testemunho em 2006; b) fotografia de 2019; mesma profundidade.....	30
Figura 14 – Arenitos maciços com grãos de areia grossa esparsos. A) Fragmento do testemunho 9-ABL-2-RJS com enfoque no intervalo constitui a fácies Am; b) Testemunho 9-ABL-7-RJS, também ressaltando a fácies Am. ....	31
Figura 15 – Fragmento do testemunho 9-ABL-5-RJS, com destaque para o intervalo que constitui a fácies Ah – arenito com laminação plano-paralela. ....	32
Figura 16 – a) Fragmento do testemunho 9-ABL-7-RJS com enfoque na camada de arenito com estratificação plano-paralela (fácies Ah) na base, em contato no topo com arenito com laminação cruzada (fácies Ar); b) Fragmento do testemunho 9-ABL-7-RJS	

com enfoque no intervalo de arenito muito fino com marca de onda assimétrica (fácies Ar).....	34
Figura 17 - Lamitos cinzas bioturbados. (a) Fragmento do testemunho 9-ABL-6-RJS com enfoque no intervalo constitui a fácies Lb; (b) Fragmento do testemunho 3-RJS-367-RJ também ressaltando a fácies Lb. ....	35
Figura 18 - Lamitos cinzas com estratificação plano-paralela. (a) Fragmento do testemunho 9-ABL-3A-RJS com enfoque no intervalo constitui a fácies Lh; (b) Fragmento do testemunho 9-ABL-9D-RJS também ressaltando a fácies Lh.....	36
Figura 19 - Fragmento do perfil 9-ABL-6-RJS, com destaque para o intervalo que constitui a fácies Hm - arenitos e lamitos maciços em acamamento heterolítico. (a) Fotografia tirada do testemunho em 2006; (b) fotografia de 2019; mesma profundidade. ....	37
Figura 20 - Fragmento do testemunho 9-ABL-5-RJS, com destaque para o intervalo que constitui a fácies Hwl – arenitos e lamitos com estruturas do tipo <i>wavy</i> ou <i>linsen</i> .....	38
Figura 21 - Arenitos e lamitos com laminação plano-paralela ou ritmitos tipo <i>lofting</i> em acamamento heterolítico. (a) Fragmento do testemunho 9-ABL-3A-RJS com enfoque no intervalo que constitui a fácies Hh; (b) Fragmento do testemunho 9-ABL-9D-RJS também ressaltando a fácies Hh. ....	39
Figura 22 - Fragmento do perfil 9-ABL-5-RJS, com destaque para o intervalo que constitui a fácies Hd - arenitos e lamitos com dobras convolutas em acamamento heterolítico. (a) Fotografia tirada do testemunho em 2006; (b) fotografia de 2019; mesma profundidade.....	40
Figura 23 – Intervalo do perfil estratigráfico 9-ABL-3-RJS exemplificando a sucessão de fácies A1. ....	42
Figura 24 – Intervalo do perfil estratigráfico 9-ABL-2-RJS exemplificando a sucessão de fácies A2. ....	43
Figura 25 – Intervalo do perfil estratigráfico 9-ABL-3-RJS exemplificando a sucessão de fácies A3. ....	45
Figura 26 – Intervalo do perfil estratigráfico 9-ABL-6-RJS exemplificando a sucessão de fácies A4. ....	46
Figura 27 - Diagrama ilustrando a complexidade de depósitos de fluxos turbidíticos em perfil transversal. Os depósitos de cor verde simbolizam o material lamítico decantado nas margens de canal (sucessão A2). Já os de cor amarela se referem aos arenitos de transição canal para lobo turbidítico (sucessão de fácies A3) (modificado de Zavala <i>et al.</i> , 2019).....	47
Figura 28 - Esquema longitudinal ilustrando o posicionamento das fácies mais predominantes a partir do desconfinamento do fluxo turbidítico (sucessões de fácies A2 em azul, A3 em amarelo e A4 em verde) (modificado de Zavala <i>et al.</i> , 2019).....	48
Figura 29 – 1) Esquema em planta da distribuição espacial das associações de fácies. Observa-se associação A1 em canal turbidíticos, A2 na margem de canal, A3 na zona de espraiamento (lobo) e A4 em transição para zona mais distal; 2) seção transversal A-A' evidenciando os depósitos de canal e de extravasamento, referentes às sucessões A1 e A2, respectivamente; 3) seção transversal B-B' exemplificando os depósitos na zona de lobo, com a sucessão A3 em domínio e A4 nas margens do lobo (modificado de Zavala <i>et al.</i> , 2019).....	49

## Lista de Quadros

Quadro 1 - Detalhamento dos poços utilizados no trabalho. Em asterisco, destacam-se os poços que foram descritos pela autora. Os demais tiveram suas informações prévias incorporadas no trabalho. ....	6
Quadro 2 - Classificação dos principais tipos de fluxo gravitacional de sedimentos (modificado de Lowe, 1979). ....	13
Quadro 3 - Informações relacionadas aos testemunhos de sondagem descritos de cada poço, como profundidade inicial e final e metragem descrita. Em asterisco, destacam-se os poços que foram descritos pela autora. Os demais tiveram suas informações cedidas pela empresa Repsol Sinopec Brasil e incorporadas no trabalho. ....	28
Quadro 4 - Fácies sedimentares reconhecidas no presente estudo. ....	29
Quadro 5 - Sucessões de fácies distinguidas a partir da caracterização das fácies sedimentares nos perfis estratigráficos dos poços estudados. ....	41

## Sumário

DEDICATÓRIA .....	v
AGRADECIMENTOS .....	vi
RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE QUADROS .....	xi
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO E FINALIDADE .....	2
3. ÁREA DE ESTUDO .....	3
4. MATERIAIS E MÉTODOS .....	5
5. CONTEXTUALIZAÇÃO GEOLÓGICA .....	7
5.1. Bacia de Campos .....	7
5.2. Evolução tectonoestratigráfica da Bacia de Campos .....	7
5.2.1. Fase rifte .....	7
5.2.2. Fase Pós-rifte .....	9
5.2.3. Fase drifte .....	9
5.3. Formação Carapebus .....	10
5.4. Campo Albacora Leste .....	10
6. SISTEMAS TURBIDÍTICOS .....	11
6.1. Fluxos Gravitacionais de Sedimentos .....	13
6.1.1. Fluxo de detritos coesivos .....	13
6.1.2. Fluxo de grãos .....	14
6.1.3. Fluxo fluidizado .....	14
6.1.4. Correntes turbidíticas .....	14
6.2. Fluxos gravitacionais de massa .....	16
6.3. Correntes de fundo .....	16
6.4. Fácies turbidíticas .....	16
6.5. Arquitetura deposicional .....	19
6.5.1. Zona proximal .....	19
6.5.2. Zona mediana e distal .....	21
6.5.3. Arquitetura de reservatórios .....	24
7. RESULTADOS .....	27
7.1. Descrição de Testemunhos .....	27
7.2. Caracterização de Fácies Sedimentares .....	28
7.2.1. Conglomerado maciço (Cm) .....	29
7.2.2. Arenito com ocasionais grânulos e clastos de argila (Am) .....	30
7.2.3. Arenito com estratificação/laminação plano-paralela (Ah) .....	31
7.2.4. Arenito com laminação cruzada e <i>ripples</i> assimétricas (Ar) .....	32
7.2.5. Lamito bioturbados (Lb) .....	33
7.2.6. Lamito com laminação plano-paralela ou ritmito tipo <i>lofting</i> (Lh) .....	34
7.2.7. Arenitos e lamitos maciços em acamamento heterolítico (Hm).....	35
7.2.8. Arenitos e lamitos maciços com estruturas do tipo <i>wavy</i> e <i>linsen</i> (Hwl) .....	36
7.2.9. Arenitos e lamitos com laminação plano-paralela ou ritmitos tipo <i>lofting</i> em acamamento heterolítico (Hh) .....	37

7.2.10. Arenitos e lamitos com dobras convolutas em acamamento heterolítico (Hd) .....	38
7.3. Sucessões de fácies .....	39
7.3.1. Sucessão A1: canal turbidítico .....	40
7.3.2. Sucessão A2: extravasamento de canal .....	41
7.3.3. Sucessão A3: lobo turbidítico .....	42
7.3.4. Sucessão A4: transição lobo – franja .....	43
8. CONCLUSÃO .....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48
APÊNDICE A – SÍMBOLOS E GRANULOMETRIA .....	51
APÊNDICE B – PERFIS ESTRATIGRÁFICOS.....	53

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas três décadas, a descoberta de reservatórios de hidrocarbonetos em águas profundas promoveu considerável avanço no entendimento de ambientes marinhos profundos. Reservatórios situados nas prolíficas bacias da margem continental brasileira, como Campos e Santos, são importantes exemplos. Gerados em contexto drifte, após a quebra do Gondwana destacam-se, por exemplo, depósitos de idades eocênicas a miocênicas, como o Campo de Albacora Leste, na Bacia de Campos.

Primeiramente descritos na década de 70 na Bacia de Campos, depósitos turbidíticos viraram foco de estudo a ponto de serem classificados como os mais importantes reservatórios das bacias brasileiras à época. Atualmente, mesmo com a descoberta dos reservatórios do pré-sal, os reservatórios turbidíticos como dos campos de Frade, Roncador, Marlim, Albacora e Albacora Leste ainda possuem grande relevância econômica (Silva & Borghi, 2013).

Apesar do avanço nos estudos sobre esses depósitos, muitos questionamentos ainda são levantados, como evidências de correntes de fundo oceânico e transporte de massa, assim como diversos mecanismos de início de fluxos turbidíticos, além da complexidade imposta ao registro estratigráfico (Silva & Borghi, 2013). Essas questões geram diferentes interpretações da geometria do depósito resultante (Amy *et al.*, 2005) e impactam no desafio tecnológico e econômico da produção (Silva & Borghi, 2013).

Desta forma, uma interpretação detalhada das fácies sedimentares bem como o entendimento do ambiente deposicional associado são primordiais para compreender o comportamento dinâmico dos reservatórios de campos maduros, como o de Albacora Leste.

## **2. OBJETIVO E FINALIDADE**

O presente estudo tem como objetivo a caracterização de fácies e sucessões de fácies dos depósitos turbidíticos miocênicos do Intervalo Albacora do Campo Albacora Leste, na Bacia de Campos, através da descrição e interpretação de testemunhos de sondagem.

Tem-se como finalidade avaliar a variação das fácies turbidíticas do referido intervalo da Formação Carapebus, como forma de contribuir para o estudo da evolução do ambiente de sedimentação marinho profundo, de suma importância na atividade exploratória de hidrocarbonetos no cenário nacional, como no próprio Campo Albacora Leste, o qual possui concessão válida até 2025, com solicitação de extensão até 2052. Assim, esse estudo se torna extremamente relevante para o desenvolvimento do campo nos próximos anos.

### 3. ÁREA DE ESTUDO

O Campo de Albacora Leste, com área de aproximadamente 511 km<sup>2</sup> e lâmina d'água variando de 800 m a 1500 m, está localizado na parte norte da Bacia de Campos (Figura 1) e se encontra a cerca de 120 km do Cabo de São Tomé (município de Campos dos Goytacazes) - ANP (2016).

O reservatório Albacora está localizado ao longo de uma vasta área na Bacia de Campos, abrangendo em parte da sua extensão o Campo Albacora Leste. Os poços a serem estudados nesse trabalho encontram-se na porção noroeste-central do campo (Figura 2).

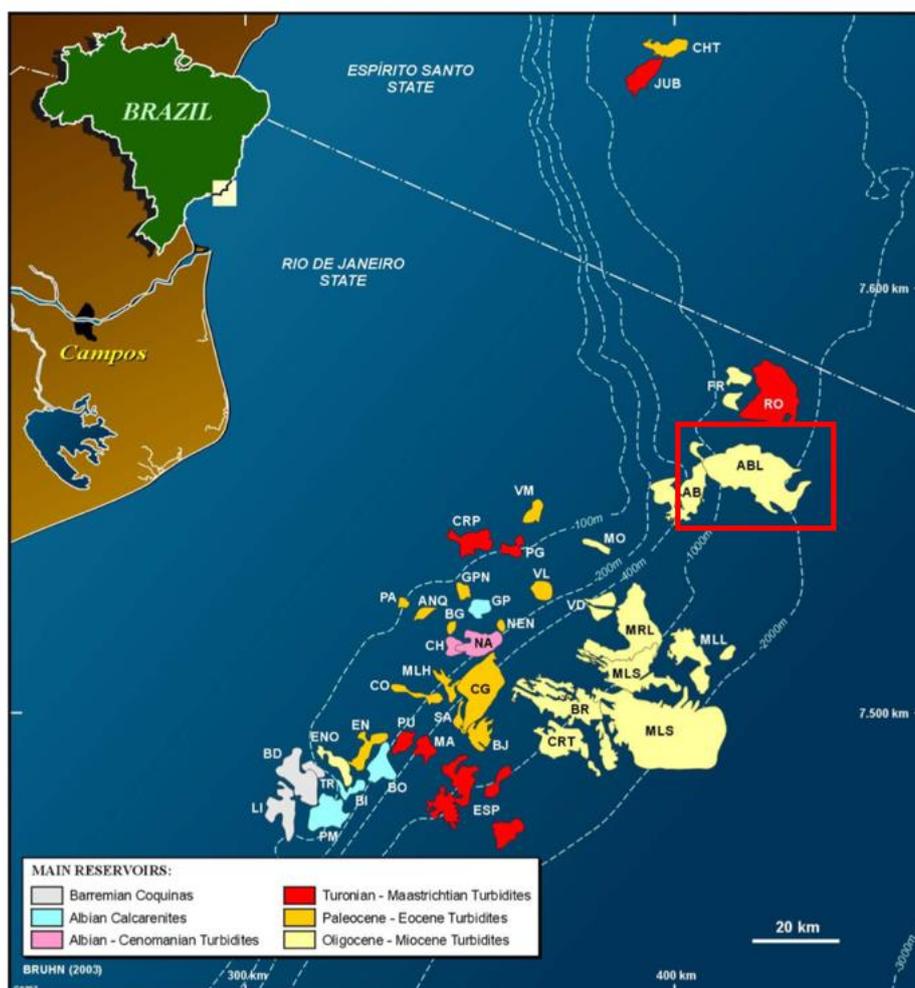


Figura 1 - Mapa de localização do Campo Albacora Leste, na Bacia de Campos (Bruhn, 2003).

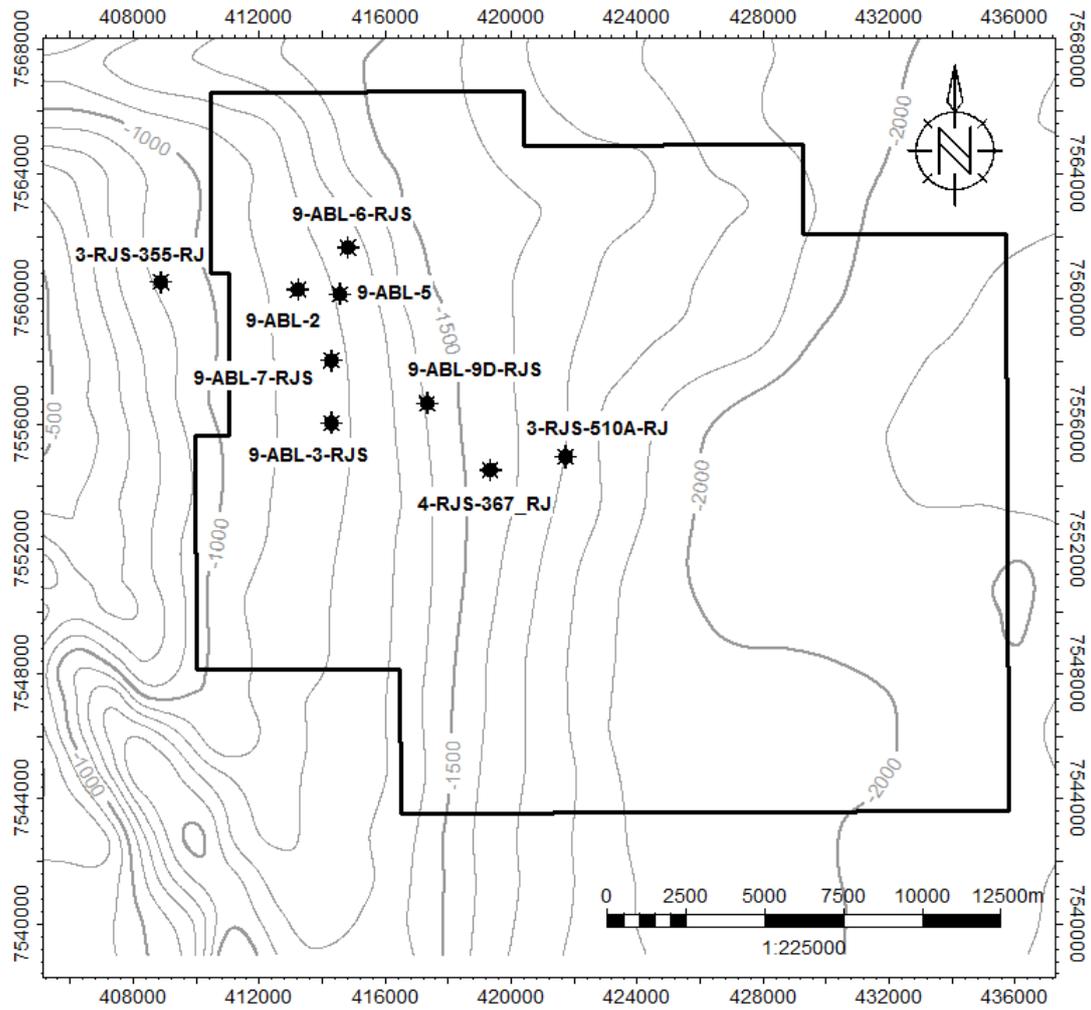


Figura 2 – Limite da concessão e localização dos poços utilizados no presente estudo pertencentes ao Campo Albacora Leste. Os poços 9-ABL-3A-RJS e 9-ABL-3B-RJS possuem mesma coordenada do poço 9-ABL-3-RJS, e, por isso, não aparecem na figura.

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em três etapas: pesquisa bibliográfica; descrição e interpretação de testemunhos de sondagem, em conjunto com a caracterização de fácies sedimentares; e, por fim, a compilação dos dados nesse trabalho final de curso.

Na primeira etapa foi feito um levantamento bibliográfico sobre a Bacia de Campos, bem como acerca dos ambientes e sistemas turbidíticos, tomando como base artigos e livros voltados ao assunto.

O intervalo de interesse neste estudo foi definido a partir da obtenção dos testemunhos de sondagem para descrição, que pertencem ao intervalo miocênico do campo. Nesta etapa, com autorização das empresas parceiras na produção do Campo Albacora Leste (Petrobras S.A. e Repsol Sinopec Brasil), houve acesso aos testemunhos, por cinco dias em janeiro de 2019, no Centro de Pesquisa da Petrobras, localizado no Parque Tecnológico na Ilha do Fundão, Rio de Janeiro. Neste momento foram descritos três poços (9-ABL-5-RJS, 9-ABL-7-RJS, 9-ABL-9D-RJS). Além destes, houve a incorporação da descrição de testemunhos de sondagem de mais oito poços, cedida pela empresa Repsol Sinopec Brasil (Quadro 1). Essa descrição foi realizada através do aplicativo de celular *LithoHero*, desenvolvido para criar automaticamente perfis estratigráficos com base nas características das rochas documentadas no próprio aplicativo, otimizando o tempo designado à tarefa. A profundidade do material descrito é de sondador.

A descrição seguiu inicialmente com a caracterização dos testemunhos com base nas litologias e estruturas presentes para definir as fácies. O conceito de fácies adotado é tratado como um volume de sedimento ou rocha sedimentar caracterizada e distinguida das demais pela litologia, estruturas sedimentares, cores e grau fossilífero. Dentre as principais feições utilizadas na definição das fácies, destacam-se as estruturas sedimentares observadas com atenção pelo fato do material ser predominantemente inconsolidado, além de, em menor proporção, ocorrências de fitoclastos e bioturbações. Posteriormente, as fácies foram organizadas em sucessões relacionadas às diferentes porções do sistema deposicional. As caracterizações foram realizadas na escala de 1:40, perfazendo um total de 253,94 metros de rocha.

As diferentes fácies e o testemunho foram fotografados, e as descrições posteriormente digitalizadas utilizando o *software* Adobe Illustrator.

Quadro 1 - Detalhamento dos poços utilizados no trabalho. Em asterisco, destacam-se os poços que foram descritos pela autora. Os demais tiveram suas informações prévias incorporadas no trabalho.

<b>Poço</b>	<b>Intervalo Testemunhado (m)</b>	<b>Espessura Atual (m)</b>
3-RJS-355-RJ	2448,50 – 2664,50	22,54
3-RJS-510A-RJ	2354,00 – 2357,80	3,80
4-RJS-367-RJ	2458,50 – 2470,75	4,25
9-ABL-2-RJS	2394,00 – 2624,69	55,62
9-ABL-3-RJS 9-ABL-3A-RJS 9-ABL-3B-RJS	2510,00 – 2590,00	52,71
9-ABL-5-RJS *	2468,00 – 2577,80	30,73
9-ABL-6-RJS	2493,00 – 2514,30	21,30
9-ABL-7-RJS *	2506,00 – 2581,30	35,55
9-ABL-9D-RJS *	2528,00 – 2609,40	27,44
TOTAL		253,94

## 5. CONTEXTUALIZAÇÃO GEOLÓGICA

### 5.1. Bacia de Campos

A Bacia de Campos é uma das maiores bacias *offshore* do Brasil, com área equivalente a 100.000 km<sup>2</sup>, com mais de 1.600 poços perfurados nos últimos 30 anos (Winter *et al.*, 2007). Localizada na porção sudeste da margem continental brasileira, a bacia é limitada nas porções norte e sul por dois altos estruturais. Na porção norte há o Alto de Vitória, que a limita da Bacia do Espírito Santo, enquanto a sul a bacia é limitada pelo Alto de Cabo Frio, que a separa da Bacia de Santos (Figueiredo Jr. *et al.*, 2015). A oeste, a bacia é delimitada do embasamento cristalino da Faixa Ribeira por um sistema de falhas NE-SW. Já a leste a delimitação é dada pelo Platô de São Paulo.

### 5.2. Evolução tectonoestratigráfica da Bacia de Campos

A origem da Bacia de Campos está inserida no contexto geotectônico da fragmentação do paleocontinente Gondwana durante o Mesozoico. Dentro desse contexto, processos distensivos nas rochas pré-cambrianas da Faixa Ribeira (Winter *et al.*, 2007) causaram a geração de estruturas do tipo rifte, horste, gráben e hemigráben de orientação preferencial NE-SW, com variações N-S e NW-SE, definindo depocentros e altos estruturais ao longo do que hoje é a costa brasileira (Kowsmann, 2015).

As rochas gnáissicas da Faixa Ribeira compõem o embasamento cristalino da bacia, sobre o qual estão depositados os basaltos hauterivianos da Formação Cabiúnas, inseridos na Fase rifte (Winter *et al.*, 2007). A Figura 3 detalha toda a evolução tectonoestratigráfica da Bacia de Campos, onde estão presentes a Formação Cabiúnas e os grupos Lagoa Feia, Macaé e Campos da Fase rifte a Fase drifte.

#### 5.2.1. Fase rifte

O início da Fase rifte, durante o Neocomiano, é caracterizado por derrames ígneos subalcalinos de basaltos e diabásios, pertencentes à Formação Cabiúnas (Winter *et al.*, 2007). *Intertrapes* de material siliciclástico, provenientes de diversos ambientes, como lagunares salinos ou doces, deltas, leques ou planícies aluviais, ocorrem entre os derrames (Grassi *et al.*, 2004). As sequências posteriores, dentro de um contexto tectônico distensional, fazem parte do Grupo Lagoa Feia. Entre o Barremiano e o início

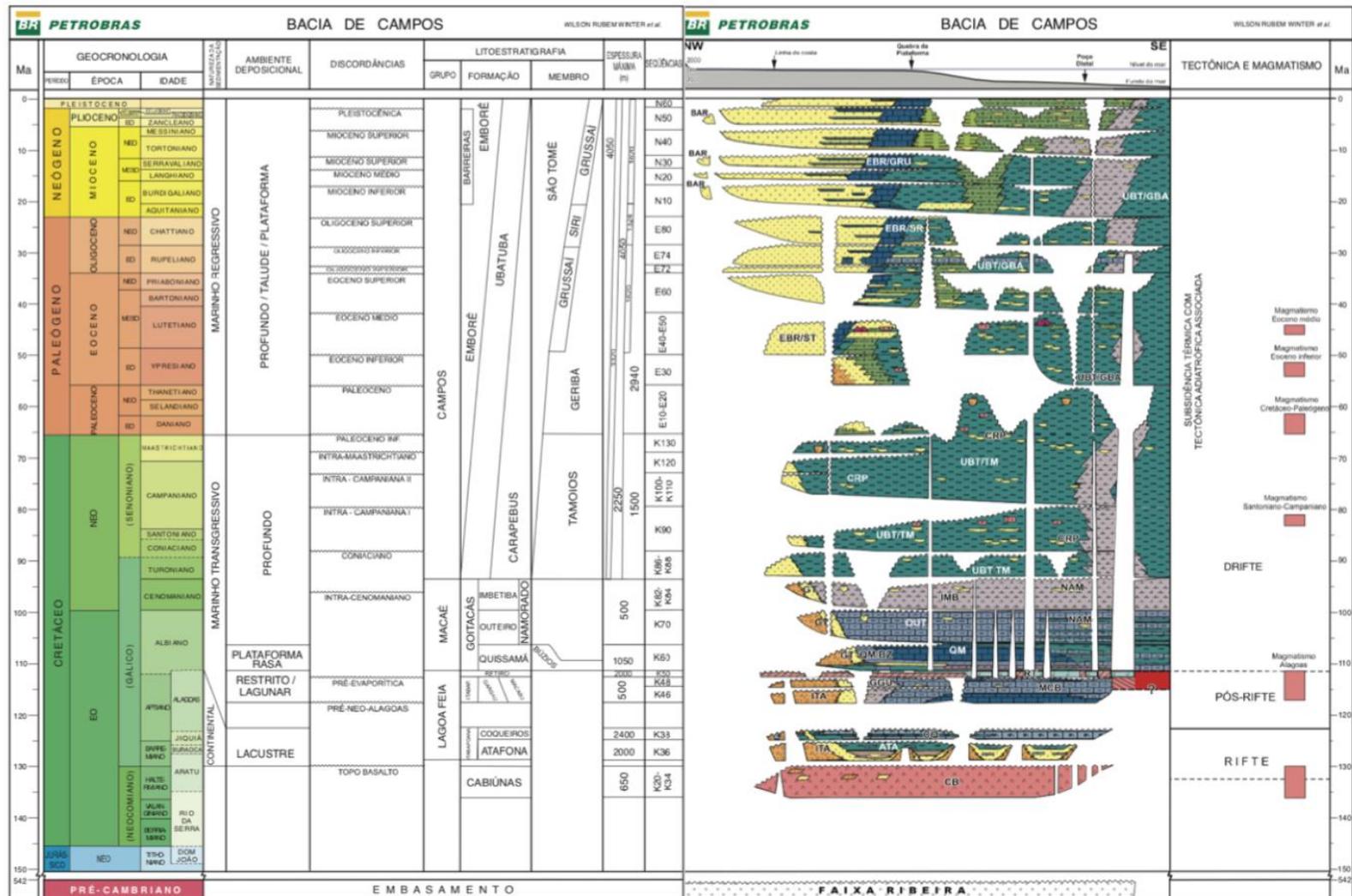


Figura 3 - Quadro estratigráfico da Bacia de Campos, com destaque para as fases de desenvolvimento da bacia e suas principais unidades litostrotigráficas (Winter *et al.*, 2007).

do Aptiano, e com discordância basal com a Formação Cabiúnas, foram depositadas rochas siliciclásticas proximais à borda de falha e rochas carbonáticas em ambientes lacustres (Winter *et al.*, 2007).

### 5.2.2. Fase Pós-rifte

Caracterizada como Sequência Transicional, as sequências da Fase Pós-rifte, também pertencentes ao Grupo Lagoa Feia, se encontram em discordância com a sequência de rochas de origem lacustre da fase anterior. Por ser uma passagem para um ambiente marinho, há uma grande variedade litológica nesse intervalo. Primeiramente, em um padrão progradacional, há predominância de conglomerados e arenitos nas porções proximais. Na porção superior, em um momento transicional para um padrão retrogradacional caracterizado por uma subida eustática, observa-se primeiramente sedimentos carbonáticos, margas e arenitos relacionados a ambiente raso, passando para calcários estromatolíticos e laminitos microbiais nas porções mais distais (Winter *et al.*, 2007).

No final da Fase Pós-rifte, durante período de deposição de 0,7 a 1,0 Ma, devido à entrada restrita de águas marinhas, depósitos espessos de evaporitos, como anidrita, halita e carnalita, foram precipitados, em um estágio de quiescência tectônica. Escassos eventos de reativações de falhas causaram movimentos halocinéticos desses depósitos, os quais moldaram o substrato das sequências posteriores (Dias *et al.*, 1990).

### 5.2.3. Fase drifte

Em um estágio de tectonismo adiastrófico, deu-se início a Fase drifte ou Megassequência Marinha. Esse período está relacionado a depósitos sedimentares marinhos sob regime de subsidência térmica (Winter *et al.*, 2007). Essas condições tectônicas acrescidas de elevação eustática deram origem à sedimentação carbonática de alta a moderada energia, através de ciclos de raseamento ascendente correspondente a base do Grupo Macaé (Winter *et al.*, 2007). Em um período de aprofundamento da coluna d'água, a sedimentação de hemipelágicos se tornou predominante, representando o topo do Grupo Macaé (Grassi *et al.*, 2004).

No início do Cretáceo Final, a partir do Turoniano, dá-se início a deposição do Grupo Campos, envolvendo as formações Ubatuba, Carapebus e Emborê, que caracterizam os depósitos de fluxos hiperpicnais de sistemas turbidíticos em ambiente marinho profundo começam a ocorrer. A partir do Paleoceno, esses depósitos de

sistemas turbidíticos se estendem significativamente e preenchem as calhas halocinéticas e baixos deposicionais tectônicos da bacia (Grassi *et al.*, 2004), se amalgamando verticalmente e coalescendo lateralmente causando inversão de depocentros. Nas sequências turbidíticas do Eoceno médio e Oligoceno estão localizadas enormes acumulações de hidrocarbonetos (Guardado *et al.*, 1989; Rangel *et al.*, 1998). A partir do Mioceno, sedimentos lamíticos recobriram esses complexos, sobrecarregando o substrato e causando ativação de falhas lítricas, gerando migração para acumulação de hidrocarbonetos em depósitos posteriores (Guardado *et al.*, 1989; Pessoa *et al.*, 1999).

### **5.3. Formação Carapebus**

A Formação Carapebus que faz parte do Grupo Campos e tem sua idade inicial de deposição no Cretáceo Final, a partir do Turoniano. Seus depósitos foram basicamente gerados por fluxos hiperpicnais em ambiente batial superior e progressivamente migrados para maiores profundidades, confinados em calhas no talude de direção NW-SE, em momento de grande transgressão marinha. Os depósitos proximais são compostos por arenitos avermelhados típicos de ambiente plataformal raso, os intermediários se constituem principalmente de folhelhos e, nas porções distais, predominam margas intercaladas com arenitos (Winter *et al.*, 2007).

No Mioceno final, a Formação Carapebus sofre deslocamento em direção *offshore*, migrando seus depósitos para ambientes mais profundos, caracterizados por arenitos de depósitos turbidíticos densos, sedimentos finos e grande concentração de depósitos de fluxos gravitacionais (Machado *et al.*, 2004 e Winter *et al.*, 2007). Esses depósitos se assentaram em topografia controlada pela halocinese, com controle estrutural dado pela presença de falhas lítricas (Machado *et al.*, 2004), que permitiu os depósitos da formação se distribuírem amplamente vertical e horizontalmente, com propriedades petrofísicas interessantes para produção de hidrocarbonetos.

### **5.4. Campo Albacora Leste**

O Campo Albacora Leste foi descoberto em março de 1986 pela Petrobras S.A. com o poço 1-RJS-342-RJ, possui uma área de 511km<sup>2</sup> e está localizado em lâmina d'água que varia de 800 a 1500 metros de profundidade. A partir de 2003, a empresa Repsol Sinopec Brasil entra como parceira tendo 10% dos direitos do campo. Em abril

de 2006 teve início a produção do campo; atualmente o campo possui mais de 130 poços perfurados, com 29 destes em atividade. A concessão de produção do campo é válida até 2025, porém, após pedido de extensão, pode ter seu prazo de atividade adiado para 2052 (Propriedade intelectual Repsol Sinopec Brasil).

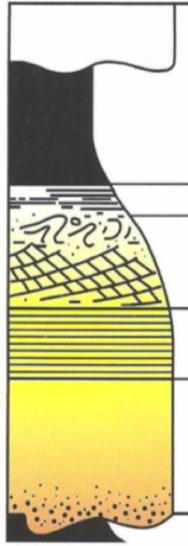
O Campo Albacora Leste se encaixa em um contexto de complexo sistema turbidítico. Os principais reservatórios do campo são arenitos miocênicos da Formação Carapebus, chamados de Arenitos Albacora, além do reservatório Caratinga, de idade oligocênica. Todos possuem como rocha geradora os depósitos da Formação Lagoa Feia.

## 6. SISTEMAS TURBIDÍDICOS

Nas primeiras publicações sobre os sistemas turbidídicos, esses depósitos eram definidos exclusivamente como marinhos. Com o passar dos anos, os estudos evoluíram para uma avaliação da relação de suas ocorrências com variações eustáticas. Atualmente questiona-se na literatura acerca das semelhanças entre turbiditos, hiperpicnitos e depósitos de correntes de fundo ou correntes de superfície que tocam o fundo (Monteiro de Lima, 2004).

Uma clássica referência para o estudo de turbiditos é Bouma (1962). Nesse estudo, propõe-se uma classificação das sucessões verticais de depósitos de fluxos de alta a baixa densidade. Normalmente, correntes de turbidez iniciam-se com fluxos de alta densidade e, com a evolução da deposição, essas correntes tendem a seguir em baixa densidade (D'Avila *et al.*, 2008).

Sendo caracterizada em cinco divisões (Figura 4), a chamada Sequência de Bouma se inicia, na base, pela divisão Ta, com arenitos médios a grossos, com estrutura maciça ou gradação normal, podendo ter clastos de argila e base erosiva. A divisão posterior, Tb, é caracterizado como arenitos finos a médios com laminação paralela. Essas duas divisões se formam em regime de fluxo superior. Definindo a divisão Tc, com a diminuição do regime de fluxo, com ocorrência de arenitos finos com marcas de onda, podendo ser deformadas e gerar convoluções e estruturas de fluidização. A divisão Td se refere a siltitos com laminações paralelas, passando, por fim, à divisão Te, que se define pela presença de argilitos maciços e hemipelágicos (Haughton *et al.*, 2006).



Bouma (1962)	Litologia	Estrutura
Te	Lama pelágica	Maciço
Td	Siltito	Laminado
Tc	Arenito fino	Marcas de onda assimétricas cavalgantes, estruturas de convolução
Tb	Arenito fino a médio	Laminação plano-paralela
Ta	Arenito médio a grosso, base cascalhosa	Maciço ou gradação normal
Estrutura de carga e erosão do substrato		

Figura 4 - Sequência de Bouma (modificado de Pickering *et al.*, 1986).

De acordo com Shanmugan (1997), a distribuição de areias turbidíticas pode ser interpretada a partir de modelos de leques submarinos com canais e lobos. É preciso uma análise bem aprofundada sobre essas areias ultraprofundas para que não haja interpretações errôneas de areia, podendo causar consequências econômicas negativas.

Para Middleton & Hampton (1973) existem diversos tipos de fluxo caracterizando depósitos marinhos. São esses: fluxos gravitacionais de sedimentos, fluxos gravitacionais de massa e correntes de fundo. Estudos recentes na bacia de Campos, relacionam os depósitos turbidíticos essencialmente aos fluxos gravitacionais de sedimentos em porções proximais do talude. Alguns dos principais tipos de fluxo gravitacionais de sedimentos foram definidos por Lowe, 1979 (Quadro 2).

Quadro 2 - Classificação dos principais tipos de fluxo gravitacional de sedimentos (modificado de Lowe, 1979).

Fluxo	Mecanismo de Suporte de Sedimento	Comportamento Dinâmico
Fluxo de detritos coesivos	Coesão entre grãos (argila)	Plástico
Fluxo de grãos	Coesão entre grãos (fricção)	Plástico
Fluxos fluidizados	Movimento ascendente de fluxo de fluido	Fluido
Correntes de turbidez	Turbulência	Fluido

### 6.1. Fluxos gravitacionais de sedimentos

Os fluxos gravitacionais de sedimentos podem ser subdivididos em fluxo de detritos coesivos, fluxo de grãos, fluxo fluidizado e corrente de turbidez, de acordo com suas propriedades reológicas e seus mecanismos de suporte de grãos (Lowe, 1982). A Figura 5 exemplifica as transições entre os depósitos referentes a esses tipos de fluxo.

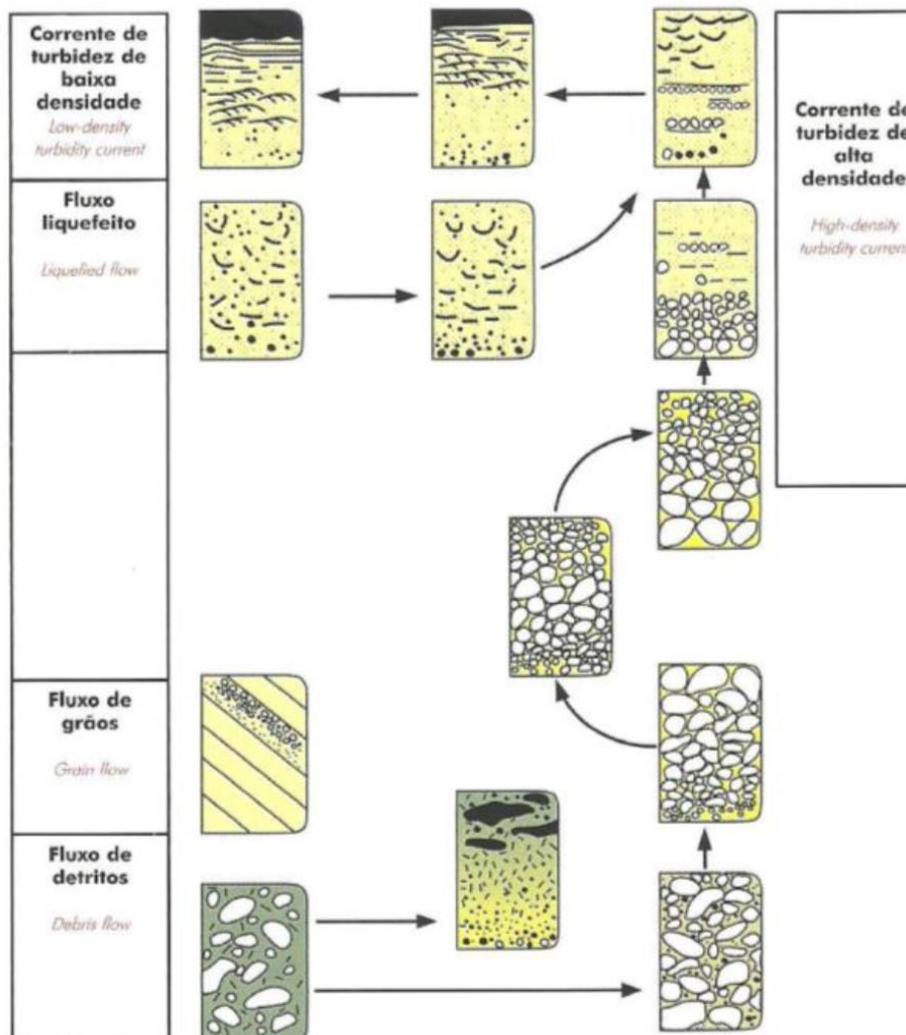


Figura 5 - Esquema das transições entre os depósitos dos diferentes tipos de fluxos gravitacionais de sedimentos (Lowe 1982 *apud* D'Avila et al., 2008).

#### 6.1.1. Fluxo de detritos coesivo

Fluxos de detritos são fluxos de alta viscosidade, mal selecionados mas com considerável presença de materiais finos, que dão comportamento plástico ao fluxo. Seus depósitos são maciços, onde os clastos são suportados em matriz coesa de material lamoso e fluido intersticial que consegue reduzir o atrito dos grãos, permitindo grandes deslocamentos ao longo de diversos tipos de inclinação de taludes e ainda preservação de fósseis frágeis. Estruturas trativas não conseguem se desenvolver nesse tipo de fluxo

e, se são encontradas no topo desse tipo de depósito, significam que são resultado de retrabalhamento por fluxo distinto. Fluxos de detritos viscosos podem gerar estruturas de gradação inversa, enquanto fluxos menos coesos podem formar estruturas de gradação normal (Haughton *et al.*, 2006, D'Avila *et al.*, 2008).

#### 6.1.2. Fluxo de grãos

Esse tipo de fluxo pode estar relacionado a correntes de turbidez de alta densidade. Ocorre tanto em ambiente subaéreo quanto subaquoso, em gradientes de fundo marinho elevados. Sua definição é baseada no contato entre os grãos por colisão, chamado efeito de pressão dispersiva. Esses depósitos são compostos por arenitos e conglomerados maciços, ou com estrutura de gradação inversa, que pode ser causada, por exemplo, pelo aumento da pressão dispersiva na base do fluxo, que faz com que partículas maiores, sendo mais afetadas, sejam levadas ao topo, ou simplesmente por filtragem cinética, que gera deposição de grãos menores junto a grãos maiores (D'Avila *et al.*, 2008).

#### 6.1.3. Fluxo fluidizado

Lowe (1982) descreve fluxos fluidizados como fluxos concentrados de grãos em suspensão por alta pressão de poro e movimento ascendente. Ao mesmo tempo que o fluido realiza esse movimento, grãos maiores tendem a decantar, ocorrendo competição entre eles e causando aumento da pressão, até o escape do fluido pelos espaços porosos entre os grãos (D'Avila *et al.*, 2008).

Tendo um gradiente significativo atuando na aceleração do fluido, é necessária uma ativação estrutural para que esse fluido seja disparado. Nesse contexto, com o aumento da pressão porosa, esses grãos maiores, não estando em contato, não conseguem decantar e continuam em suspensão no fluido. Quando ocorre a aproximação entre eles, ocorre congelamento friccional, gerando depósitos maciços, mal selecionados e com estruturas de fluidização (D'Avila *et al.*, 2008).

#### 6.1.4. Correntes turbidíticas

De acordo com Lowe (1982) e Mutti (1992), correntes turbidíticas são fluxos gravitacionais de sedimentos nos quais os grãos são mantidos em suspensão por fluidos turbulentos. Esses fluxos são gerados a partir de colapso de talude ou então por fluxos de massa provenientes da costa. Atualmente, essas correntes são conhecidas como fluxo

gravitacional bipartido, com base altamente concentrada e laminar e com topo mais diluído e turbulento. O conhecimento de depósitos turbidíticos em si é dado por distribuição espacial e textural dos corpos, desencadeados a partir de eventos de curta duração, como ondas de tempestade e instabilidade de talude ou de mais longa duração, como progradações fluviais, gerando correntes turbidíticas por fluxos hiperpicnais (D'Avila *et al.*, 2008).

Correntes turbidíticas possuem três compartimentos principais: cabeça, corpo e cauda (Figura 6). A cabeça da corrente é a parte com maior velocidade, com maior turbulência e erosão. Ela pode ser bem mais espessa do que os outros compartimentos, além de os grãos mais grossos estarem nela concentrados. Estruturas como turboglifos são formadas, além de marcas de objetos. O corpo possui a maior uniformidade do fluxo. A cauda é intervalo que carrega predominantemente os grãos mais finos, que reduzem o atrito e aumentam a densidade da corrente, aumentando a turbulência na parte superior do fluxo. Quando esses finos são depositados, aumenta o choque entre os grãos, causando desaceleração do fluxo e deposição do material mais grosso (D'Avila *et al.*, 2008).

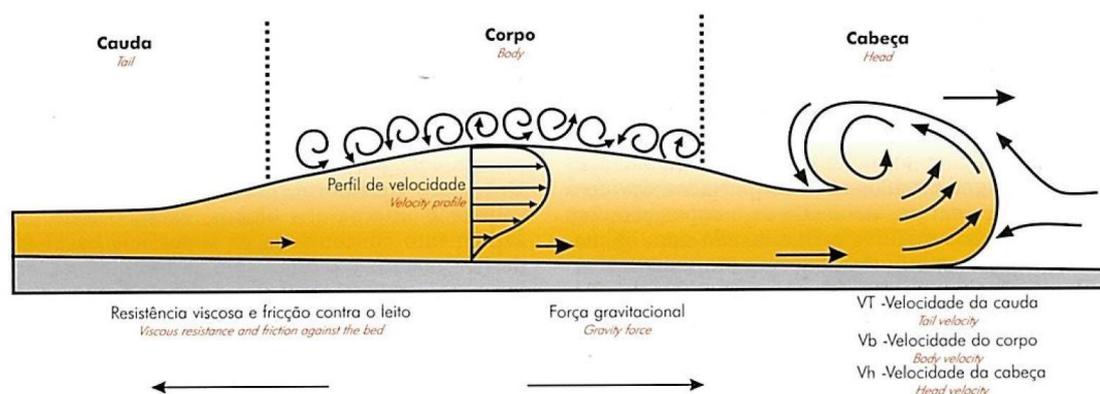


Figura 6 - Corrente turbidítica em corte longitudinal e seus três compartimentos: cabeça, corpo e cauda. (Pickering *et al.*, 1986 modificado por D'Avila *et al.*, 2008).

Dois principais tipos de correntes turbidíticas podem ser considerados: correntes de baixa densidade, que são constituídas principalmente por sedimentos finos no qual o suporte dos grãos é independente da sua concentração; e correntes de alta densidade, que incluem maior variação granulométrica, onde o suporte de partículas depende dos efeitos causados pela concentração de material (Lowe, 1982).

#### 6.1.4.1. Correntes de turbidez de baixa densidade

A deposição das correntes de baixa densidade, caracterizadas por sedimentos finos em suspensão, tem início com a desaceleração de fluxo ao longo do fundo de leito, gerando deposição de areias por tração, dando sequência à deposição de material lamoso com influência mista de tração e suspensão, a ponto de formar feições de finas laminações. Após a diminuição do fluxo turbulento, ocorre a deposição de hemipelágicos em suspensão, finalizando e definindo um tipo de sedimentação gradacional (Lowe 1982; D'Avila *et al.*, 2008).

#### 6.1.4.2. Correntes de turbidez de alta densidade

Fluxos turbulentos de alta densidade incluem todos os tamanhos de grãos e são eficazes no transporte e depósito de sedimentos em mar profundo.

Com a desaceleração da corrente, ondas de sedimentação começam a se desenvolver, diminuindo a densidade do fluxo, com a deposição progressiva dos sedimentos mais grossos e, por fim, os mais finos. Esse processo gera depósitos com granulometria decrescente, com base erosiva por conta da alta densidade da corrente (Lowe, 1982; Haughton *et al.*, 2006; D'Avila *et al.*, 2008).

#### 6.1.4.3. Correntes de turbidez de alta densidade arenosas e cascalhosas

Definidas por Lowe (1982), as correntes de alta densidade podem ser divididas em arenosas ou cascalhosas. A primeira se refere ao predomínio de areia grossa a grânulos, que se sustentam no fluxo devido à intensa turbulência e dificuldade de deposição por decantação, exceto na base do fluxo, zona de maior atrito (cisalhamento). Por outro lado, as correntes cascalhosas possuem grãos variando de seixo a calhau, sustentados pela pressão dispersiva e flutuabilidade da matriz. Essa corrente tende a causar forte erosão e a ter seu fim como fluxos de detritos laminares (D'Avila *et al.*, 2008).

### **6.2. Fluxos gravitacionais de massa**

Fluxos gravitacionais de massa são processos de ressedimentação associados aos fluxos de detritos (Galloway, 1998), com maior gradiente de fundo marinho. A diferença entre os dois é pelo fato de, no fluxo de massa, ocorrer a preservação parcial

interna da rocha protólito. Fluxos gravitacionais de massa podem se tornar fluxos de detritos e até correntes de turbidez (D'Avila, 2008).

Os depósitos gravitacionais de massa podem ser divididos em dois tipos principais: escorregamentos e deslizamentos, se diferenciando no grau de deformação interna, maior em escorregamento.

### **6.3. Correntes de fundo**

Correntes de fundo são caracterizadas genericamente como movimento aquoso em águas profundas, sem necessariamente ter ligação com fluxo gravitacional de sedimentos. Essas correntes podem ser ativadas por diversos tipos de influência, como marés, ondas internas e de superfície e tempestades profundas (bênticas) (Stow, 1986; Pickering *et al.*, 1989). Quando essas correntes, por atuação mecânica, acompanham as margens continentais pelos contornos batimétricos, elas também são chamadas de correntes de contorno.

A composição dos chamados contornitos depende do tipo de fonte sedimentar, podendo variar de siliciclástica, vulcânica ou até calcárea. As correntes de fundo podem ser capazes de transportar diversos tipos de tamanho de grão, variando de material fino a arenoso, gerando diversas estruturas, como laminação, marcas de corrente, superfície erosiva, entre outras. Correntes de fundo muito fortes podem até erodir o fundo marinho, formando contornitos de cascalho (Faugères & Stow, 1993).

### **6.4. Fácies turbidíticas**

Analisar depósitos turbidíticos significa analisar os momentos finais de deposição desses fluxos, o que pode dar margem a diversas interpretações, podendo influenciar economicamente uma atividade exploratória.

A forma mais adequada de analisar esses depósitos, segundo Mutti (1992) e Mutti *et al.* (1999), é utilizar o conceito de trato de fácies; neste caso o arcabouço genético de fácies turbidíticas. Esse conceito se refere à relação entre fácies num contexto espacial, levando em consideração a segregação textural durante a dinâmica dos fluxos gravitacionais, com o reajuste da competência da corrente a partir de processos de erosão, deposição e transformação de fluxo. Mutti (1992) também leva em consideração o conceito de fluxo bipartido para as correntes de turbidez; os diversos mecanismos que suportam os diferentes tamanhos de grãos durante toda a movimentação de fluxo; o processo de ondas de sedimentação com ciclos de tração e

suspensão variando a densidade da corrente turbidíticas; a evolução das correntes e transformações de fluxo, causando segregação paulatina da carga sedimentar; o salto hidráulico da passagem de trechos confinados para não-confinados; além de variação na eficiência do fluxo, isto é, na capacidade de distribuição de sedimentos na bacia (Paim & D'Avila, 2003).

Mutti (1992) propõe nove fácies principais referentes a depósitos de fluxos de detritos coesivos (fácies F1), fluxos hiperconcentrados (fácies F2), depósito residual derivado da transformação de um fluxo hiperconcentrado para uma corrente de turbidez de alta densidade (fácies F3), depósitos de correntes de turbidez de alta densidade (fácies F4 a F8) e de baixa densidade (fácies F9). Essas fácies são agrupadas em quatro populações de tamanho de grão: matacão a pequenos seixos; pequenos seixos a areia grossa; areia média a fina; areia fina a lama. Mutti *et al.* (1999) excluíram a fácies F1 por admitirem que os fluxos de detritos não possuiriam relação genética com as correntes de turbidez, tendo relação com fluxos hiperpicnais desenvolvidos em períodos de cheias fluviais catastróficas.

A fácies F2 se define como um paraconglomerado com matriz areno-lamosa com frequente presença de clastos da área fonte e com lamitos erodidos do talude. Ao ocorrer uma queda na viscosidade da matriz, a fração cascalhosa decanta, predominando no topo a fração mais arenosa. Essa transição para matriz areno-lamosa caracteriza uma fácies transicional F2-F3. A fácies F3 está relacionada aos cascalhos basais, que são tracionados pelo fluxo turbulento da parte superior da corrente, e que formam barras de ortoconglomerados com acresção frontal. Os sedimentos finos são então depositados acima desses conglomerados com a diminuição da velocidade do fluxo, caracterizando uma zona de *by-pass* e dando um aumento no gradiente de granulometria, passando para depósitos de grãos muito mais finos, justificando o transporte de areia no seguimento do fluxo (Paim & D'Avila, 2003).

Seguindo o comportamento da corrente de turbidez, os grãos de seixo e areia grossa que seguiram em transporte no fluxo pela carga basal são tracionados e depositados, caracterizando a fácies F4 como arenito muito grosso, seixoso, com estrutura de laminação plano-paralela e gradação inversa, através de escape de fluidos e aumento da turbulência no topo da corrente. Caso não haja considerável escape de fluidos, o fluxo não aumenta sua turbulência, não tendo capacidade de tracionar o leito areno-lamoso, definindo assim a fácies F5 como arenitos grossos, mal selecionados, maciços ou com estruturas de escape de fluidos. Esses mesmos depósitos areno-lamosos

de fundo de leito, mas que seguiram pela corrente sofrem separação do material fino e escape total dos fluidos. Os sedimentos mais grossos podem então ser retrabalhados através de tração. Assim, a fácies F6 é representada como arenitos grossos a médios, com estrutura de laminação plano-paralela ou estratificação cruzada acanalada. Essa fácies é frequente na transição de *by-pass* canal-lobo, onde há muita tração de areia grossa por turbulência muito alta (Paim & D'Avila, 2003).

O material arenoso que atravessa a região de transição entre canal e lobo se deposita na zona dos lobos e se identifica como fácies F7, em fluxo combinado de tração de base de fluxo (material grosso) com decantação de material médio a fino que até então se encontrava suspenso na zona de turbulência. Esses depósitos são classificados como intercalação de finas camadas de areia grossa e de areia média a fina. Em zona mais distal se encontra a fácies F8, definida como material arenoso fino, maciço, oriundo do material em suspensão que sofre decantação, sem nenhuma influência trativa.

Por fim, a fácies F9 é definida como os depósitos mais distais do sistema, em região onde praticamente não há influência da corrente de turbidez, na franja de lobos. Ela é composta de grãos lamosos e arenosos muito finos em deposição por combinação de decantação e tração formando estruturas de laminação oblíqua cavalgante nas areias.

## **6.5. Arquitetura deposicional**

Sistemas de ambiente marinho profundo podem ser classificados utilizando informações de diversos aspectos deposicionais. A integração de informações fisiográficas e faciológicas de seus depósitos, seus processos associados, além de informações de subsuperfície, permite interpretar geometrias de corpos turbidíticos de acordo com as regiões de deposição, como zona proximal, mediana e distal, com base em trabalhos clássicos desenvolvidos em comparação de sistemas antigos e análogos (Paim *et al.*, 2003).

### **6.5.1. Zona proximal**

Numa região onde os depósitos são carregados para uma zona próxima à área fonte, é provável que estes sejam transportados em fluxos de alta energia, como por fluxos gravitacionais de massa. Feições de canais meandantes, entrelaçados ou relativamente retos são comuns nessa região (Paim *et al.*, 2003).

Quando grandes aportes de sedimentos turbidíticos ocorrem em regiões proximais, a carga mais grossa é depositada no eixo canalizado e os demais sedimentos transbordam os diques marginais, deixando seu material fino na zona de extravasamento do canal. Outras correntes podem cortar esses depósitos e gerar outros do tipo *crevasse* (Paim *et al.*, 2003).

Nas regiões proximais também existem canais erosivos, mistos ou deposicionais (Figura 7). Canais erosivos servem como transporte direto de sedimentos para a região de lobo, mantendo cascalhos em seu interior. Em canais mistos ocorre tanto deposição de parte dos sedimentos como servem de passagem de sedimentos para outras zonas. Os deposicionais são aqueles em que a corrente de turbidez não possui força suficiente para transporte dos sedimentos, depositando nesses espaços canalizados e em suas margens (Galloway, 1998).

Complexos de canais turbidíticos são definidos como acumulações de granulometria grossa que preenchem as calhas recortadas por erosão. Esses sedimentos grossos – conglomerados maciços, ou com gradação; diamictitos ou arenitos muito grossos - podem erodir camadas lamíticas anteriores e, assim, possuírem intraclastos de argila em sua composição. São depositados através de fluxos de detritos hiperconcentrados ou correntes de turbidez de alta densidade por congelamento friccional (Paim *et al.*, 2003).

Os sistemas turbidíticos não canalizados normalmente possuem lobos conglomeráticos e areníticos com base erosiva através de combinação de fluxos trativos e suspensivos de corrente de alta densidade.

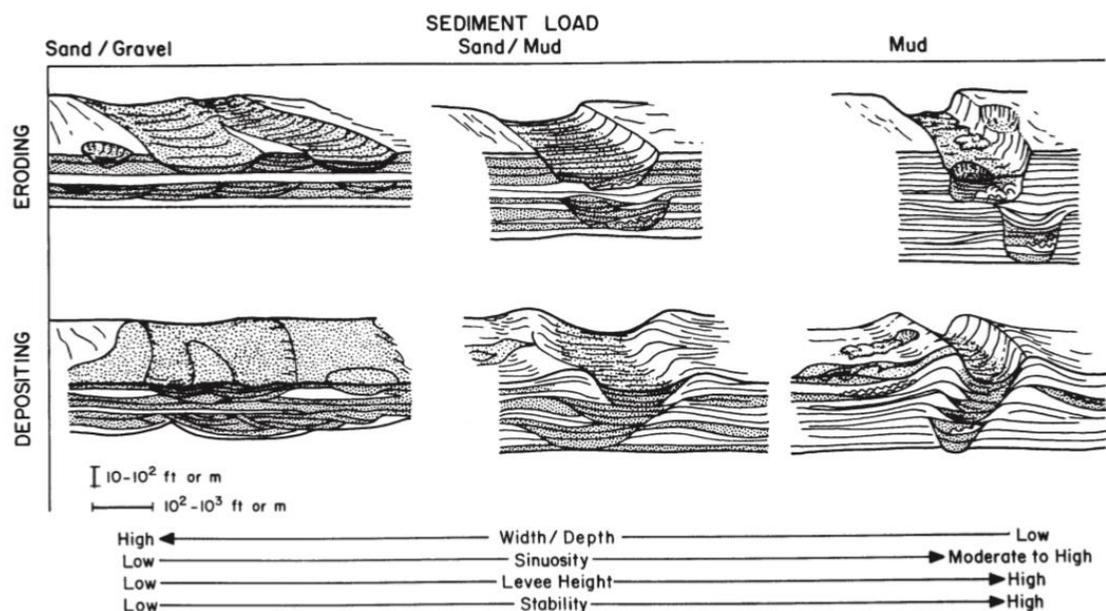


Figura 7 - Canais turbidíticos erosivos e deposicionais e seus contrastes de geometria e aporte sedimentar (Galloway, 1998).

#### 6.5.2. Zona mediana e distal

Nas zonas mediana e distal de um complexo turbidítico, o caráter fisiográfico brusco tende a ser mais suavizado, iniciando nas regiões de extravazamento de canal e seguindo para lobos nas desembocaduras dos canais. O grau de erosão do substrato é mais leve e mais distribuído, a granulometria dos sedimentos passa a ser de média e fina e correntes de contorno passam a ser comuns. Existem três tipos principais de lobos: ricos em lama; ricos em areia; ou mistos (Figura 8). A granulometria desses depósitos é influenciada pela presença de canais distributários. Na ausência desses canais, tende-se a depositar materiais mais finos (Galloway, 1998).

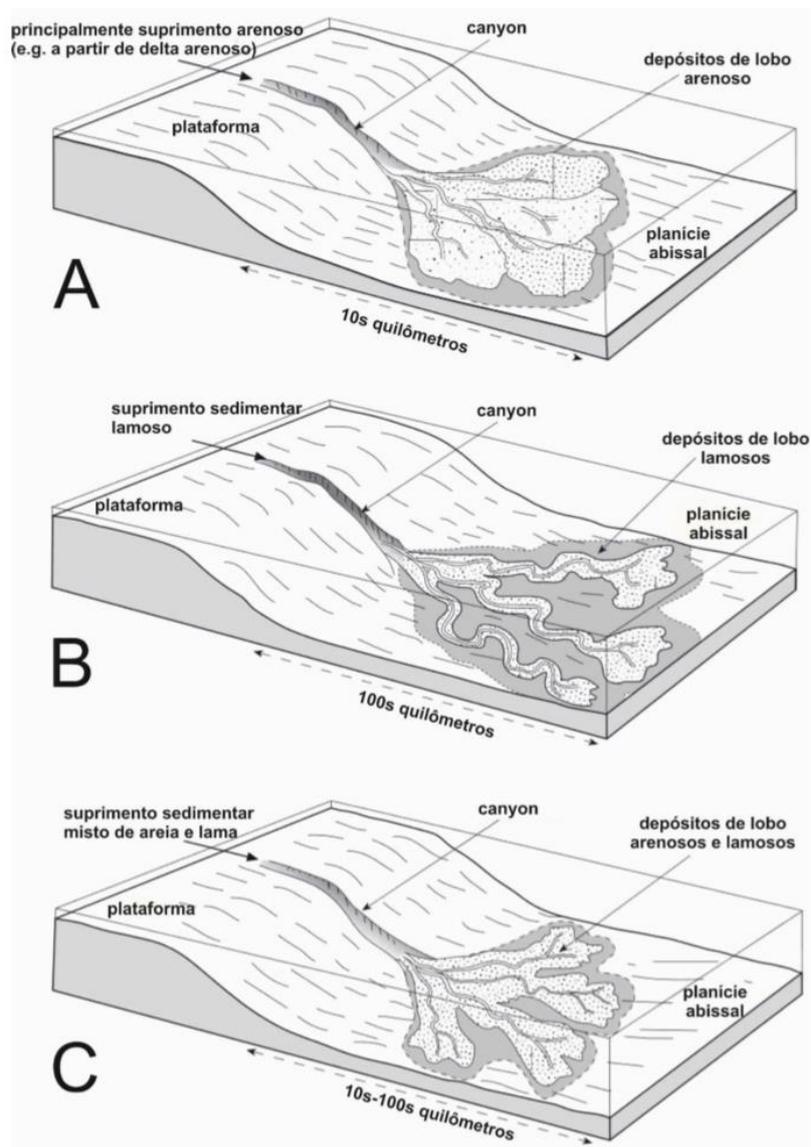


Figura 8 - Variações geométricas de lobos de sistemas turbidíticos. a) Lobos ricos em areia, b) ricos em lama; e c) lobos mistos areia-lama (Silva, 2018, original de Mutti, 1985).

Dando enfoque aos lobos arenosos, a região de transição entre canal e lobo turbidítico possui características mistas, como sedimentos de granulometria grossa da zona proximal e maior concentração de depósitos areníticos nos lobos, variando a granulometria de fina a grossa. Ainda se apresentam como maciços, mas laminações paralelas começam a surgir. Essa combinação indica uma zona de desconfinamento de fluxo (Paim *et al.*, 2003), que também gera depósitos relativos ao extravasamento em fluxos de origem hiperpicnal, formados a partir da perda de coesão da nuvem suspensa, causando efeito de decantação de areia fina, silte, micas e fitoclastos, gerando estrutura rítmica denominada de *lofting* (Zavala & Arcuri, 2016). Ainda segundo os últimos autores citados, *lofting* está associado à inversão de densidade de fluxo turbidítico

extrabasinal, podendo suas plumas atingirem distâncias mais distais e se manterem suspensas até um novo pulso turbidítico. Esses depósitos estão associados a arenitos maciços, laminados, ou com estratificação cruzada de baixo ângulo em zonas de *levee*, pela diminuição rápida de velocidade lateral do fluxo turbulento (Zavala & Arcuri, 2016). A disposição dessas ocorrências em variação lateral pode ser observada na figura 9.

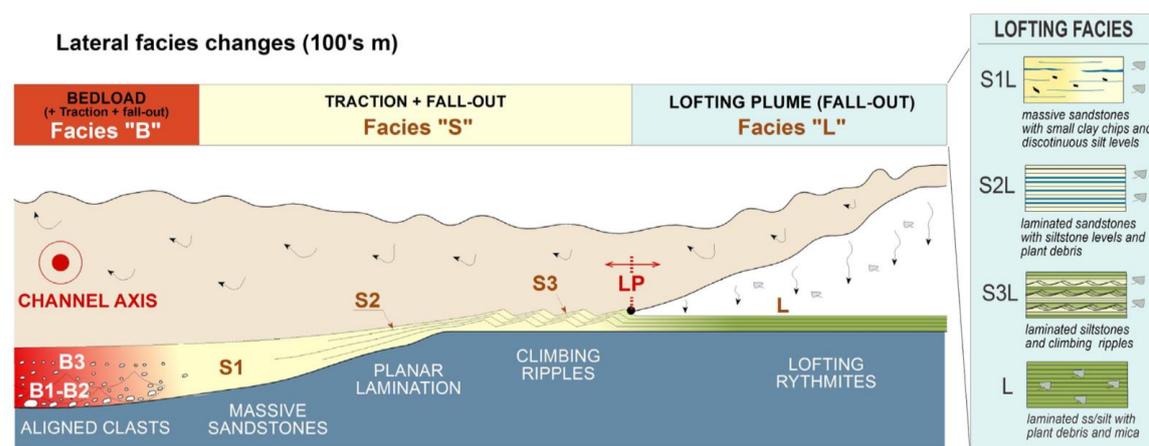


Figura 9 - Variação lateral de fácies em direção à margem de fluxo de origem hiperpicinal (Zavala & Arcuri, 2016).

Os depósitos areníticos de centro de lobo podem possuir espessuras de até dezenas de metros, ser maciços ou possuir localmente estruturas de origem trativa como laminação plano-paralela ou marcas de onda assimétricas no topo das camadas. Nas porções distais dessa distribuição sedimentar, observa-se intercalação entre folhelhos e siltitos com possíveis laminações plano-paralelas na base das camadas, com cruzadas cavalgantes mais para o topo. Contornitos podem estar presentes em situações de bacia aberta, onde há remoção de material lamítico e concentração de arenitos (Mutti, 1992; Shanmugham *et al.*, 1993; Souza-Cruz, 1995 *apud* Paim *et al.*, 2003). A figura 10 exemplifica bem a disposição geomorfológica dos complexos turbidíticos relacionados a lobo e seus depósitos correspondentes.

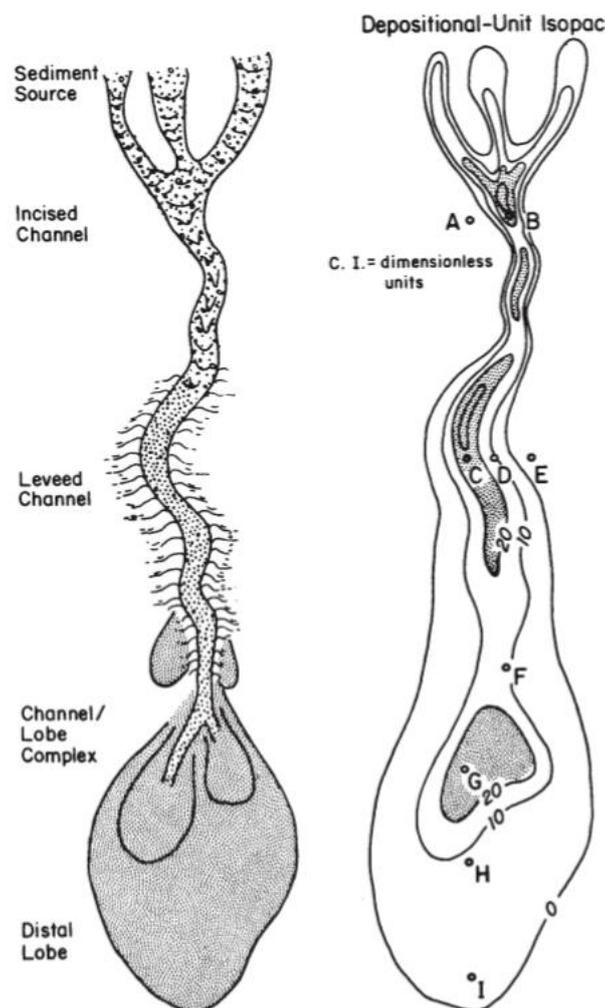


Figura 10 - Geomorfologia de complexos de canal/lobo turbidíticos e depósitos característicos de cada região. A) Base de talude e deposição de fluxos gravitacionais; B) canais erosivos preenchidos com areia ou lama dos fluxos gravitacionais; C) preenchimento de canal com depósitos de fluxos turbidíticos cascalhosos e arenosos; D) depósitos heterolíticos de extravasamento de canal (*levee*); E) material fino de fluxos turbidíticos e depósitos hemipelágicos; F) transição canal/ lobo turbidítico com depósitos de granulometria grossa com influência trativa; G) depósitos de lobo proximal; H) depósitos heterolíticos de transição para lobo distal (franja); I) depósitos finos de franja de lobo (modificado de Galloway & Hobday, 1996).

### 6.5.3. Arquitetura de reservatórios

No cenário exploratório nacional de hidrocarbonetos, reservatórios relacionados a depósitos de fluxos gravitacionais em ambiente marinho profundo possuem grande contribuição econômica. As bacias de Campos e Santos, por exemplo, são os principais exemplos com grande número de reservatórios desse tipo. A distribuição de fluido é controlada pela geometria e arranjo arquitetural dos corpos sedimentares.

Moraes (2006) classifica a arquitetura dos reservatórios de três formas bem simples: complexos de canais discretos, de canais amalgamados e de canais distributários e lobos (Figura 11).

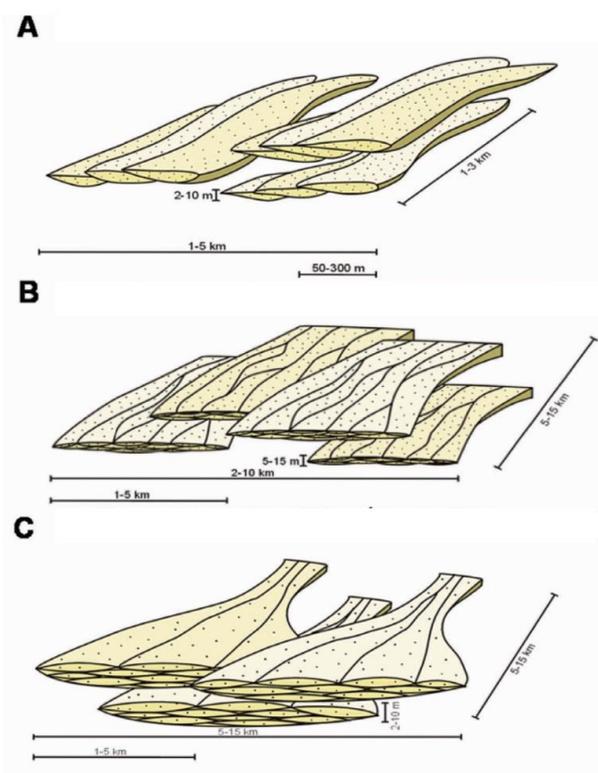


Figura 11 - Tipos de reservatórios diferenciados por sua geometria. A) Complexos de canais discretos; B) complexos de canais amalgamados; C) complexos de canais distributários e lobos (Moraes, 2006).

Complexos de canais discretos representam corpos segregados espacialmente. Esses complexos possuem alto grau de complexidade de controle e distribuição das heterogeneidades e escoamento de fluidos. Moraes (2006) descreve que as fácies associadas a esse tipo de reservatório são predominantemente intercalações de fácies típicas de canais com fácies do tipo *levee*, ou seja, corpos areníticos ou conglomeráticos com intraclastos lamíticos intercalados com níveis heterolíticos de arenitos com estratificação plano-paralela e *ripples* e lamitos (Figura 12).

Ainda de acordo com o último autor citado, os complexos de canais amalgamados se caracterizam por serem rasos e por possuírem alta conectividade lateral em geometrias tabulares ou lobadas, mas internamente canalizados e com menor empilhamento vertical. Suas fácies principais são espessos pacotes de arenitos maciços ou com raras estratificações plano-paralelas e poucas níveis heterolíticos (Figura 12).

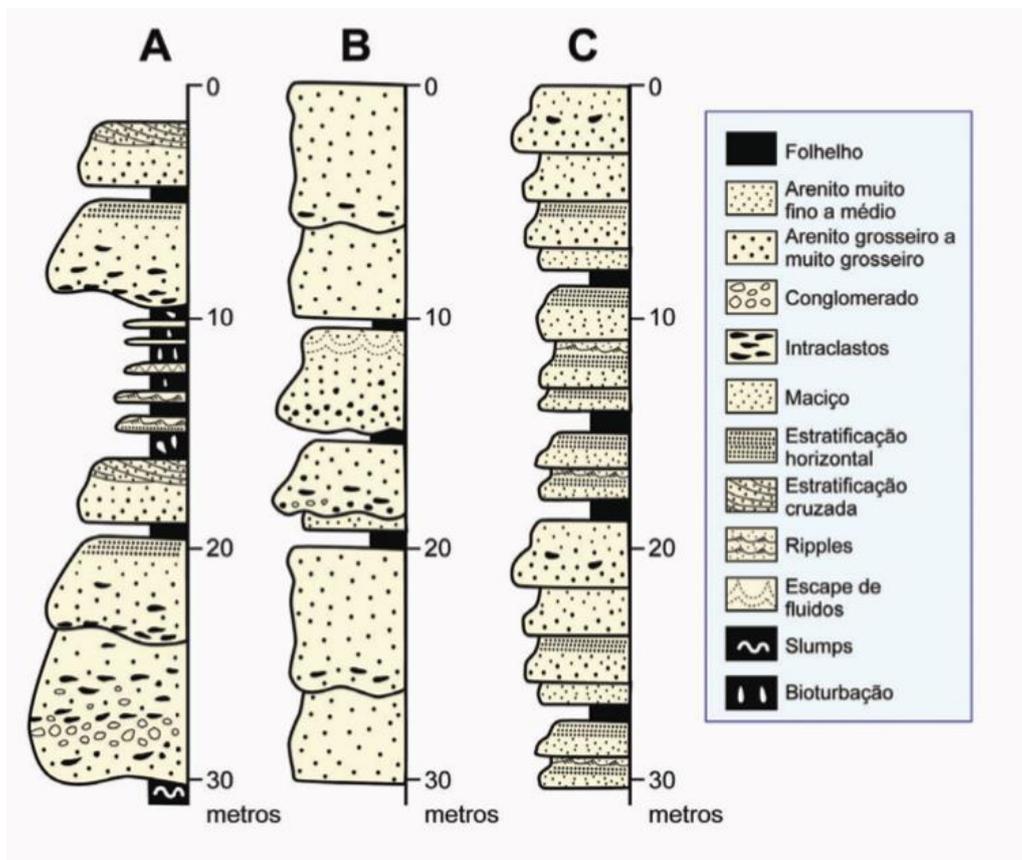


Figura 12 - Distribuição vertical de fácies sedimentares (sucessões) dos diferentes tipos de reservatórios. a) canais discretos; b) canais amalgamados; c) lobos (Moraes, 2006).

Já os canais distributários e lobos representam a transição canal-lobo e se identificam como canais rasos com extenso extravasamento lateral. Nesse caso, esse tipo de reservatório também possui grande extensão lateral e menor continuidade vertical e a conectividade é influenciada por heterogeneidades na permeabilidade, que diminui em direção ao eixo frontal dos lobos. Suas fácies são fiéis às fácies de Bouma e são produzidas principalmente por fluxos de baixa densidade, porém também com interações de fluxos mais densos (Moraes, 2006). Na figura 12 estão ilustrados esses depósitos que se diferenciam dos amalgamados por serem menos espessos, com granulometria arenítica mais fina e com maior presença de pacotes heterolíticos (Moraes, 2006).

## 7. RESULTADOS

### 7.1. Descrição de Testemunhos

Um total de 11 poços com testemunhos de sondagem foram incorporados no trabalho. Destes, três poços foram descritos, sendo eles 9-ABL-5-RJS, 9-ABL-7-RJS e 9-ABL-9D-RJS. Com as informações cedidas pela empresa Repsol Sinopec Brasil obtidas durante 5 dias de atividades em laboratório, mais oito poços da área de estudo, pôde-se interpretar 253,94 metros de perfis estratigráficos, conforme apresentado no Quadro 3. Apesar da quantidade de material descrito, a porcentagem de perda total dos testemunhos é de 70%, resultante de uma alta proporção de material não consolidado nos testemunhos descritos. A diferença em relação ao intervalo testemunhado se refere às mudanças de manobras durante as testemunhagens. Os perfis estratigráficos dos onze poços estão representados no apêndice B desse trabalho.

Quadro 3 - Informações relacionadas aos testemunhos de sondagem descritos de cada poço, como profundidade inicial e final e metragem descrita. Em asterisco, destacam-se os poços que foram descritos pela autora. Os demais tiveram suas informações cedidas pela empresa Repsol Sinopec Brasil e incorporadas no trabalho.

Poço	Intervalo Testemunhado (m)	Espessura Inicial (m)	Espessura Atual (m)	Recuperação (%)
3-RJS-355-RJ	2448,50 – 2664,50	25,00	22,54	90,16
3-RJS-510A-RJ	2354,00 – 2357,80	16,00	3,80	23,75
4-RJS-367-RJ	2458,50 – 2470,75	18,00	4,25	23,61
9-ABL-2-RJS	2394,00 – 2624,69	101,20	55,62	54,96
9-ABL-3-RJS 9-ABL-3A-RJS 9-ABL-3B-RJS	2510,00 – 2590,00	62,00	52,71	85,02
9-ABL-5-RJS *	2468,00 – 2577,80	54,00	30,73	56,90
9-ABL-6-RJS	2493,00 – 2514,30	21,40	21,30	99,53
9-ABL-7-RJS *	2506,00 – 2581,30	36,50	35,55	97,40
9-ABL-9D-RJS *	2528,00 – 2609,40	29,00	27,44	94,62
TOTAL		363,10	253,94	69,93

## 7.2. Caracterização de Fácies Sedimentares

A partir da descrição faciológica e elaboração dos perfis estratigráficos, um total de 10 fácies sedimentares foram caracterizadas: uma conglomerática; três areníticas; duas lamíticas; e quatro heterolíticas. No Quadro 4, as diferentes fácies são apresentadas, bem como seus códigos e interpretações utilizadas para identificação.

Quadro 4 - Fácies sedimentares reconhecidas no presente estudo.

Código	Diagnose	Interpretação
Cm	Paraconglomerado maciço de grânulos a seixos grossos e matriz pelítica a arenítica muito fina	Retrabalhamento de material removido do talude em meio a matriz fina que sustenta os grãos em um fluxo turbulento.
Am	Arenitos muito finos a médios maciços, com ocasionais grânulos, clastos de argila e fitoclastos	Parte inferior de fluxo de detritos. Material é depositado por congelamento friccional.
Ah	Arenitos muito finos a médios com estratificação/ laminação plano-paralela e ocasionais fitoclastos	Fluxos em regime superior ou decantação de carga suspensa de fluxos turbulentos de baixa densidade.
Ar	Arenitos muito finos a médios com laminação cruzada e ocasionais fitoclastos	Migração de <i>ripples</i> assimétricas em regime de fluxo inferior.
Lb	Siltitos e argilitos com bioturbação e ocasionais fitoclastos	Decantação de material fino em ambientes subaquosos de baixa energia com intensa atividade de organismos.
Lh	Siltitos e argilitos com laminação plano-paralela ou ritmo tipo <i>lofting</i> e ocasionais fitoclastos	Decantação de material de nuvem de suspensão em ambiente subaquoso de baixa energia.
Hm	Arenitos e pelitos maciços em acamamento heterolítico e com ocasionais fitoclastos	Decantação de finos das plumas suspensas e tração de material arenoso em fluxo de baixa densidade.
Hwl	Arenitos e pelitos com estruturas do tipo <i>wavy</i> ou <i>linsen</i> e ocasionais fitoclastos	Desaceleração de fluxo turbidítico de baixa densidade e deposição por tração do material arenoso; influência mista de tração e suspensão das plumas e deposição de material pelítico.
Hh	Arenitos e pelitos em acamamento heterolítico com laminação plano-paralela ou ritmo do tipo <i>lofting</i> e ocasionais fitoclastos	Decantação de materiais finos oriundos de nuvem suspensa de fluxos de baixa densidade, e de material arenoso por fluxo trativo de fundo de leito; decantação de material de fluxo de baixa densidade, através de inversão da nuvem de suspensão.
Hd	Arenitos e pelitos em acamamento heterolítico com dobras convolutas	Instabilidade gravitacional de talude ou sobrecarga de sedimentos.

### 7.2.1. Conglomerado maciço (Cm)

- Diagnose

Conglomerado sustentado pela matriz, de arcabouço de grânulos a seixos grossos de material retrabalhado de substrato lamítico, subarredondados, e matriz lamítica a arenítica fina, de espessura variando de 35 cm a 1,70 metros (Figura 13). Ocorre tanto em contato erosivo com finas camadas lamíticas bioturbadas (Ib) quanto camadas de arenito muito fino maciço (Am).

- Interpretação

A fácies Cm pode ser interpretada como retrabalhamento de materiais removidos do talude, que são carregados em meio a matriz fina que os sustenta em um fluxo turbulento de alta densidade.

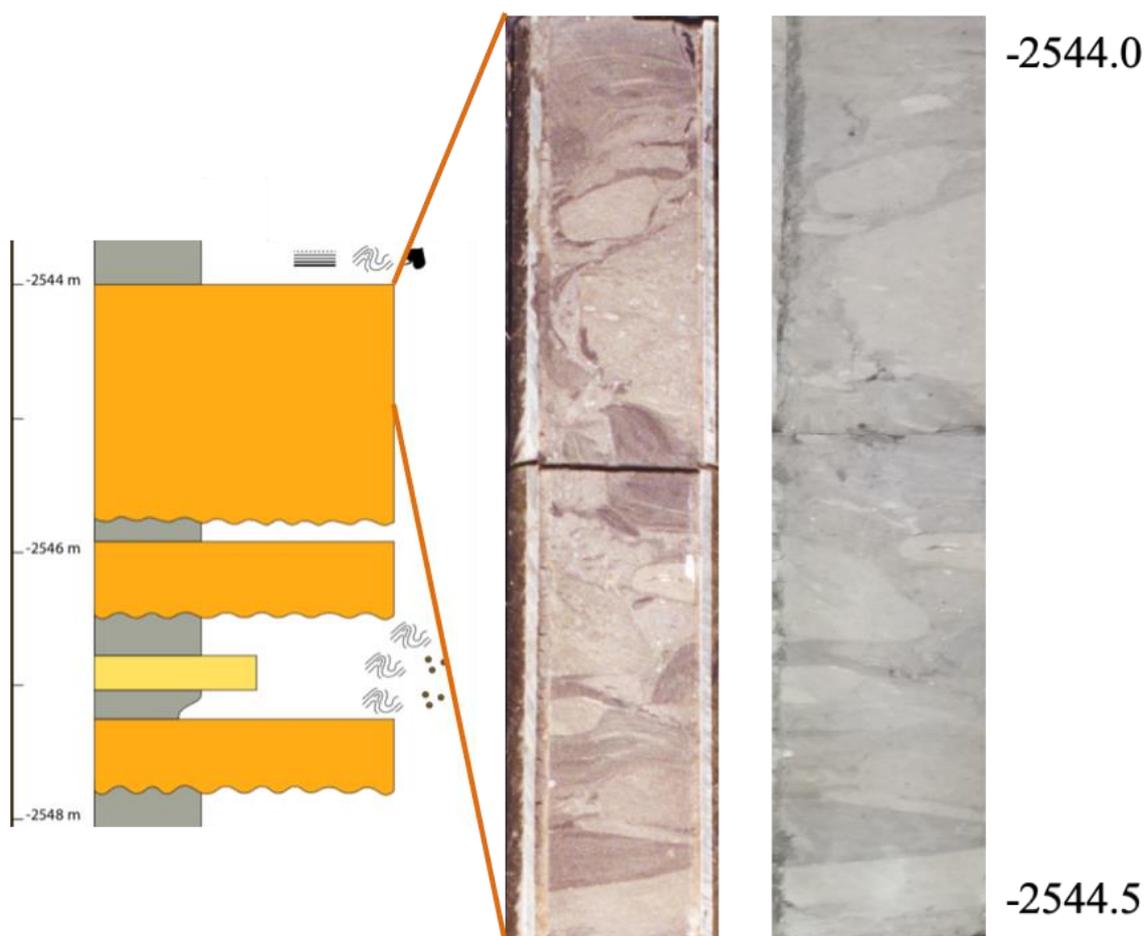


Figura 13 – Fragmento do perfil 9-ABL-3-RJS, com destaque para o intervalo que constitui a fácies Cm - paraconglomerado maciço. A) Fotografia tirada do testemunho em 2006; b) fotografia de 2019; mesma profundidade.

### 7.2.2. Arenito maciço com ocasionais grânulos e clastos de argila (Am)

- Diagnose

Arenitos muito finos a médios, maciços, podendo conter areia grossa, grânulos e clastos de argila esparsos e com espessura que pode variar de 5 cm até 3,0 metros. Fitoclastos ocorrem com frequência. Ocorre em contato com outras fácies areníticas (Ah, Ar) ou em contato erosivo com camadas lamíticas (Lb, Lh) (Figura 14). Betume é abundante por toda a fácies, caracterizando-a como fácies típica de reservatório petrolífero.

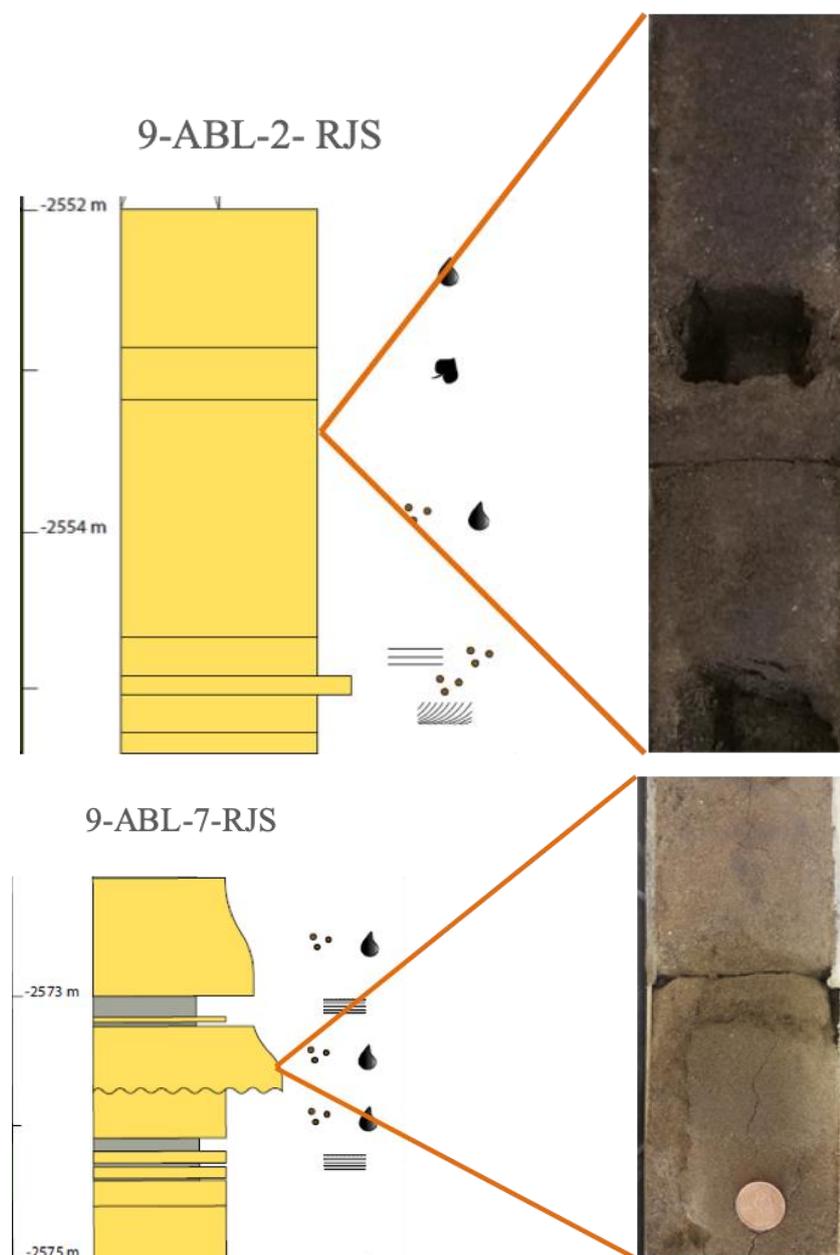


Figura 14 – Arenitos maciços com grãos de areia grossa esparsos. A) Fragmento do testemunho 9-ABL-2-RJS com enfoque no intervalo constitui a fácies Am; b) Testemunho 9-ABL-7-RJS, também ressaltando a fácies Am.

- Interpretação

Esses arenitos podem ser depositados por fluxos detríticos, representando a carga basal do fluxo. Por não haver escape de fluido, não há aumento de turbulência, sendo então o material mais grosso depositado por congelamento friccional. Essa fácies está relacionada ao intervalo Ta da sequência de Bouma.

### 7.2.3. Arenito com estratificação/laminação plano-paralela (Ah)

- Diagnose

Arenitos muito finos a médios com laminação plano-paralela e fitoclastos recorrentes. Suas camadas variam de poucos centímetros (4 cm) a pouco mais de 1 metro. Esses arenitos apresentam-se em contato com camadas de arenito maciço ou com laminação cruzada, além de lamitos laminados ou maciços (Figura 15).

- Interpretação

Depósitos por fluxos em regime superior ou decantação de carga suspensa de fluxos turbulentos de densidade baixa, gerando estratificação plano-paralela (Mutti *et al.*, 1999). Essa fácies pode ser correlacionável à fácies F9 de Mutti *et al.* (1999) e ao intervalo Tb da sequência de Bouma.

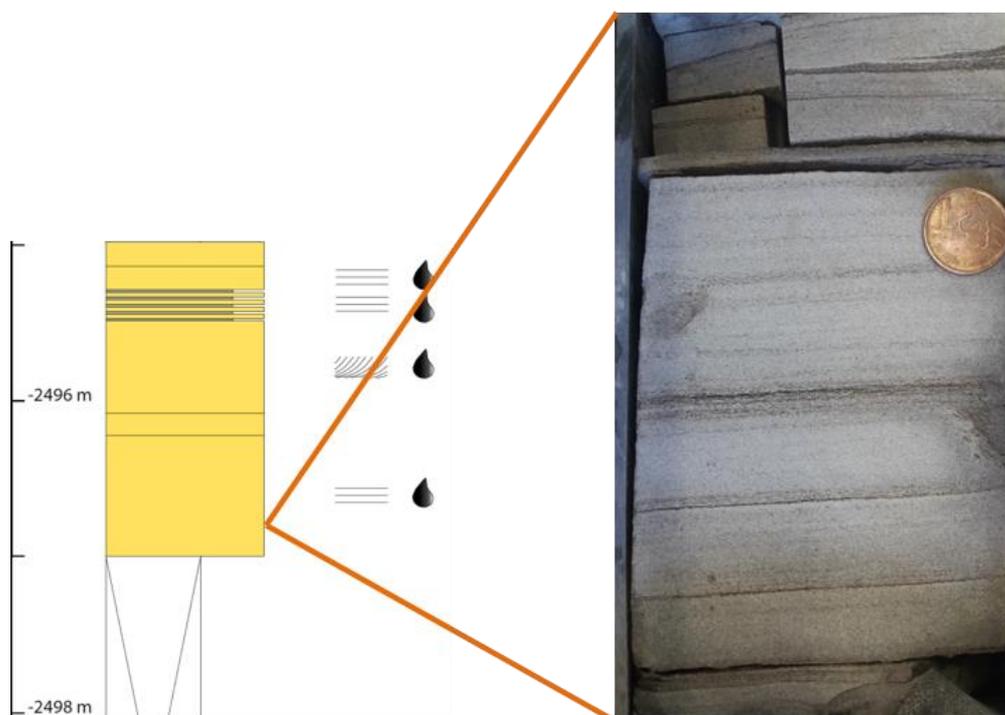


Figura 15 –Fragmento do testemunho 9-ABL-5-RJS, com destaque para o intervalo que constitui a fácies Ah – arenito com laminação plano-paralela.

#### 7.2.4. Arenito com laminação cruzada (Ar)

- Diagnose

Arenitos muito finos a médios com laminação cruzada e marcas de onda assimétricas, ocasionalmente, com fitoclastos (Figura 16). Betume é recorrente. As camadas variam de cerca de 5 cm a 1 metro. O contato superior é feito principalmente com camadas de lamito laminado ou maciço (Lh, Lb) ou até com intercalações de lamito e arenito (Hwl). Em contato basal, ocorre contato com as demais fácies areníticas ou com lamitos laminados.

- Interpretação

Os arenitos pertencentes à fácies Ar se depositam por processos trativos de fluxo unidirecional subaquoso (migração de *ripples* assimétricas) com diminuição para fluxo turbulento de baixa densidade. Acumulação de *ripples* cavalgantes ocorre por forte componente trativo em regime de fluxo inferior. Essa fácies se correlaciona com o intervalo Tc de Bouma.

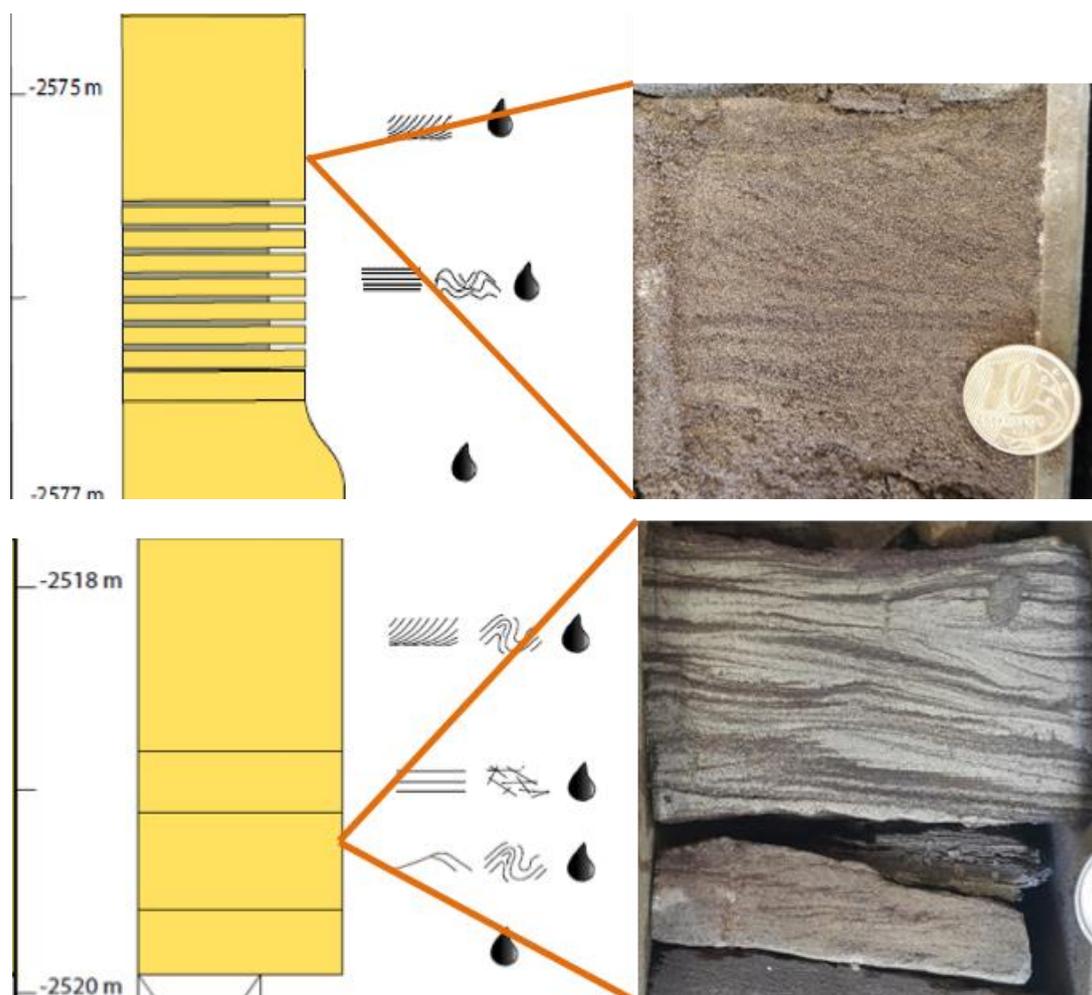


Figura 16 – a) Fragmento do testemunho 9-ABL-7-RJS com enfoque na camada de arenito com estratificação plano-paralela ( fácies Ah) na base, em contato no topo com arenito com laminação cruzada ( fácies Ar); b) Fragmento do testemunho 9-ABL-7-RJS com enfoque no intervalo de arenito muito fino com marca de onda assimétrica ( fácies Ar).

#### 7.2.5. Lamito bioturbado (Lb)

- Diagnose

Silitos e argilitos cinza claro com níveis altos de bioturbação (Figura 17) e microfósseis, como, por exemplo, foraminíferos. Fitoclastos são comuns nessa fácies. As camadas variam de espessuras de poucos centímetros até quase 2 metros. Estão em contato basal com as fácies areníticas e conglomeráticas e de topo com intercalações lamito/arenito.

- Interpretação

A fácies Lb pode ser formada por decantação de material fino em ambientes subaquosos de baixa energia, com atividade de organismos que obliteraram estruturas anteriores.

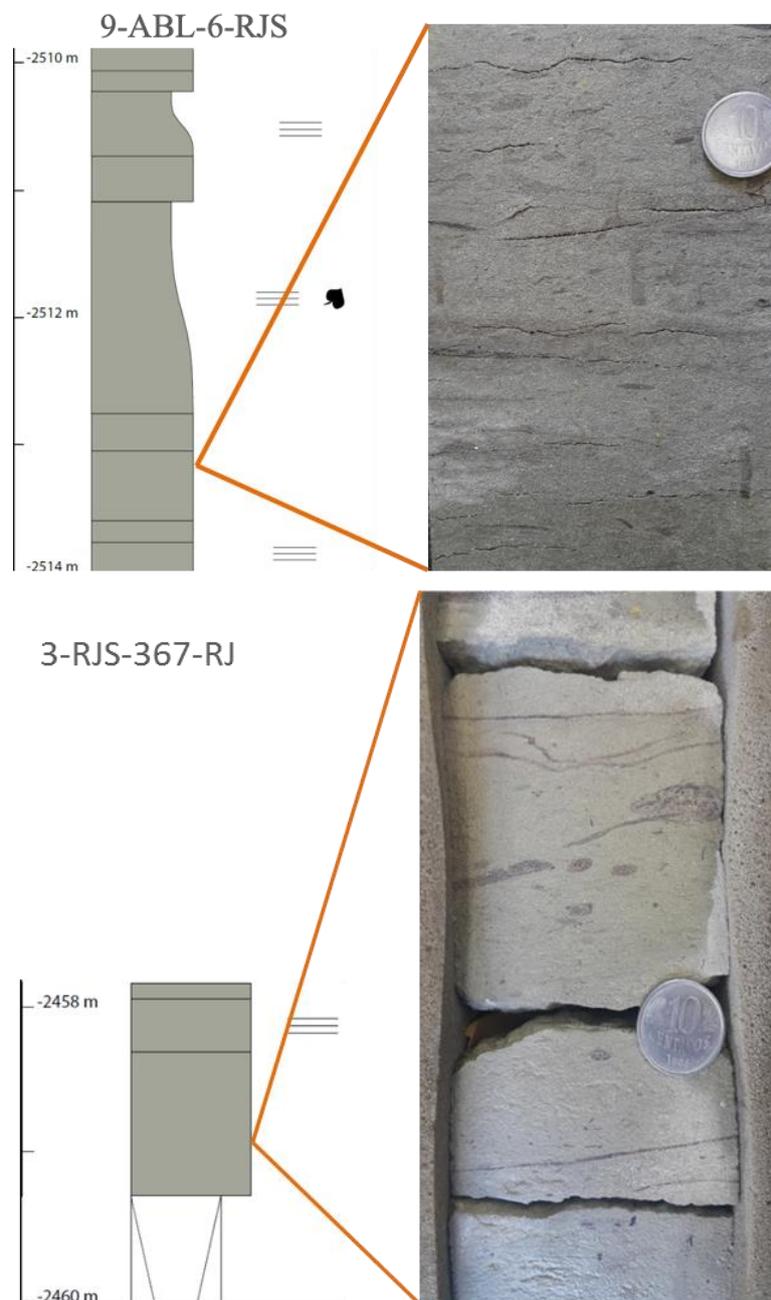


Figura 17 - Lamitos cinzas bioturbados. (a) Fragmento do testemunho 9-ABL-6-RJS com enfoque no intervalo constitui a fácies Lb; (b) Fragmento do testemunho 3-RJS-367-RJ também ressaltando a fácies Lb.

### 7.2.6. Lamito com laminação plano-paralela ou ritmito tipo *lofting* (Lh)

- Diagnose

Siltitos e argilitos cinza claro com presença de estrutura de laminação plano-paralela ou ritmitos tipo *lofting* (Figura 18). Fitoclastos ocorrem nessa fácies. As camadas podem ser encontradas tanto em espessuras milimétricas quanto medindo 1,5 metro.

- Interpretação

Argilitos e siltitos depositados por decantação em ambiente subaquoso de baixa energia. Estruturas de ritmito tipo *lofting* são resultado da alteração da densidade de fluxo, causando decantação por perda de coesão de fluxos suspensos, fora do eixo deposicional do fluxo. Pode corresponder à divisão Td-e de Bouma.

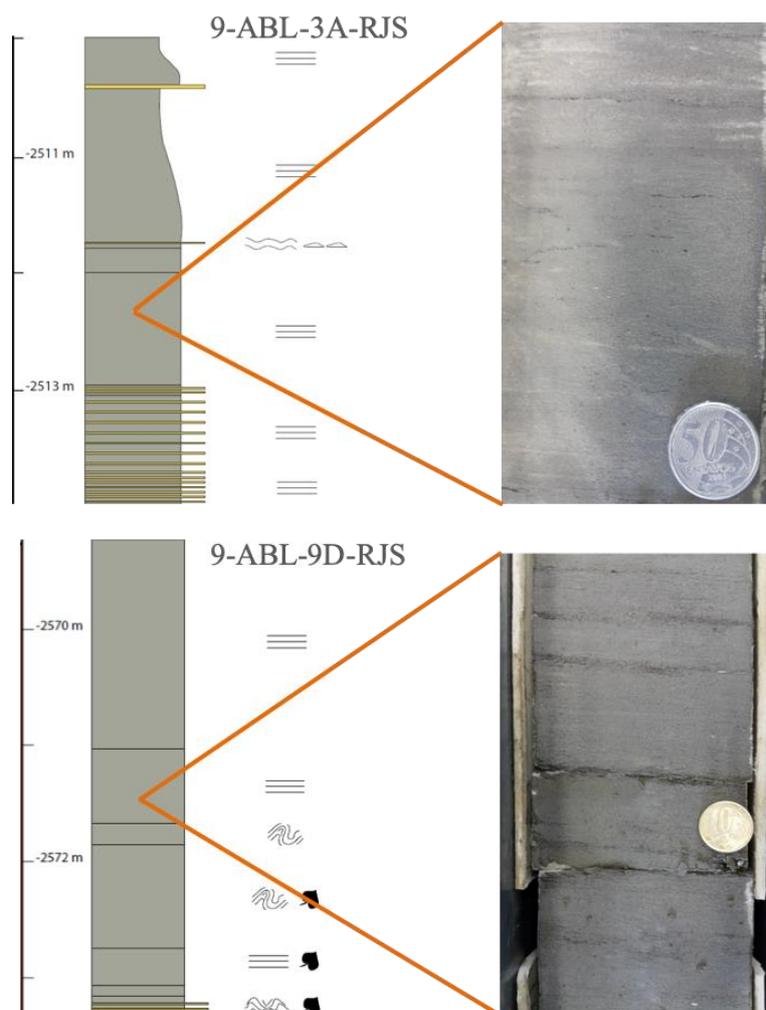


Figura 18 - Lamitos cinzas com estratificação plano-paralela. (a) Fragmento do testemunho 9-ABL-3A-RJS com enfoque no intervalo constitui a fácies Lh; (b) Fragmento do testemunho 9-ABL-9D-RJS também ressaltando a fácies Lh.

### 7.2.7. Arenitos e lamitos maciços em acamamento heterolítico (Hm)

- Diagnose

Intercalações de arenitos muito finos e lamitos, ambos maciços. Estruturas de carga e fitoclastos são recorrentes nessa fácies. Essas intercalações variam de espessuras milimétricas a centimétricas (até 7 cm). Os pacotes de intercalação podem ter até quase 1 metro de espessura (Figura 19).

- Interpretação

Depósitos de decantação do material lamítico de plumas suspensas e tração de material arenoso em zonas com quase nenhuma influência de corrente de turbidez de origem hiperpicnal.

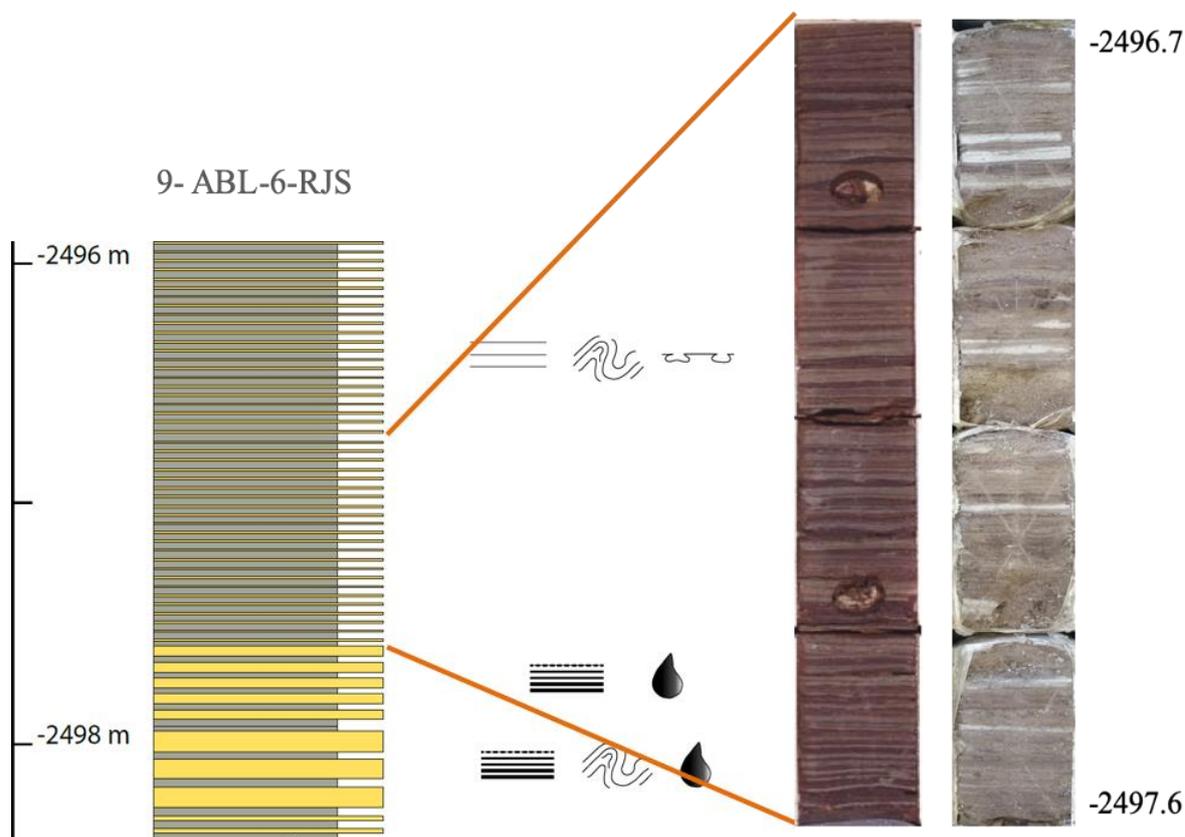


Figura 19 - Fragmento do perfil 9-ABL-6-RJS, com destaque para o intervalo que constitui a fácies Hm - arenitos e lamitos maciços em acamamento heterolítico. (a) Fotografia tirada do testemunho em 2006; (b) fotografia de 2019; mesma profundidade.

### 7.2.8. Arenitos e lamitos com estruturas do tipo *wavy* ou *linsen* (Hw1)

- Diagnose

Alternâncias de arenitos muito finos e lamitos (Figura 20) comportamento heterolítico do tipo *wavy* ou *linsen*. Fitoclastos podem ocorrer com frequência nesta fácies. A espessura dessas intercalações varia de tamanho milimétrico a centimétrico (até 7 cm), podendo ter até 70 centímetros.

- Interpretação

Depósitos heterolíticos tipo *wavy* ou *linsen* se formam através de desaceleração de fluxo turbidítico de baixa densidade, com menor suprimento de areia e deposição por tração. O material lamítico deposita com influência mista de tração da base do fluxo e suspensão das plumas desse mesmo fluxo. Esses depósitos ocorrem em condições distais ao eixo de deposição.

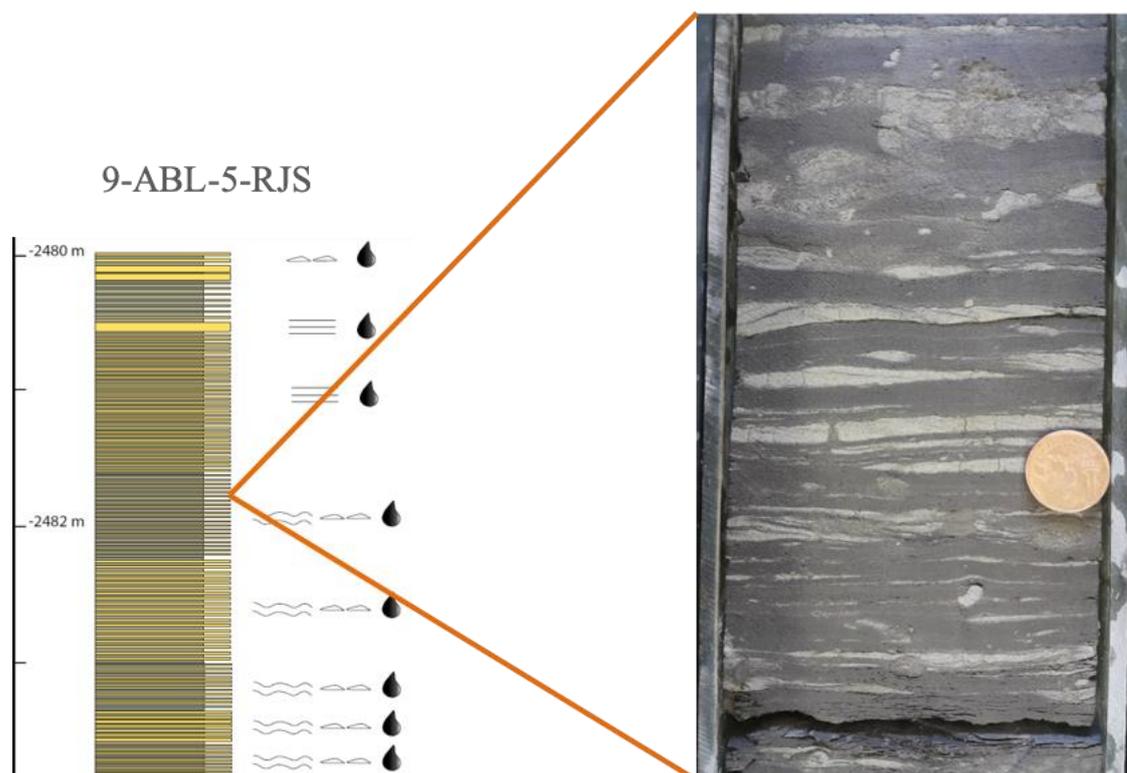


Figura 20 - Fragmento do testemunho 9-ABL-5-RJS, com destaque para o intervalo que constitui a fácies Hw1 – arenitos e lamitos com estruturas do tipo *wavy* ou *linsen*.

7.2.9. Arenitos e lamitos com laminação plano-paralela ou ritmos tipo *lofting* em acamamento heterolítico (Hh)

- Diagnose

Camadas de arenito muito fino a fino e lamitos com laminação plano-paralela ou ritmo tipo *lofting* intercaladas com camadas lamíticas maciças ou laminadas (Figura 21). Fitoclastos ocorrem em abundância. Essa fácies possui variação de espessura de menos de 20 centímetros a quase 1 metro. Pode corresponder à divisão Td-e de Bouma.

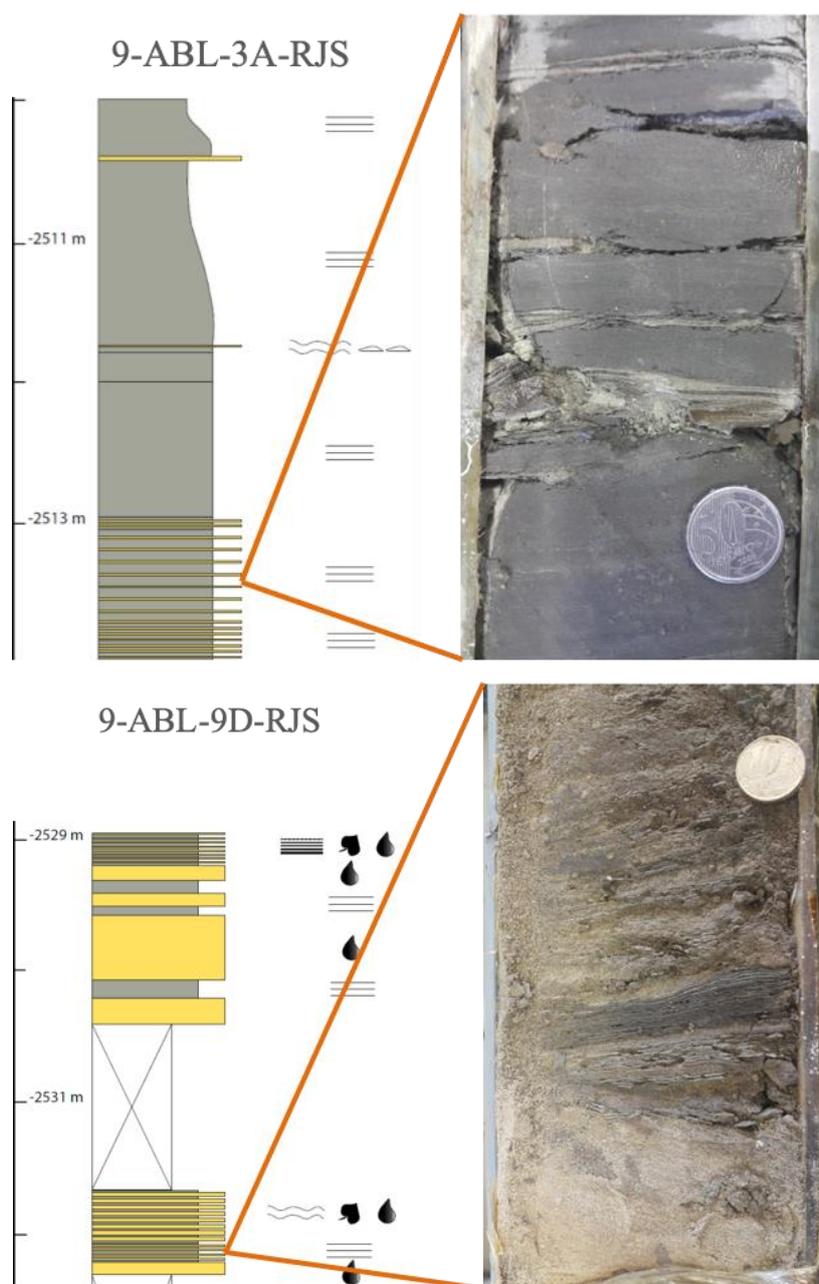


Figura 21 - Arenitos e lamitos com laminação plano-paralela ou ritmos tipo *lofting* em acamamento heterolítico. (a) Fragmento do testemunho 9-ABL-3A-RJS com enfoque no intervalo que constitui a fácies Hh; (b) Fragmento do testemunho 9-ABL-9D-RJS também ressaltando a fácies Hh.

- Interpretação

Esta fácies é interpretada como depósito formado a partir da decantação de materiais finos oriundos de nuvem suspensa de fluxos de baixa densidade, e de material arenoso por fluxo trativo de fundo de leito, gerando laminações plano-paralelas. Ritmitos tipo *lofting* se formam devido à alteração de densidade de fluxo e perda de coesão dos fluxos suspensos.

#### 7.2.10. Arenitos e lamitos com dobras convolutas em acamamento heterolítico (Hd)

- Diagnose

Arenitos muito finos a médios intercalados com camadas de lamitos, exibindo deformações convolutas. Ocorrem sobre fácies Lb, Am, Ah e Hwl. Suas camadas variam de 20 a 60 cm (Figura 22).

- Interpretação

Estruturas de convolução (*slumps*) se formam através de deformação plástica de sedimentos fluidizados, sin- ou pós-deposicional. Podem ocorrer pela instabilização do talude ou sobrecarga de sedimentos.

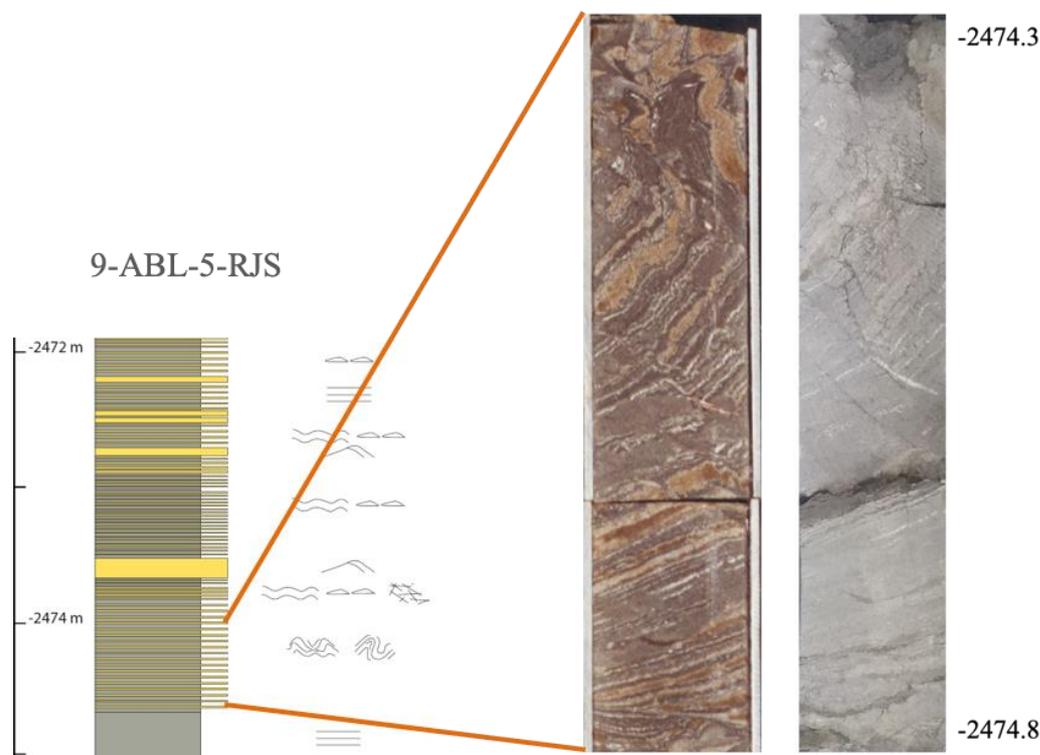


Figura 22 - Fragmento do perfil 9-ABL-5-RJS, com destaque para o intervalo que constitui a fácies Hd - arenitos e lamitos com dobras convolutas em acamamento heterolítico. (a) Fotografia tirada do testemunho em 2006; (b) fotografia de 2019; mesma profundidade.

### 7.3. Sucessões de Fácies

Após a caracterização das fácies sedimentares e observação de um padrão de empilhamento das camadas dos perfis estratigráficos dos poços (apêndice B), pôde-se distinguir 4 sucessões de fácies, detalhadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Sucessões de fácies distinguidas a partir da caracterização das fácies sedimentares nos perfis estratigráficos dos poços estudados.

Associação	Código	Fácies	Descrição	Interpretação
Canal turbidítico	A1	Cm Am Lb Lh	Camadas de arenito maciço com grânulos dispersos e de paraconglomerado em contato basal erosivo com pelitos bioturbados.	Transporte à longa distância por fluxos turbulentos hiperconcentrados.
Extravasamento de canal	A2	Lb Lh Hh Hwl	Camadas pelíticas laminadas ou bioturbadas e intercalações arenito-pelito maciças a laminadas. Fácies Hwl é também é recorrente	Suspensão de material pelítico, decantação proximal ao canal.
Lobo turbidítico	A3	Am Ah Ar Lh	Camadas espessas de arenito muito fino a médio, com predomínio de fácies Am e Ah. Betume é abundante.	Região de espraçamento de sedimento, através de mudança de fluxos trativos de correntes turbidíticas de alta densidade para fluxos de baixa densidade.
Transição lobo - franja	A4	Hwl Hh Hm Hd Lh Ah Ar	Camadas de intercalações arenito-pelito variando estrutura tipo laminação plano-paralela até heterolíticas <i>wavy</i> e <i>linsen</i> .	Varição de fluxos turbidíticos de alta e baixa densidade, com decantação de finos e localmente tração de areia muito fina.

### 7.3.1. Sucessão A1: canal turbidítico

- Descrição

A sucessão A1 (Figura 23) foi reconhecida nos poços 3-RJS-355-RJ, 9-ABL-3-RJS e 9-ABL-9D-RJS e possui espessura vertical de até quase 3 metros. É caracterizada por paraconglomerados de tamanho seixo grosso (Cm) em contato basal erosivo com lamitos bioturbados (Lb), e com camadas de lamitos laminados (Lh), arenitos muito finos a finos, maciços ou com clastos de areia grossa e intraclastos lamíticos (Am).

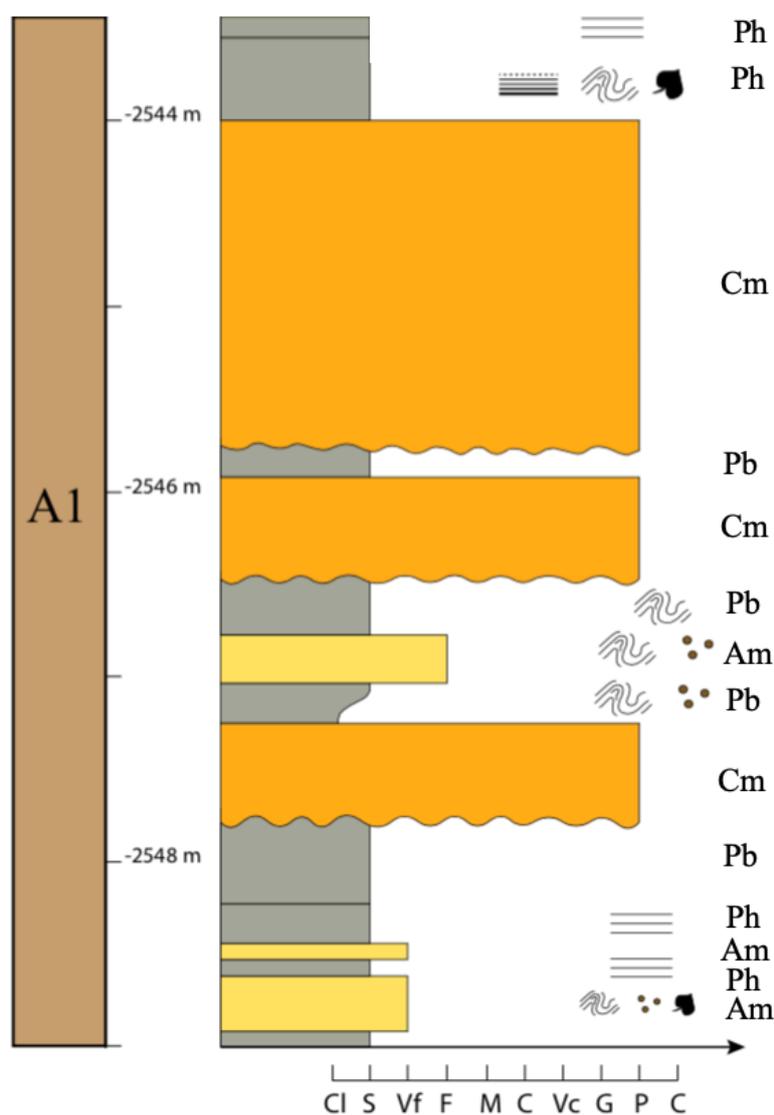


Figura 23 – Intervalo do perfil estratigráfico 9-ABL-3-RJS exemplificando a sucessão de fácies A1.

- Interpretação

Tomando como referência os processos interpretados das fácies presentes, a sucessão A1 pode ser relacionada à parte interna basal de um canal turbidítico ou pode ser derivada de fluxo de detritos. Seus depósitos são decorrentes de transporte à longa distância por fluxos cascalhosos hiperconcentrados e depositados rapidamente em uma mistura de seixo-areia devido ao aumento do atrito intergranular. (Pickering *et al.*, 1986). Esses sedimentos tanto conglomeráticos quanto arenosos preenchem escavações em lamitos e, por isso, por exemplo, as camadas arenosas possuem intraclastos de argila em sua composição.

### 7.3.2. Sucessão A2: extravasamento de canal

- Descrição

A sucessão A2 inclui pacotes de espessura vertical máxima de 14 metros (Figura 24). Essa sucessão está presente em 8 poços, e é constituída basicamente por lamitos ou intercalação de lamitos e arenitos laminados (Lh, Hh) e por lamitos bioturbados (Lb). A fácies Hwl também pode estar presente, porém de forma mais escassa.

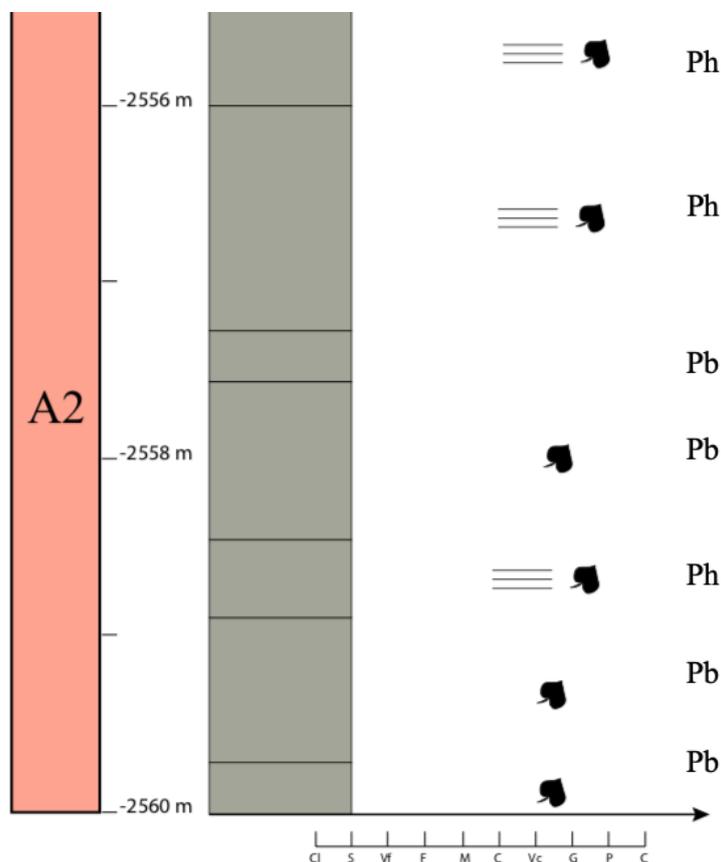


Figura 24 – Intervalo do perfil estratigráfico 9-ABL-2-RJS exemplificando a sucessão de fácies A2.

- Interpretação

Em um fluxo turbidítico, o material lamítico tem menor velocidade do que os fluxos hiperconcentrados em areia. Dessa forma, esse material não consegue acompanhar a corrente e são carregados em suspensão, até se depositarem por decantação nas regiões marginais dos canais (Machado, 2004). O material lamítico produzirá *levees* coesos que resistirão ao passarem os próximos fluxos turbidíticos. A alta concentração de fitoclastos nessa sucessão indica que o fluxo possui origem fluvial.

Nos perfis dos poços estudados, esse conjunto de depósitos é logo sobreposto pela sucessão de fácies areníticas (A3) ou até mesmo pelas intercalações arenito-lamito (A4), indicando o avanço de outros fluxos turbidíticos.

### 7.3.3. Sucessão A3: lobo turbidítico

- Descrição

A sucessão A3 engloba todos os poços e possui espessura vertical de até 23 metros (Figura 25). É caracterizada por arenitos muito finos a médios, que podem ser maciços, com grânulos e intraclastos de argila ou possuir laminação plano-paralela ou cruzada, além de marcas de onda assimétricas, representadas respectivamente pelas fácies Am, Ah e Ar. Pequenos intervalos lamíticos estão presentes apresentando estruturas de laminação plano-paralela (Lh).

Essa sucessão normalmente é sobreposta pela sucessão A4, indicando diminuição de descarga sedimentar.

- Interpretação

A predominância de fácies areníticas Am e Ah, ligadas a fluxos trativos de correntes turbidíticas de alta densidade ou correntes de fundo, e a fácies Ar, relacionada a uma diminuição para fluxo turbidítico de baixa densidade, indica espraiamento de material arenoso em zonas de descarga de fluxo. Essa dominância de arenitos finos a médios caracteriza um ambiente associado a lobo e a pequena porção de arenitos mais grossos pode indicar segregação de porção restrita à transição de canal a lobo turbidítico (Paim *et al.*, 2003).

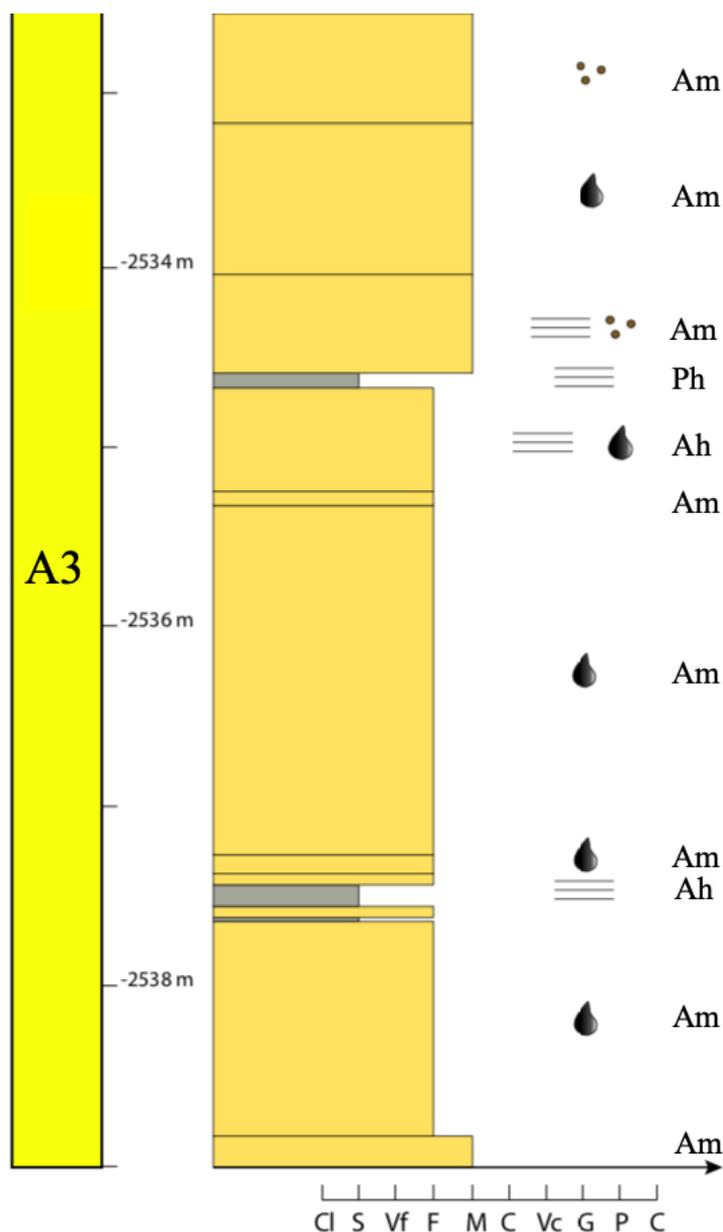


Figura 25 – Intervalo do perfil estratigráfico 9-ABL-3-RJS exemplificando a sucessão de fácies A3.

#### 7.3.4. Sucessão A4: transição lobo – franja

- Descrição

A sucessão A4 ocorre em quase todos os poços, exceto 9-ABL-3-RJS, 9-ABL-3A-RJS e 9-ABL-3B-RJS, com espessura vertical máxima de 23 metros (Figura 26). Inclui camadas de intercalações de arenito e lamito com estruturas heterolíticas *wavy* e *linsen*, além de estrutura maciça, laminação plano-paralela e ritmitos tipo *lofting*, originados através de tração de base de fluxo com decantação de material fino até então em suspensão. Fácies areníticas Am ou Ar ocorrem com baixa frequência.

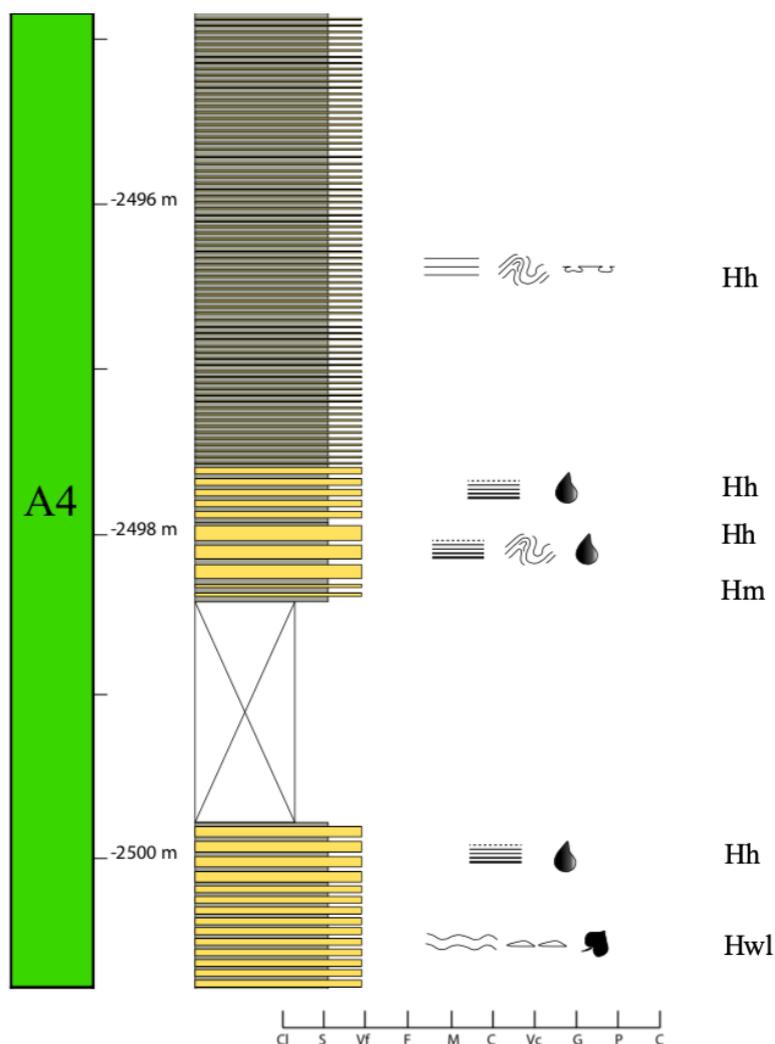


Figura 26 – Intervalo do perfil estratigráfico 9-ABL-6-RJS exemplificando a sucessão de fácies A4.

- Interpretação

A sucessão A4 pode ser interpretada como zona turbidítica distal, isto é, zonas de margem de canal ou franja de lobo, com variação de depósitos de fluxo trativo e decantação por suspensão. Os sedimentos areníticos e lamíticos predominantemente intercalados – heterolíticos por natureza – maciços ou com laminação plano-paralela sugerem tanto correntes de baixa quanto de alta densidade. Os lamitos maciços que ocorrem entre essas intercalações se associam a correntes de turbidez mais fluidas (Paim *et al.*, 2003). Os depósitos relacionados aos ritmitos tipo *lofting*, como sugere a definição, indicam depósitos de decantação da pluma suspensa com material fino e fitoclastos. A sucessão dessas características sugere ambiente transicional entre lobo e franja de lobo.

## 8. CONCLUSÃO

Os depósitos mais grossos da sucessão A1 denotam uma característica de instabilidade de fluxo em alta velocidade na proximidade da área fonte, podendo ser relacionados a fluxos gravitacionais de massa ou à sedimentação na cabeceira de fluxo turbidítico de alta densidade em eixos de canais confinados. A base do poço 9-ABL-3-RJS é bem característica desse tipo de depósito.

Em situações de segregação de concentração de fluxo, sendo mais concentrado na base e menos no topo, materiais finos tendem a extravasar por nuvens de suspensão, decantando nas margens de canal e produzindo suas típicas estruturas laminadas e rítmicas (Figura 27). Os poços 9-ABL-6-RJS e 4-RJS-367-RJ possuem intervalos bem característicos dessa zona, referente à sucessão A2.

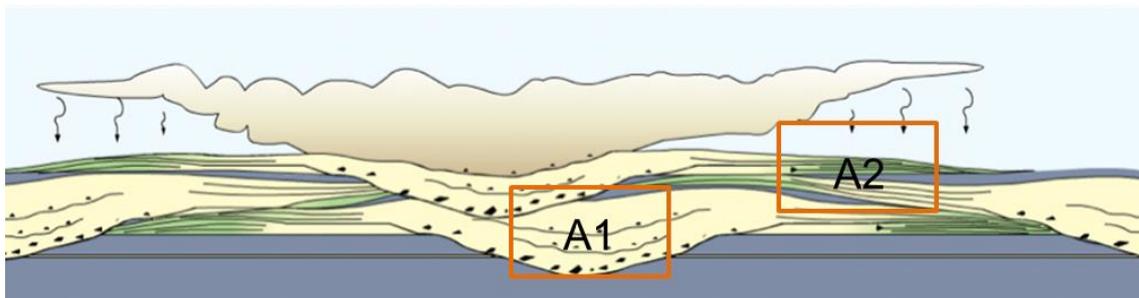


Figura 27 - Diagrama ilustrando a complexidade de depósitos de fluxos turbidíticos em perfil transversal. Os depósitos de cor verde simbolizam o material lamítico decantado nas margens de canal (sucessão A2). Já os de cor amarela se referem aos arenitos de transição canal para lobo turbidítico (sucessão de fácies A3) (modificado de Zavala *et al.*, 2019).

Na transição de canal para espriamento de material em lobo, predominam areias principalmente sem estruturas sedimentares. Esses fluxos em desconfinamento dos canais perdem velocidade e depositam por congelamento friccional. Pode-se associar também, por exemplo, a fácies Am como típica de preenchimento de canal, enquanto as fácies Ah e Ar podem se relacionar a depósitos de lobos em fluxos trativos de menor intensidade. Esses depósitos de lobos não costumam ter significativa presença de camadas lamíticas. Com essa ausência de materiais finos em sua composição, os *levees* depositados são incoesos, permitindo assim, o desenvolvimento de canais sem sinuosidade, rasos, amalgamados e radialmente espalhados, característicos de lobos.

A sucessão A3 é a mais dominante dentre todas as estudadas nos perfis estratigráficos correspondendo às rochas de melhor potencial no quesito de rocha reservatório, ao contrário da sucessão A2 que possui características de rocha não reservatório. Tomando como base o estudo de Moraes (2006), e avaliando o padrão de empilhamento desses depósitos areníticos, observa-se que eles variam entre canais discretos e lobos. Esses depósitos podem estar acumulados sob a forma de lobos em zonas de baixo estrutural ocasionadas por crescimento de domos de sal, mas também por canais que migram de acordo com a mudança na topografia.

Após o fluxo perder grande parte de sua energia, depósitos de fluxos de baixa densidade se intercalam com depósitos de plumas em suspensão e marcam um padrão de deposição típico de zonas mais distais de sedimentação (Figura 28) – sucessão A4.

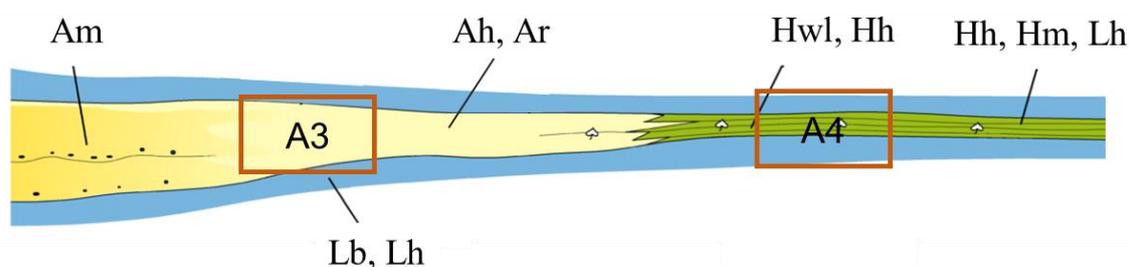


Figura 28 - Esquema longitudinal ilustrando o posicionamento das fácies mais predominantes a partir do desconfinamento do fluxo turbidítico (sucessões de fácies A2 em azul, A3 em amarelo e A4 em verde) (modificado de Zavala *et al.*, 2019).

A presença de fitoclastos em todas as sucessões de fácies indica que o fluxo é derivado de regiões com influência fluvial.

Estruturas de dobras convolutas, resultantes de instabilidade gravitacional no material em estudo, se encontram majoritariamente nos depósitos heterolíticos, porém podem estar associadas a qualquer uma das zonas mencionadas.

Tendo em vista que os perfis analisados possuem alta porcentagem de perda, torna-se difícil correlacioná-los lateralmente e, por isso, foi realizada uma correlação das sucessões com as zonas principais de deposição de um complexo turbidítico, para uma compreensão aproximada do posicionamento em um campo exploratório, independente do grau de escala utilizado (Figura 29).

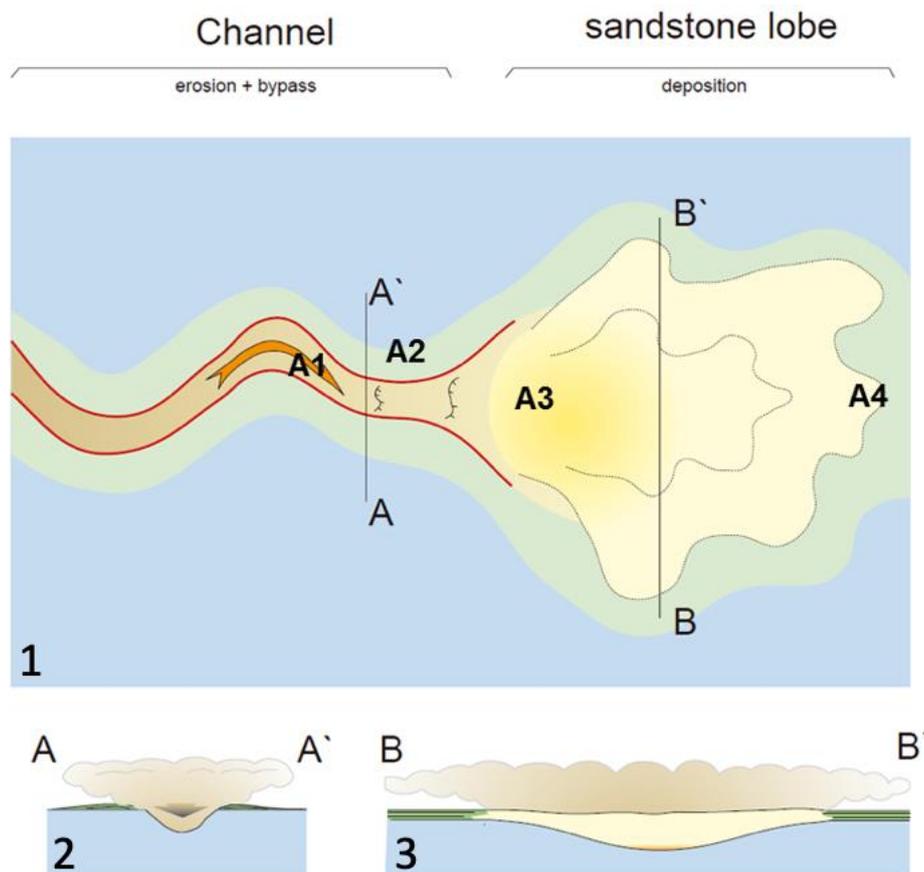


Figura 29 – 1) Esquema em planta da distribuição espacial das associações de fácies. Observa-se associação A1 em canal turbidítico, A2 na margem de canal, A3 na zona de espraiamento (lobo) e A4 em transição para zona mais distal; 2) seção transversal A-A' evidenciando os depósitos de canal e de extravasamento, referentes às sucessões A1 e A2, respectivamente; 3) seção transversal B-B' exemplificando os depósitos na zona de lobo, com a sucessão A3 em domínio e A4 nas margens do lobo (modificado de Zavala et al., 2019).

A ausência de possibilidade de correlação espacial entre os intervalos pela quantidade de perda de material de testemunho pelo fato deste ser predominantemente inconsolidado – principalmente as fácies areníticas - torna-se fundamental que outras ferramentas tecnológicas de subsuperfície, como sísmica e perfilagem de poços, sejam utilizadas para a elaboração de um modelo deposicional bem definido para esses complexos turbidíticos. Porém, com a correlação das sucessões de fácies, foi possível aferir o grau de complexidade dos fluxos envolvidos e dos elementos arquiteturais resultantes, que influenciam diretamente no entendimento da possível compartimentalização resultante dos diferentes tipos de corpos arenosos descritos. Isso representa um dos maiores desafios atuais na extensão da produção dos depósitos turbidíticos do campo Albacora Leste.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMY, L. A.; TALLING, P. J.; PEAKALL, J.; WYNN, R. B.; ARZOLA THYNNE, R. G. 2005. Bed geometry used to test recognition criteria of turbidites and (sandy) debrites. *Sedimentary Geology*, 179, p.163-174.

ANP. Plano de Desenvolvimento. 2016. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/gestao-de-contratos-de-e-p/fase-de-producao/planos-de-desenvolvimento>>. Acessado em: 20 de janeiro de 2019.

BORGHI, L. 2000. Visão geral da análise de fácies do ponto de vista da arquitetura deposicional. *Boletim do Museu Nacional. Nova Série Geologia*, Rio de Janeiro, v. 53, n.58, p. 1-26.

BOUMA, A.H., 1962. *Sedimentology of Some Flysch Deposits, a Graphic Approach to Facies Interpretation*. Elsevier. Amsterdam, 168 p.

BRUHN, C. H.; GOMES, J.; JOHANN, P. 2003. Campos Basin: Reservoir Characterization and Management – Historical Overview and Future Challenges. *In Offshore Technology Conference*, Houston, Texas, EUA.

D'ÁVILA, R. S. F. & PAIM, P. S. G. 2003. *In* PAIM, P. S. G.; FACCINI, U. F.; NETTO, R.G. (Eds). *Geometria, Arquitetura e Heterogeneidades de Corpos Sedimentares*. Unisinos, Rio Grande do Sul, p. 93-121.

D'ÁVILA, R.S.F.; ARIENTI, L.M.; ARAGÃO, M. A. N. F.; VESELY, F. F; SANTOS, S. F.; VOELCKER, H. E.; VIANA, A. R.; KOWSMANN, R. O.; MOREIRA, J. L. P.; COURA, A. P. P.; PAIM, P. S. G.; MATOS, R. S.; MACHADO, L. C. R. 2008. *In* SILVA, A. J. C. L. P.; ARAGÃO, M. A. N. F.; MAGALHÃES, J. C. (Eds). *Ambientes de Sedimentação Siliciclástica do Brasil*. Editora Beca, São Paulo, p. 245-301.

DIAS, J.L.; SCARTON, J.C.; ESTEVES, F.R.; CARMINATTI, M.; GUARDADO, L.R. 1990. Aspectos da evolução tectono-sedimentar e a ocorrência de hidrocarbonetos na Bacia de Campos. *In*: GABAGLIA, G.P.R.; MILANI, E.J. *Origem e evolução de bacias sedimentares* (Eds.), Rio de Janeiro. p.333-360.

FAUGÈRES, J. C.; STOW, D. A. V. 1993. Bottom-current-controlled sedimentation: a synthesis of the contourite problem. *Sedimentary Geology*, 82, p. 287-297.

FIGUEIREDO JR., A.G., PACHECO, C.E.P., VASCONCELOS, S.C., SILVA, F.T. 2015. Geomorfologia e sedimentologia da plataforma continental. *In*: Kowsmann, R.O., editor. *Geologia e Geomorfologia*. Elsevier, Rio de Janeiro, p. 13-32.

FONSECA, M. M.; SILVEIRA, A. S.; D'ÁVILA, R. S. F.; ZUCATTI DA ROSA, A. L.; APPI, C. J.; PAIM, P. S. G. 2003. *In* PAIM, P. S. G.; FACCINI, U. F.; NETTO, R.G. (Eds). *Geometria, Arquitetura e Heterogeneidades de Corpos Sedimentares*. Unisinos, Rio Grande do Sul, p. 122-146.

GALLOWAY, W. E.; HOBDDAY, D. K. 1996. Terrigenous clastic depositional systems (2d ed.). Heidelberg, Springer-Verlag, 489 p.

GALLOWAY, W. E. 1998. Siliciclastic Slope and Base-of-Slope Depositional Systems: Component Facies, Stratigraphic Architecture, and Classification. *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 82, n. 4, p. 569-595.

GRASSI, A.D.A.; CASTRO, A.H.A.; ALBERTÃO, G.A. 2004. Bacia de Campos. *Phoenix*, 65. p.1-6.

GUARDADO, L.R., GAMBOA, L.A.P. LUCHESI, C.F. 1989. Petroleum geology of the Campos Basin, a model for a producing Atlantic-type basin. *In: EDWARDS, J. D.,*

SANTOGROSSI, P.A. (Eds.). *Divergent/Passive Margin Basins*. American Association of Petroleum Geologists, 48, p. 3-79.

HAUGHTON, P.; DAVIS, C.; MCCAFFREY, W. 2006. Facies Prediction in turbidite Fan Systems – Nature and Significance of ‘Linked Debrites’ in Sand-Rich Versus Mixed Sand-Mud Systems. Recent Advances in Siliciclastic Facies Models: Implications for Reservoir Characterization. II (SEPM). American Association of Petroleum Geologists Annual Convention.

KOWSMANN, R. O. 2015. *Geologia e Geomorfologia*. Elsevier, Rio de Janeiro, 152 p.

LIMA, F. M. Análise Estratigráfica Dos Reservatórios Turbidíticos Do Campo De Namorado. 2004. 64 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

LOWE, D.R. 1979. Sediment gravity flows. Their classification. and some problems of application to natural flows and deposits. *In DOYLE, L.J., PILKEY, O.H. (Eds.). Geology of Continental Slopes. Sot. Econ. Paleontol. Mineral., Spec. Pub, 27, p. 75-82.*

LOWE, D. R. 1982. Sediment Gravity Flows: II. Depositional Models With Special Reference To The Deposits Of High-Density Turbidity Currents. *Journal of Sedimentary Petrology*, vol 2, n 1, p. 279-297.

MACHADO, L. C. R.; KOWSMANN, R. O.; ALMEIDA JR., W.; MURAKAMI, C. Y.; SCHREINER, S.; MILLER, D. J.; PIAULINO, P. O. V. 2004. Geometria da porção proximal do sistema deposicional turbidítico moderno da Formação Carapebus, Bacia de Campos. *Boletim de Geociências da Petrobras*, v.12, n. 2, p.287-315.

MIDDLETON, G. V. & HAMPTON, M. A. 1973. Sediment gravity flows: mechanics of flow and deposition. *In Turbidites and Deep Water Sedimentation G. V. Middleton and A. H. Bouma (eds.). Anaheim, California, SEPM. Short Course Notes, 38p.*

MORAES, A. S.; BLASKVSKI, P. R.; PARAIZO, P. L. B. 2006. Arquitetura de Reservatórios de Águas Profundas. *Boletim de Geociências da Petrobras*, v. 14, n. 1, p. 7-25.

- MUTTI, E. 1992. *Turbidite Sandstones*. Parma, Agip and Università di Parma, 275 p.
- MUTTI, E.; TINTERI, R.; REMACHA, E.; MAVILLA, N.; ANGELLA, S.; FAVA, L. 1999. Na Introduction to the analysis of ancient turbidite basins from an outcrop perspective. *American Association of Petroleum Geologists Continuing Education Course Note Series*, 39 p.
- PESSOA, J., MARTINS, C.C., HEINERICI, J., JAHNERT, R.J., FRANÇA, A.B., TRINDADE, L.A., FRANCISCO, C. 1999. Petroleum system and seismic expression in the Campos Basin. *In: International Geophysical Congress of the Brazilian Geophysical Society*, 6, Rio de Janeiro.
- PICKERING, K.; STOW, D.; WATSON, M. 1986. Deep-Water Facies, Processes and Models: A Review and Classification Scheme for Modern and Ancient Sediments. *Earth Science Reviews*, 23, p.75-174.
- PICKERING, K. T.; HISCOTT, R. N.; HEIN, F. J. 1989. *Deep marine environments. Clastic Sedimentation and Tectonics*. Unwin Hyman, London, 416 p.
- RANGEL, H.D. & MARTINS, C.C. 1998. Principais compartimentos exploratórios, Bacia de Campos. *In: Searching for Oil and Gas in the Land of Giants*. Rio de Janeiro, Schlumberger- PETROBRAS. p. 32-40.
- SHANMUGHAM G.; SPALDING, T. D.; ROFHEART, D. H. 1993. Process Sedimentology and Reservoir Quality of Deep-Marine Bottom-Current Reworked Sands (Sandy Contourites): An Example from the Gulf of Mexico. *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 77, n. 7, p. 1241-1259.
- SHANMUGAM, G. 1997. The Bouma Sequence and the turbidite mind set. *Earth Science Reviews*, 42, p.201-229.
- SILVA, P. L. & BORGHI, L. 2013. Caracterização Faciológica dos Reservatórios e Depósitos Associados do Campo de Frade, Bacia de Campos, Rio de Janeiro. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, 36 (2), p.45-60.
- SILVA, S. P. A. Simulação Estocástica Baseada Em Objetos: Aplicação Aos Depósitos Turbidíticos Do Campo Escola De Namorado. 2013. 137 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SOUZA-CRUZ, C. E. Estratigrafia e Sedimentação de Águas Profundas do Neogeno da Bacia de Campos, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. 1995. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- STOW, D. A. V. 1986. Deep clastic systems. *In: READING, H.G. (Ed), Sedimentary Environments and Facies*, rev. Blackwell, London, p. 399-444.
- WINTER, W. R.; JAHNERT, R. J.; FRANÇA, A. B. 2007. Bacia de Campos. *Boletim de Geociências da Petrobras*, v.15, n. 2, p.511-529.
- ZAVALA, C. & ARCURI, M. 2016. Intrabasinal and extrabasinal turbidites: Origin and distinctive characteristics. *Sedimentary Geology*, 337, p.36-54.

**APÊNDICE A – SÍMBOLOS E GRANULOMETRIA**

## Símbolos

## Litologia

 Estratificação / laminação plano-paralela

 Laminação cruzada

 *Ripples* assimétricas

 *Lofting*

 *Wavy*

 *Linsen*

 Escape de fluido

 Carga

 Microfraturas

 Dobra convoluta

 Fitoclastos

 Betume

 Carvão

 Clastos de argila

 Fragmento de tronco



Conglomerado



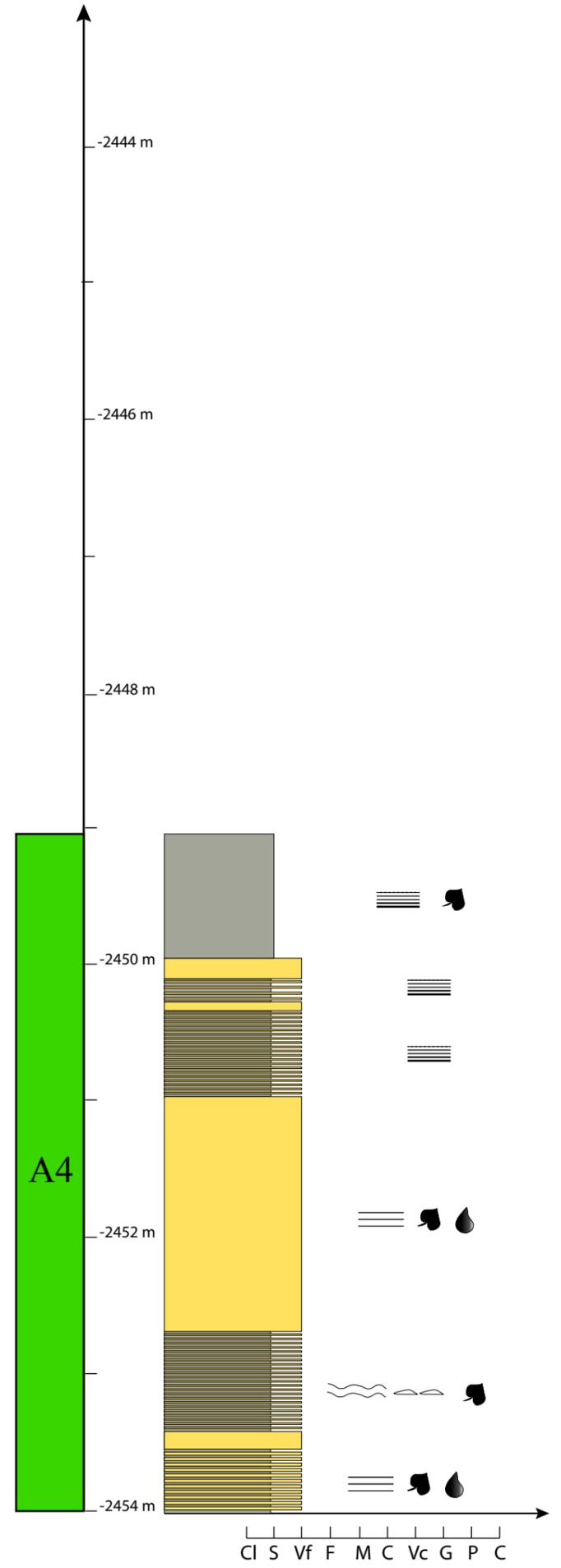
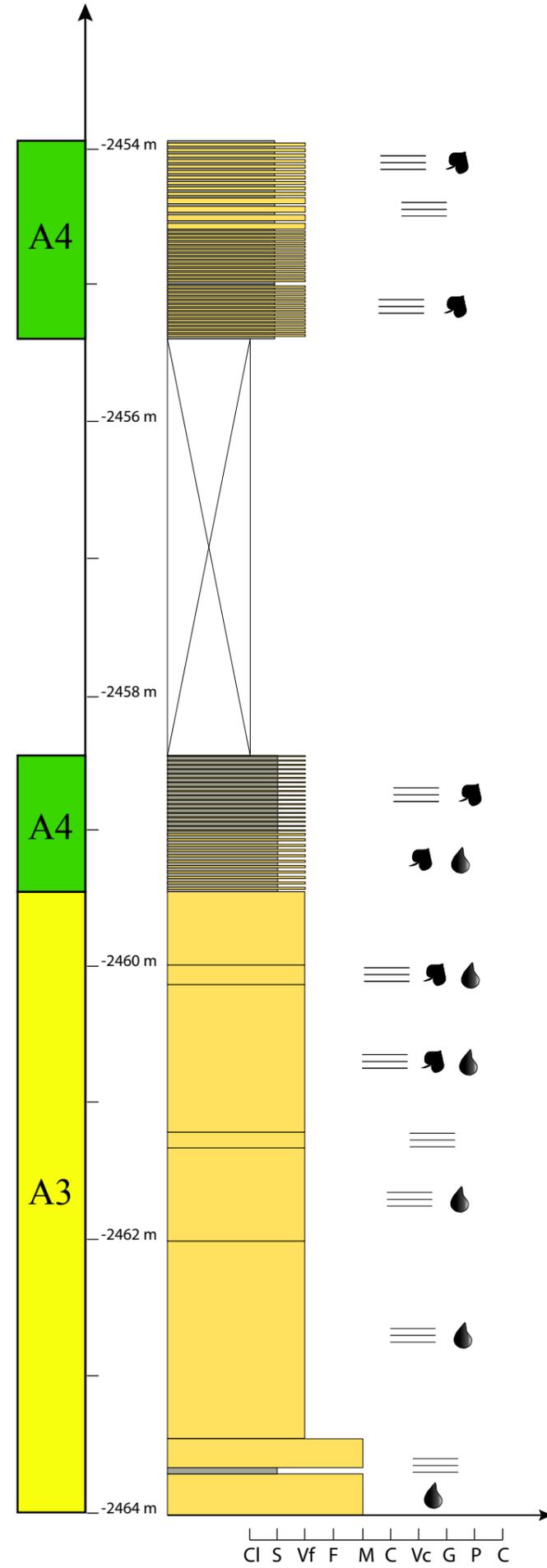
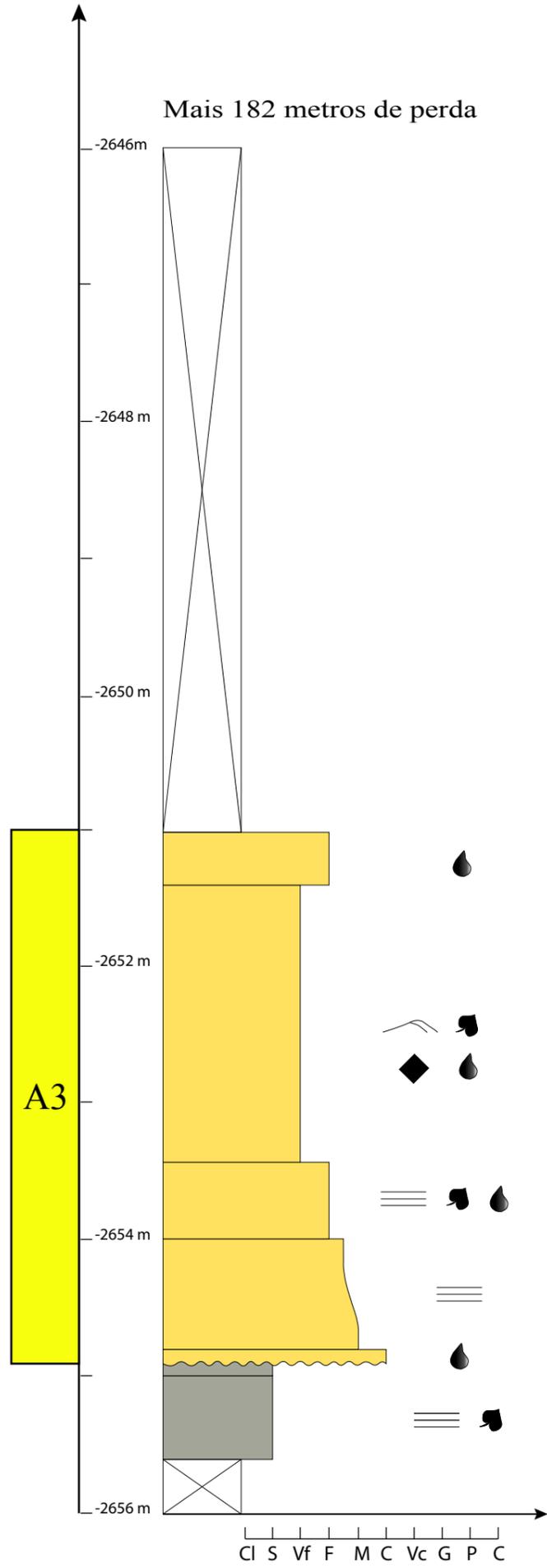
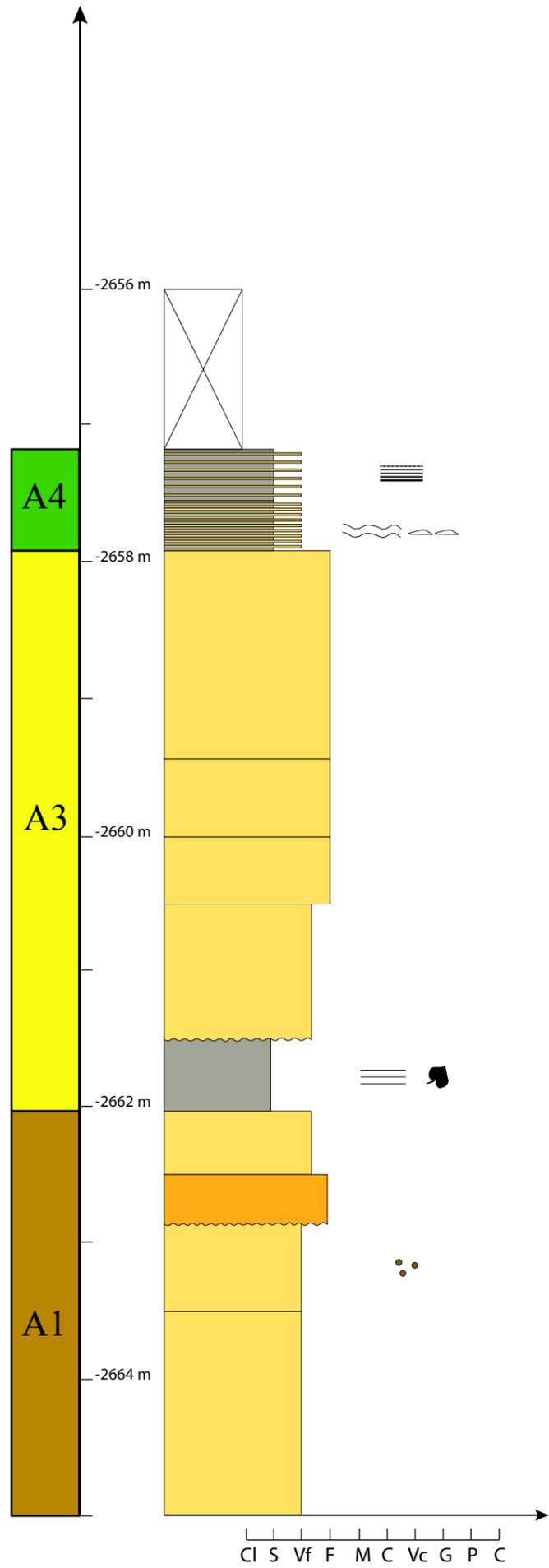
Arenito



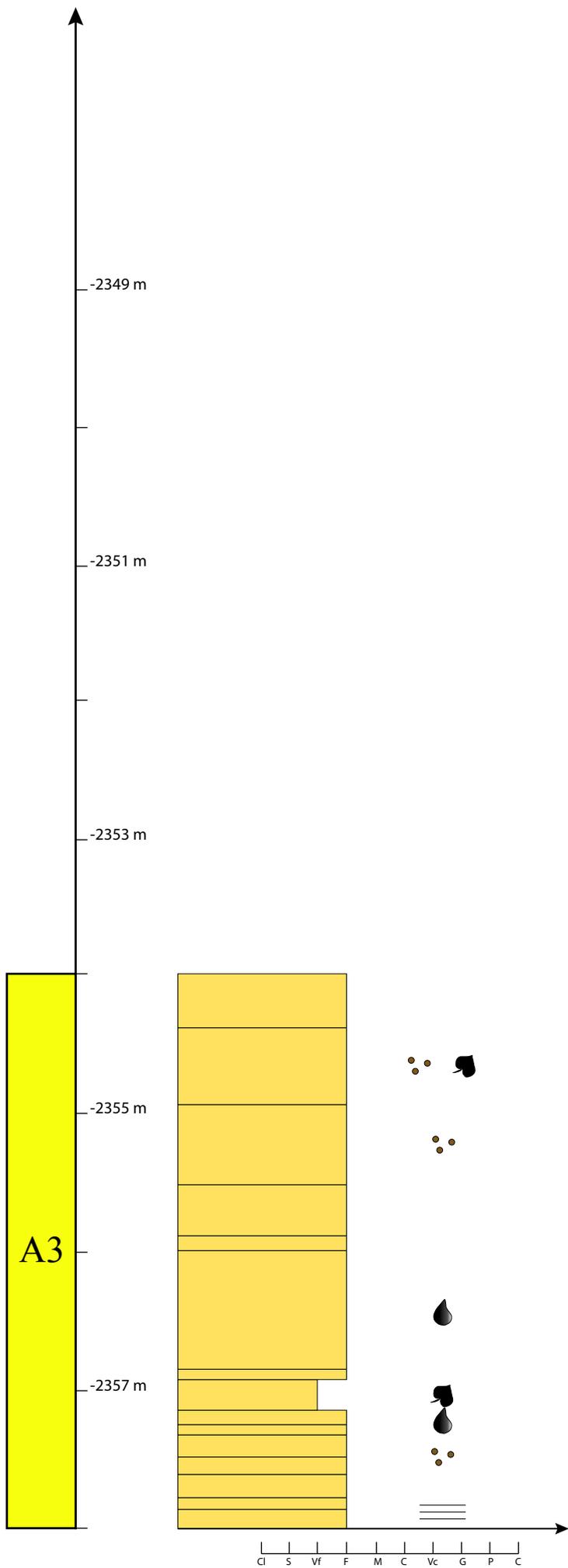
Pelito

## **APÊNDICE B – PERFIS ESTRATIGRÁFICOS**

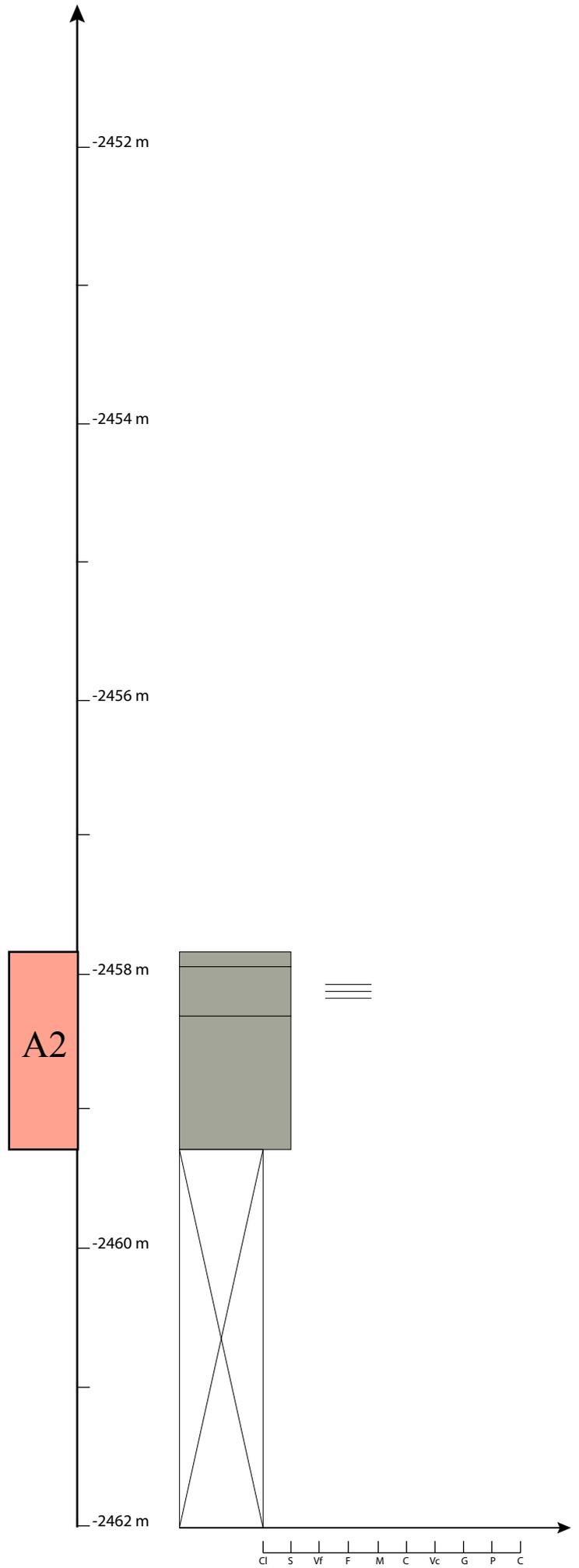
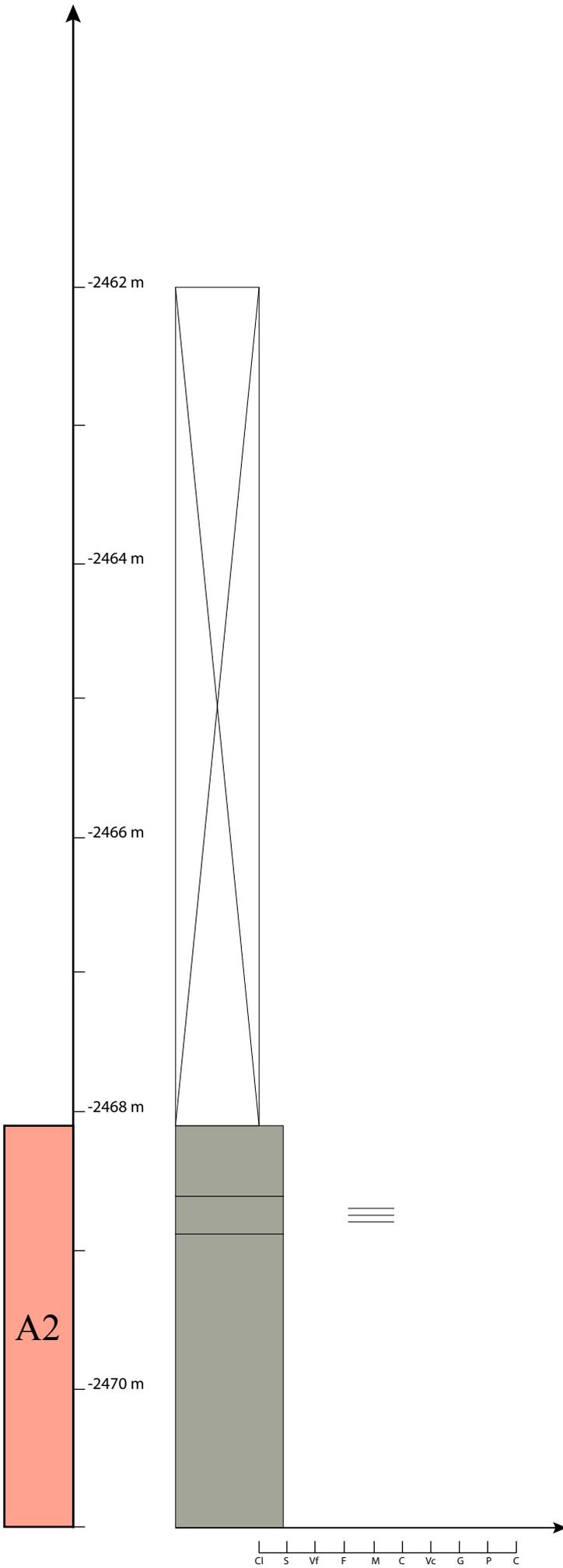
# 3-RJS-355-RJ



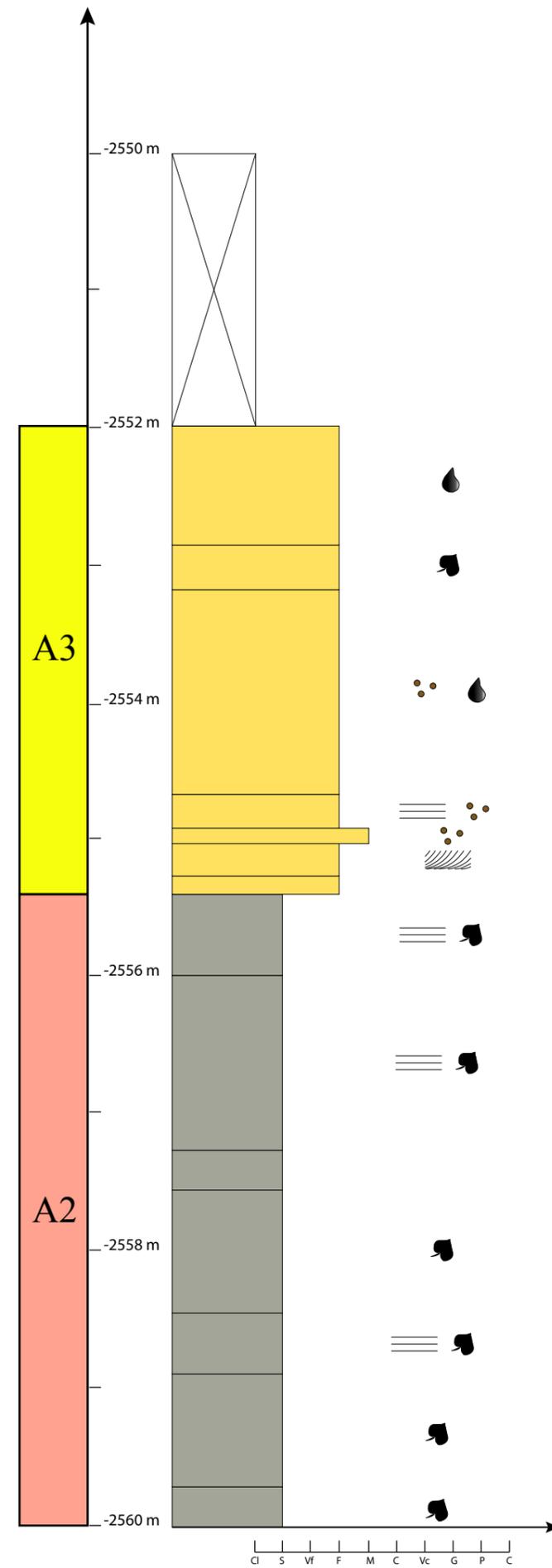
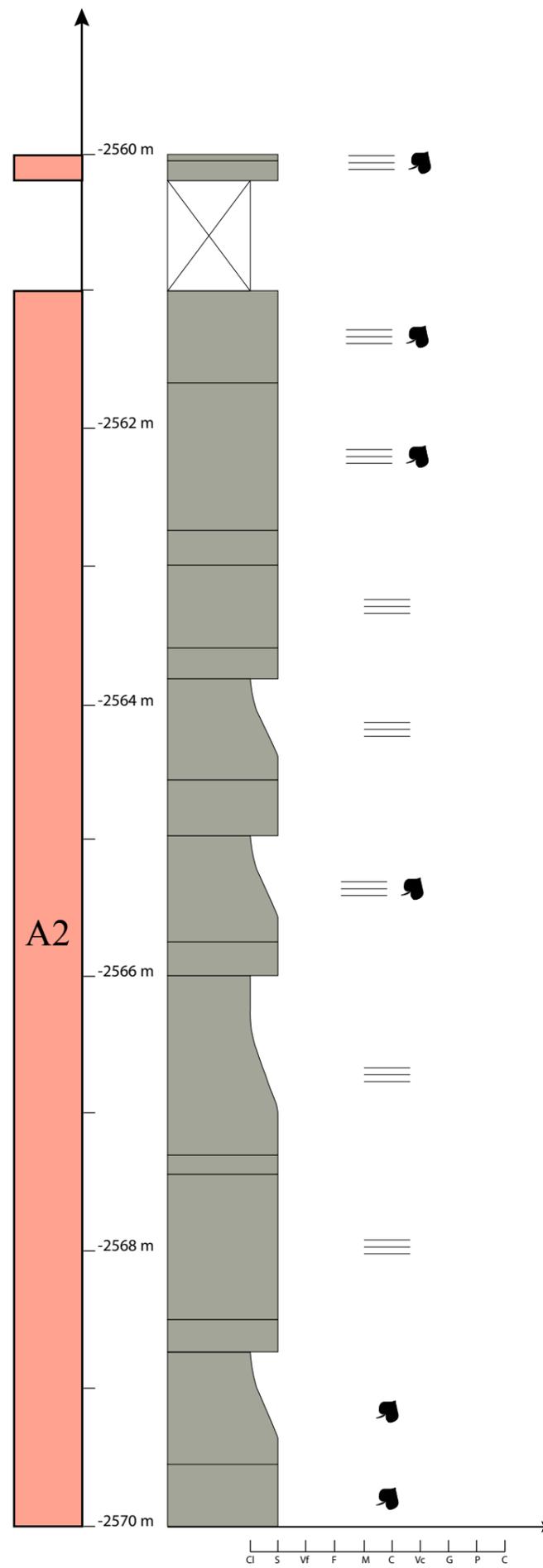
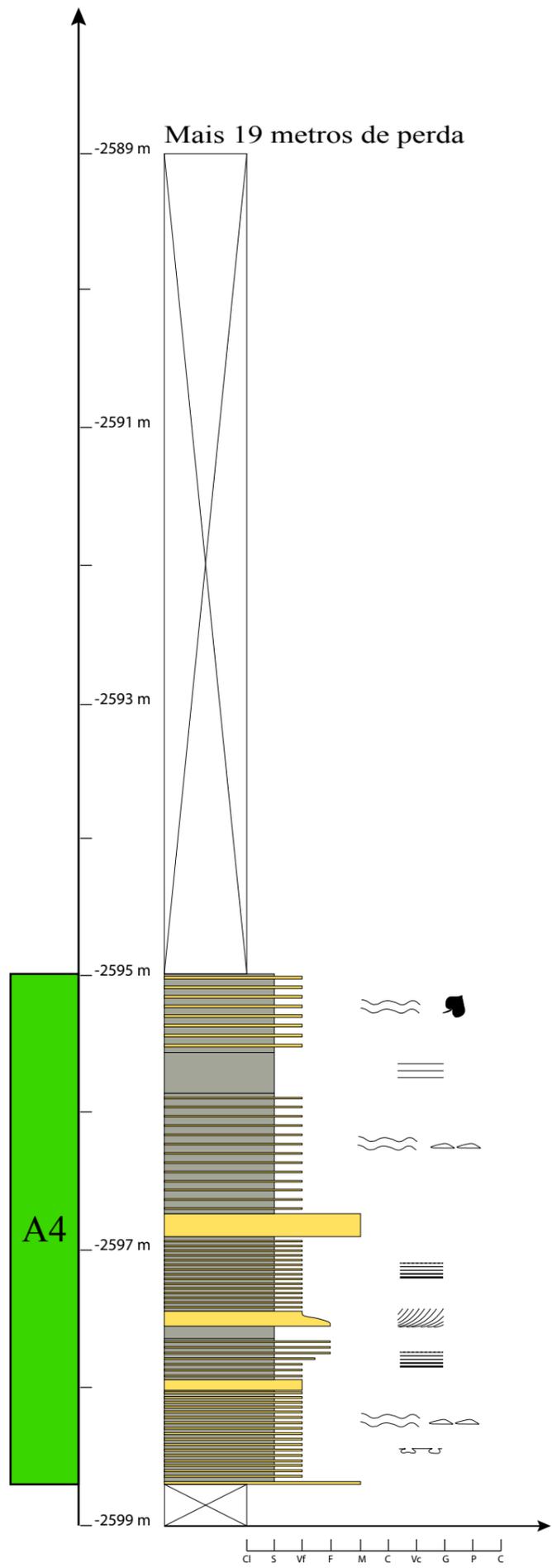
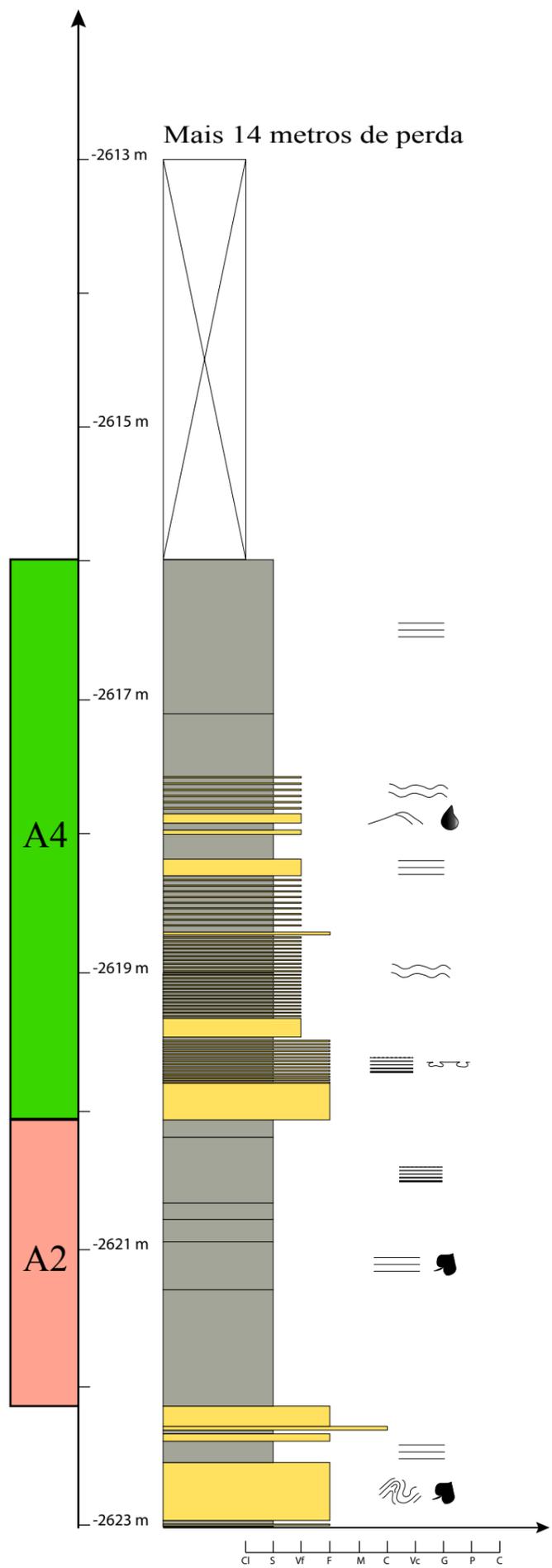
# 3-RJS-510A-RJ



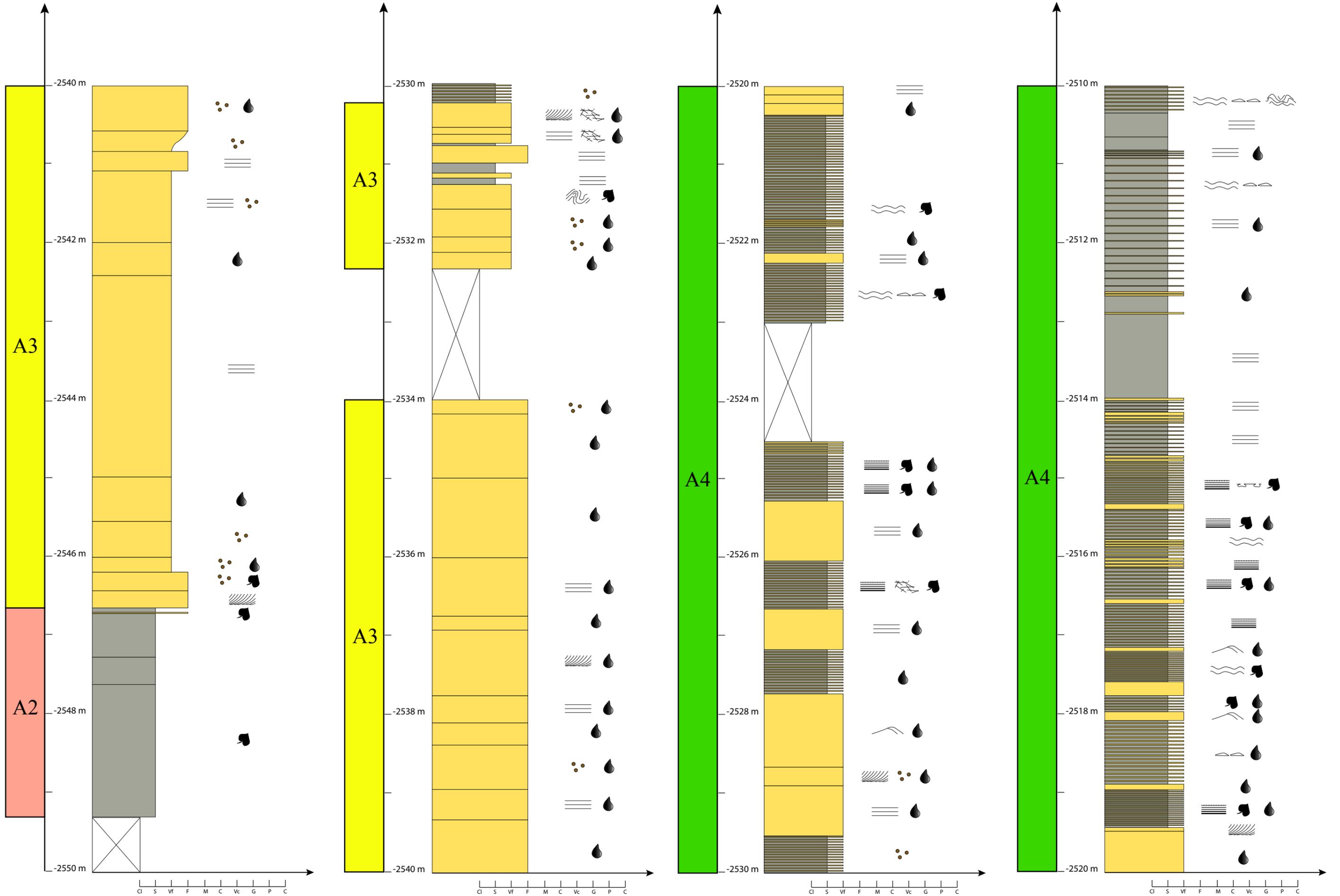
# 4-RJS-367-RJ



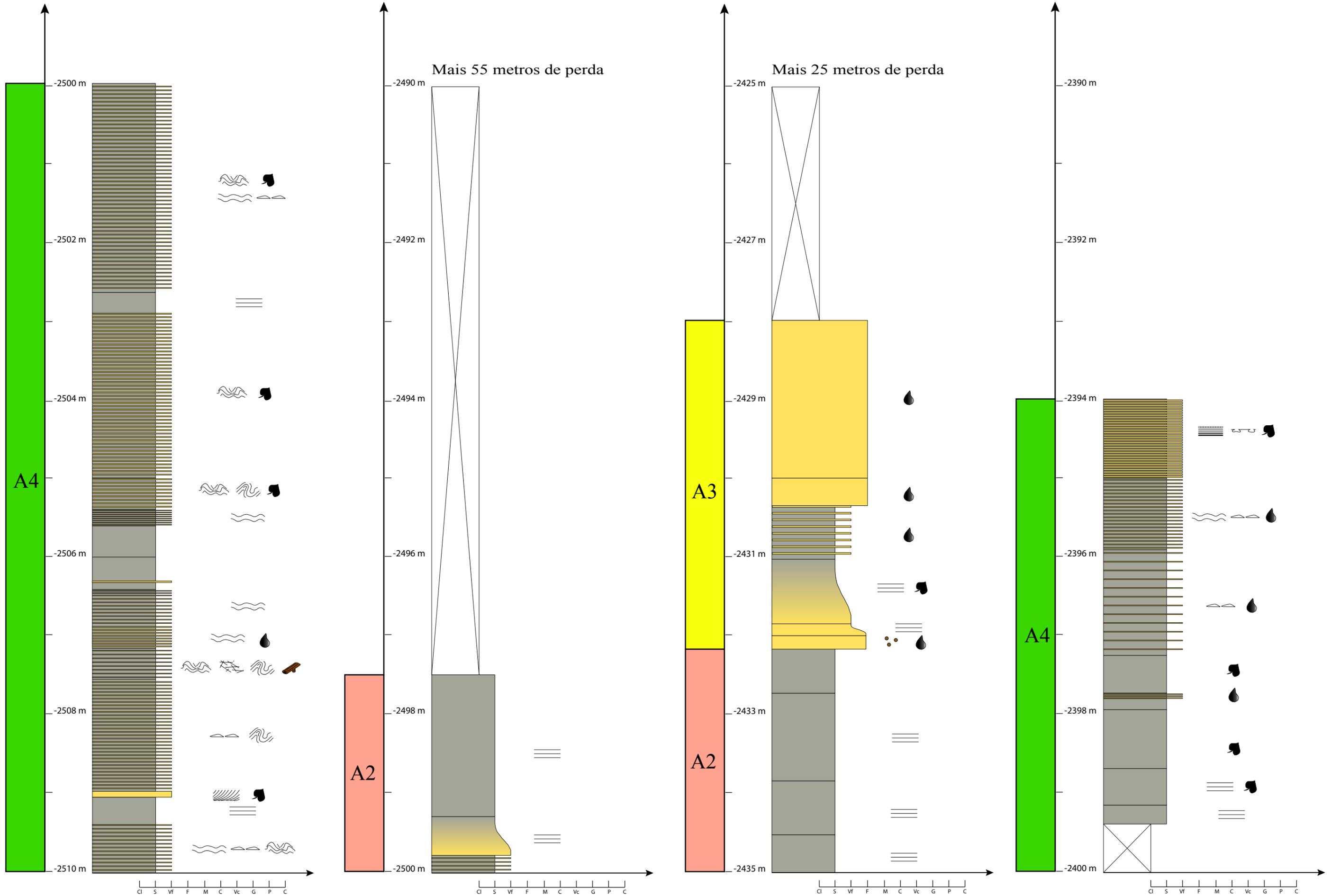
# 9-ABL-2-RJS



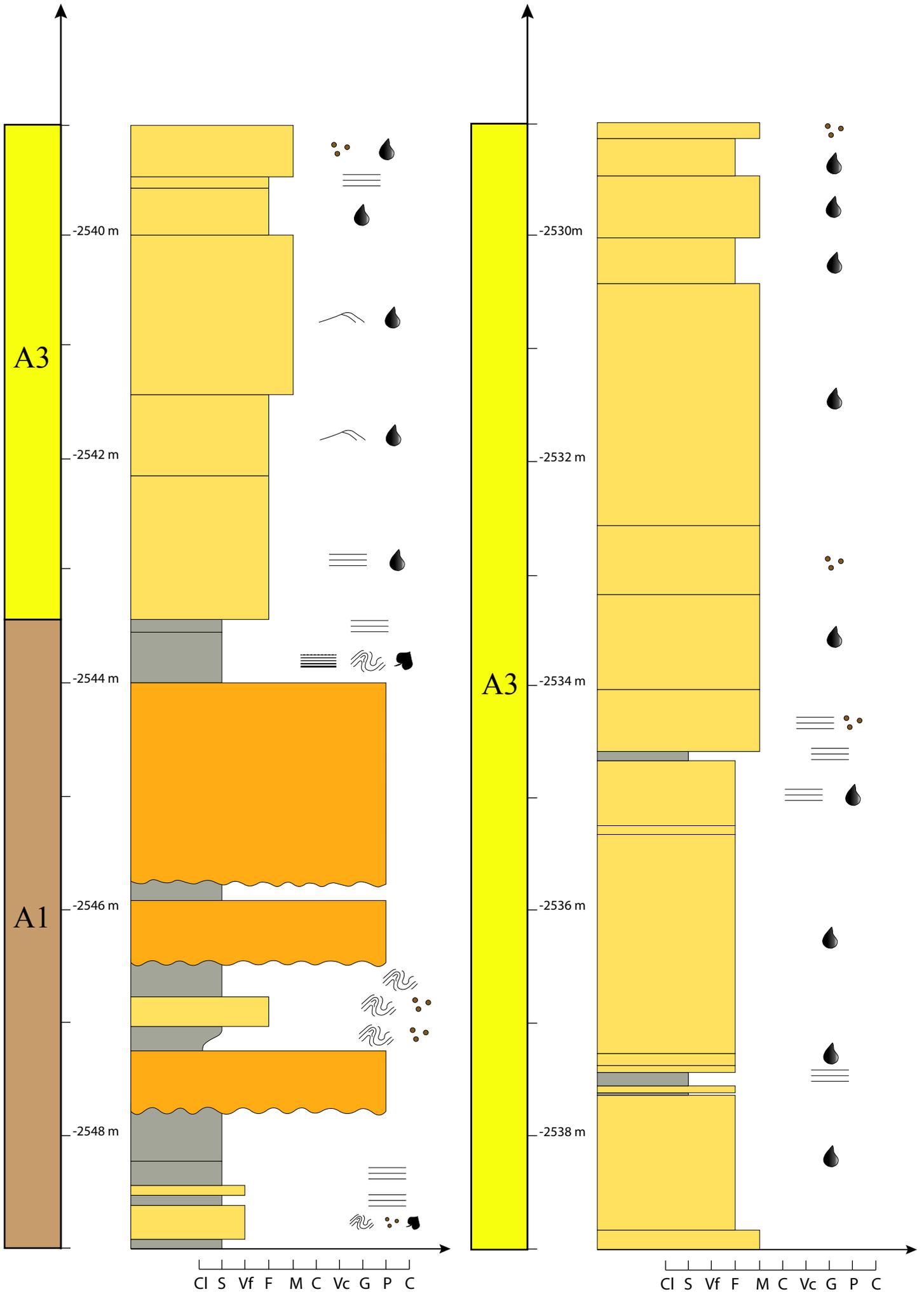
# 9-ABL-2-RJS



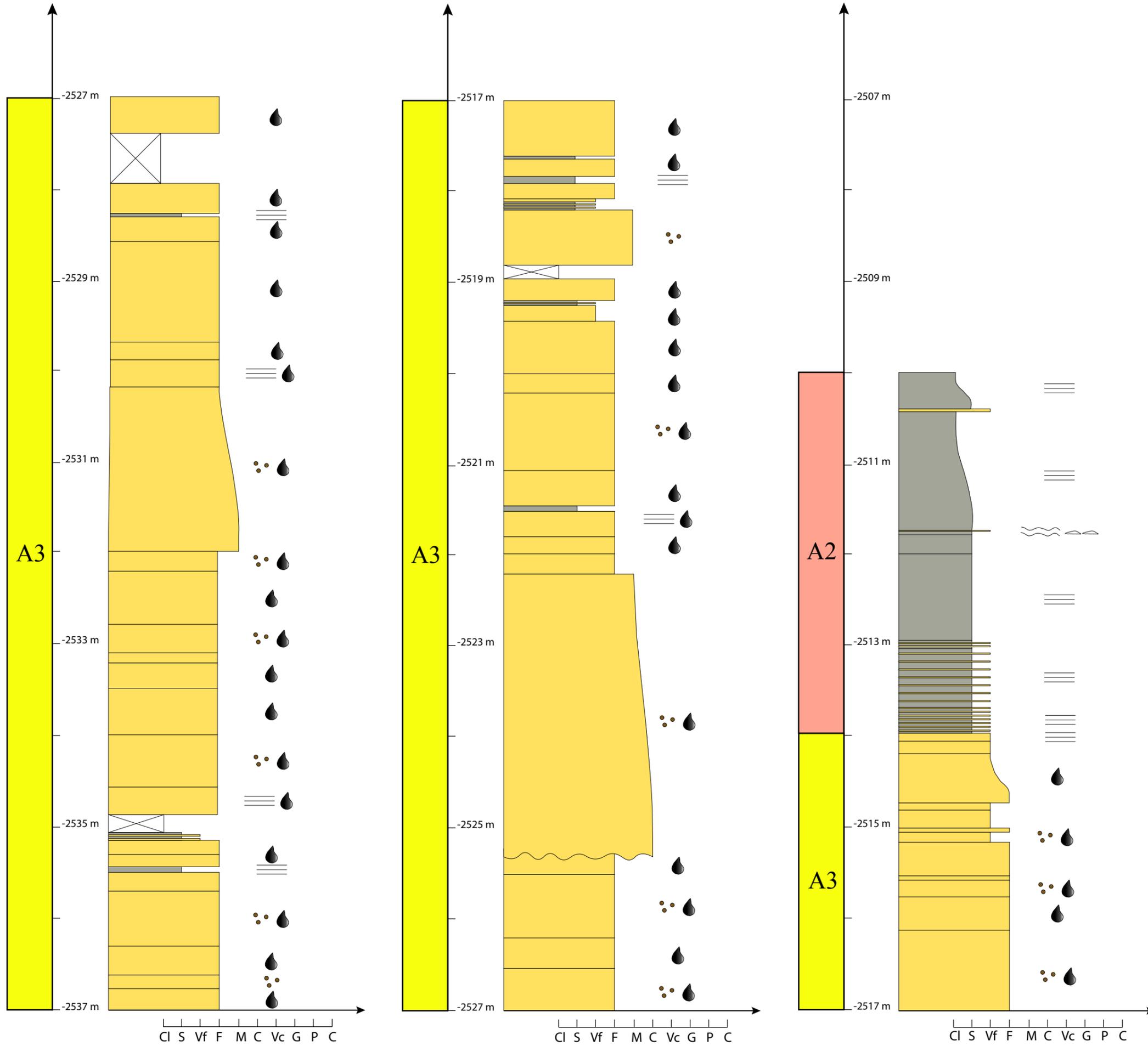
# 9-ABL-2-RJS



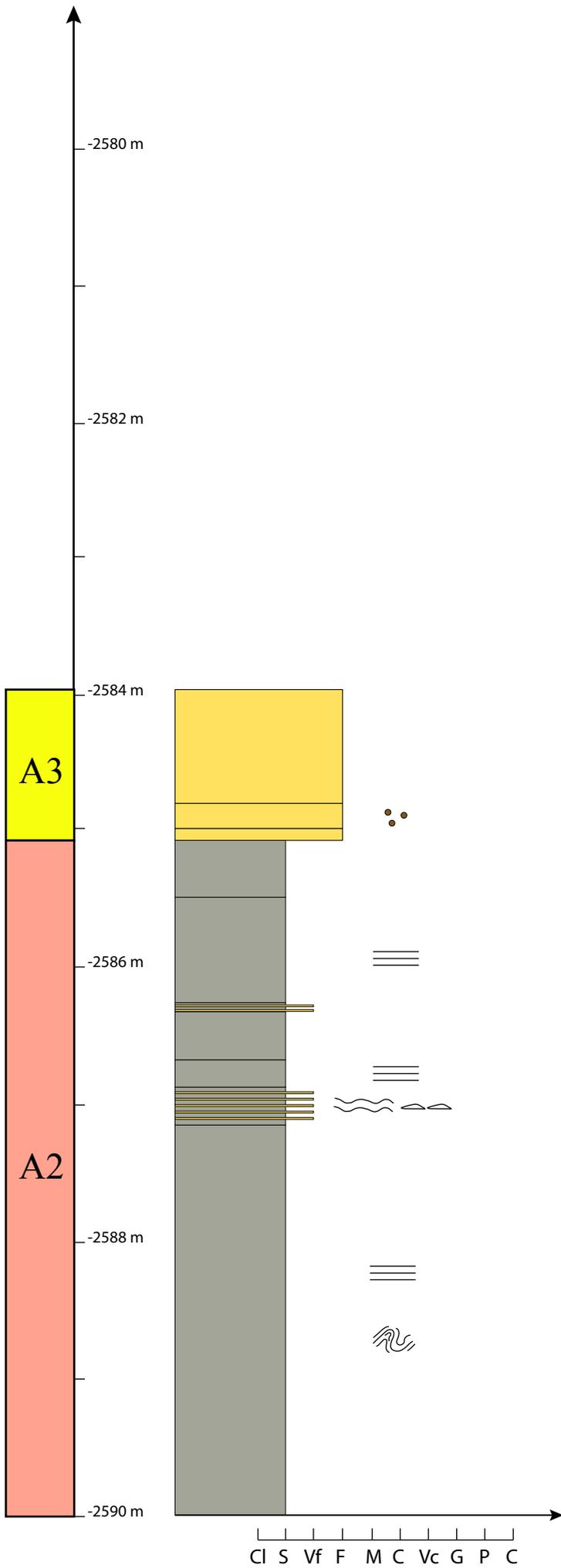
# 9-ABL-3-RJS



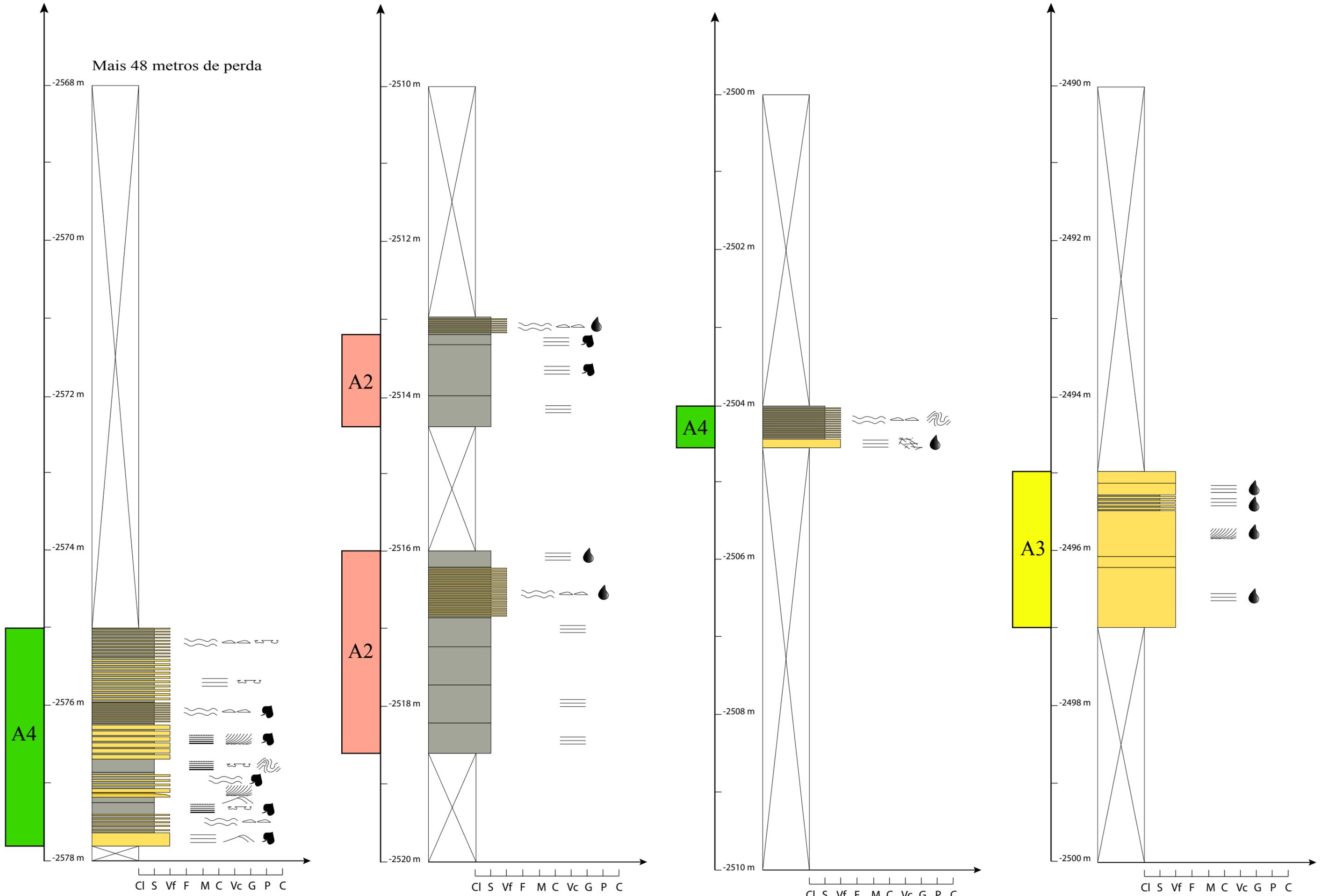
# 9-ABL-3A-RJS



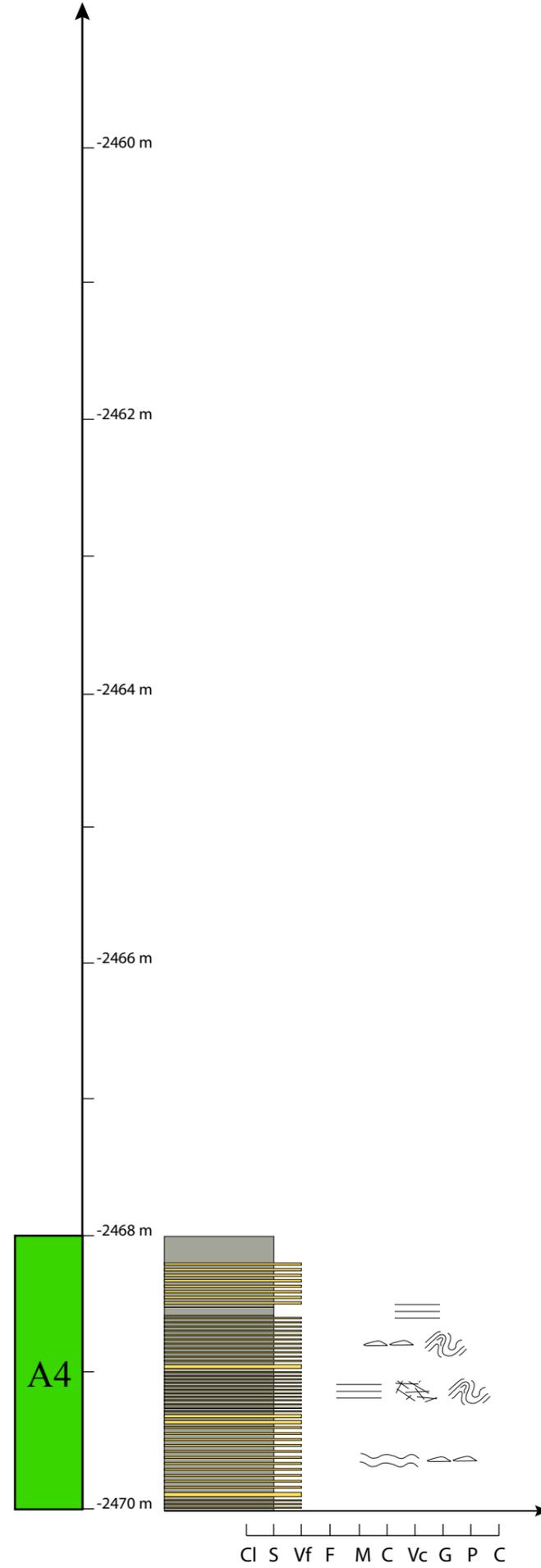
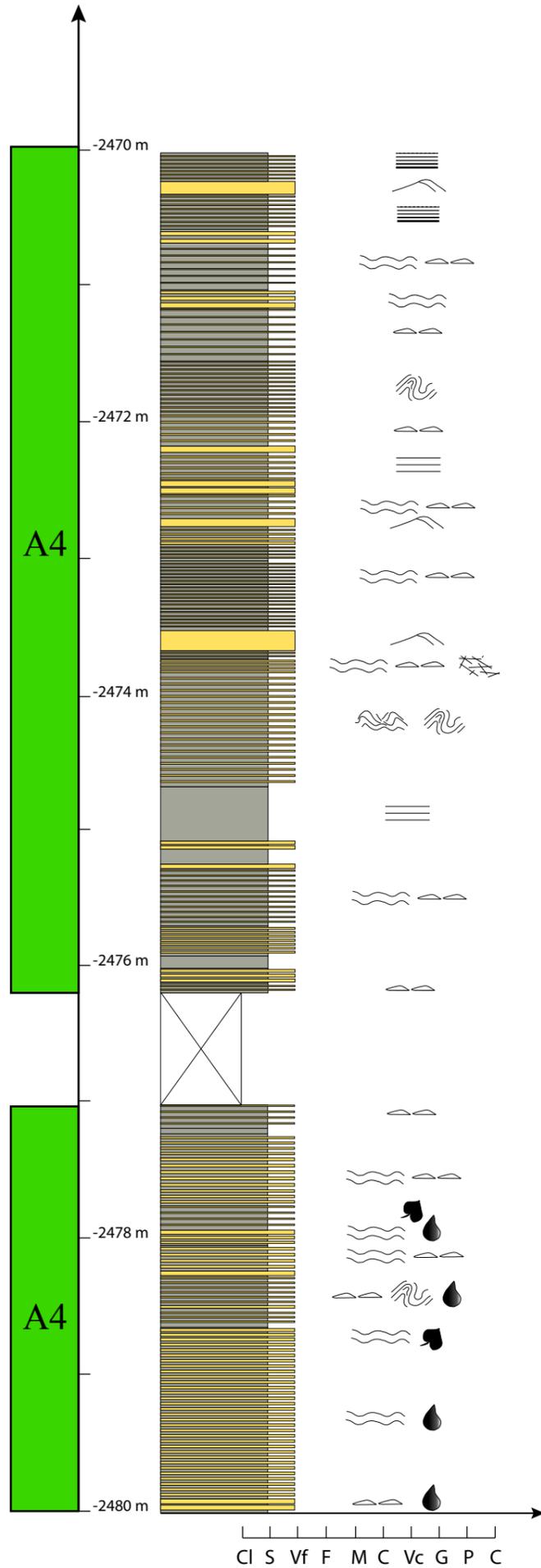
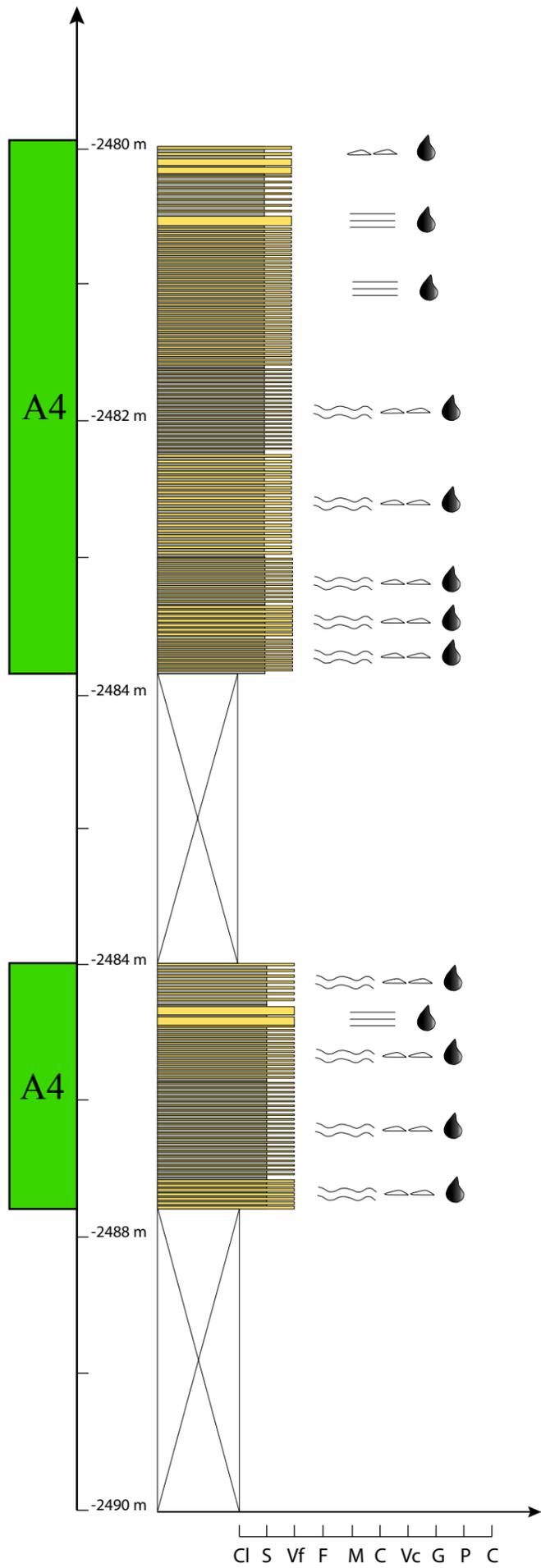
# 9-ABL-3B-RJS



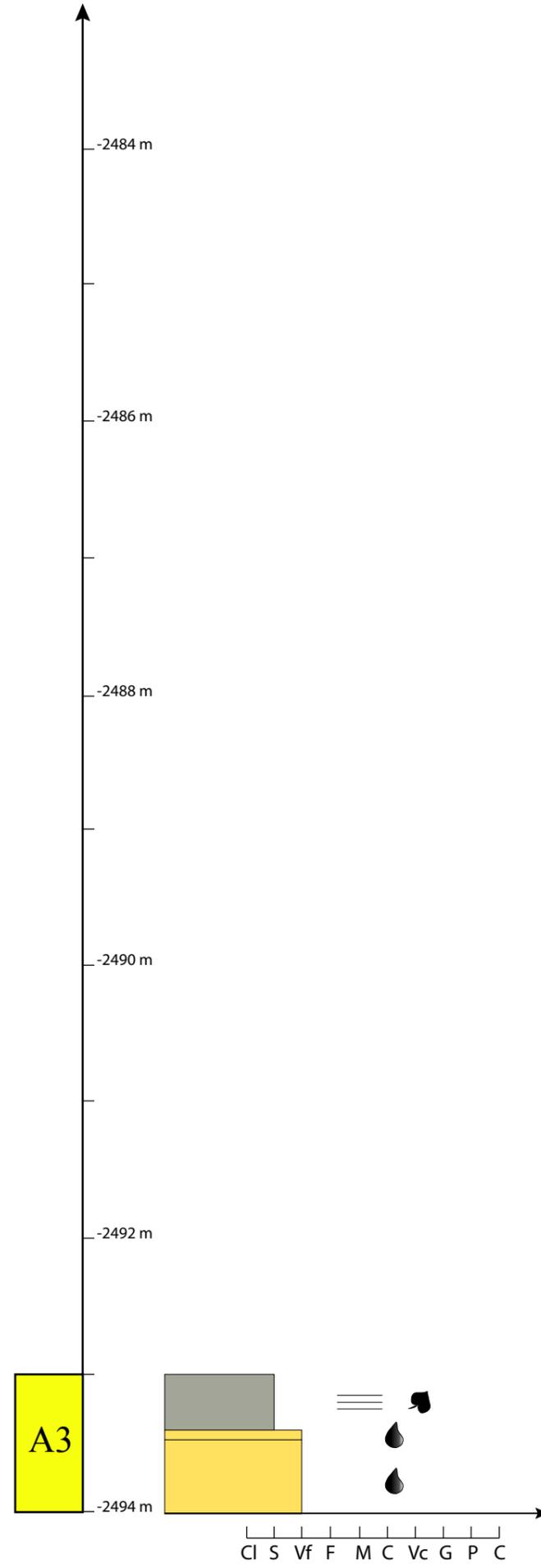
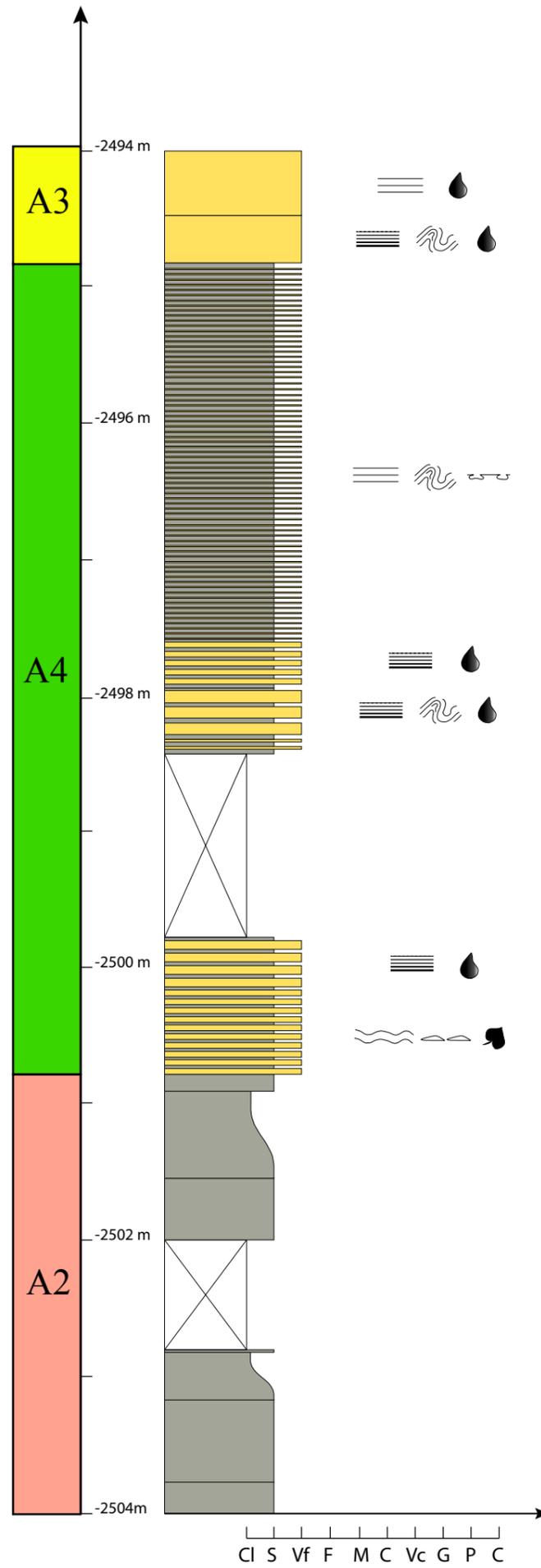
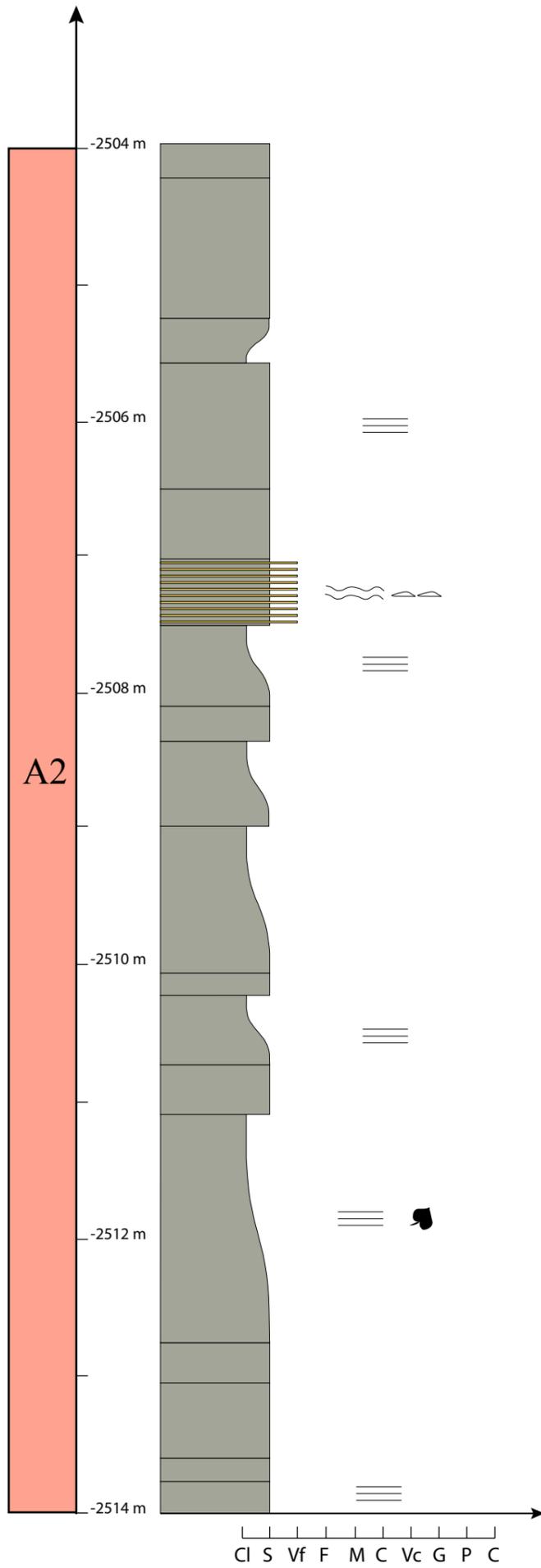
# 9-ABL-5-RJS



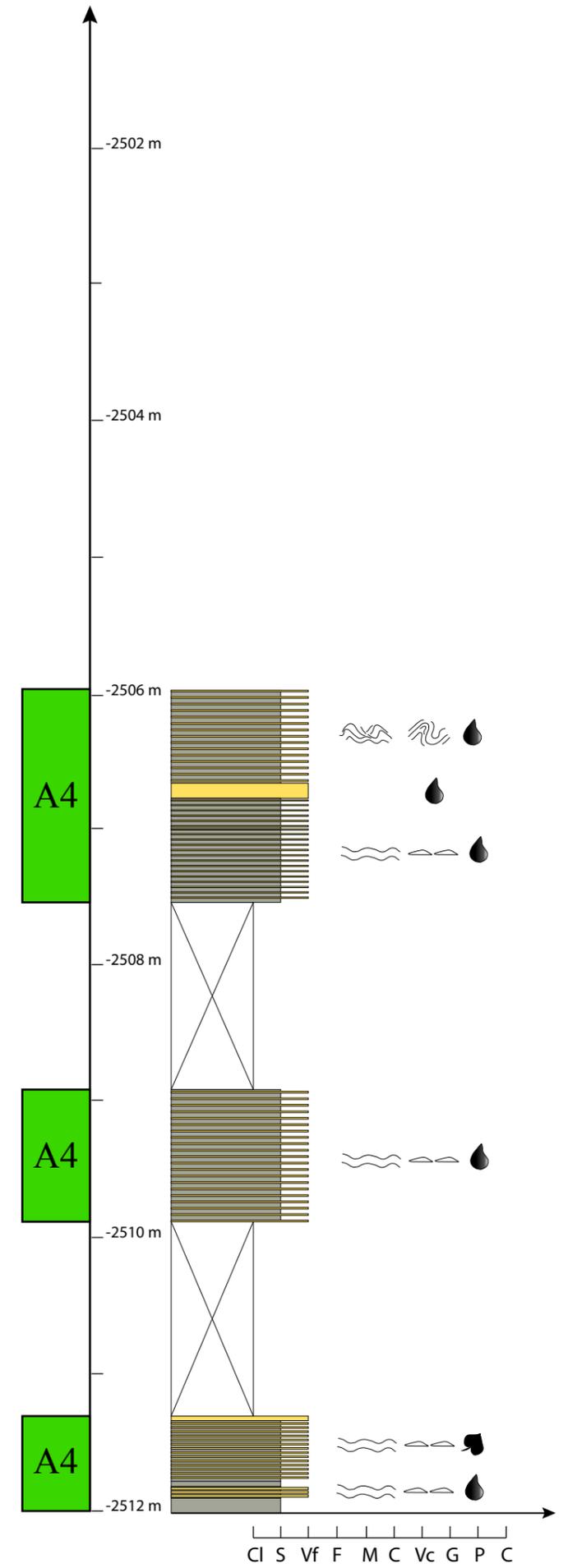
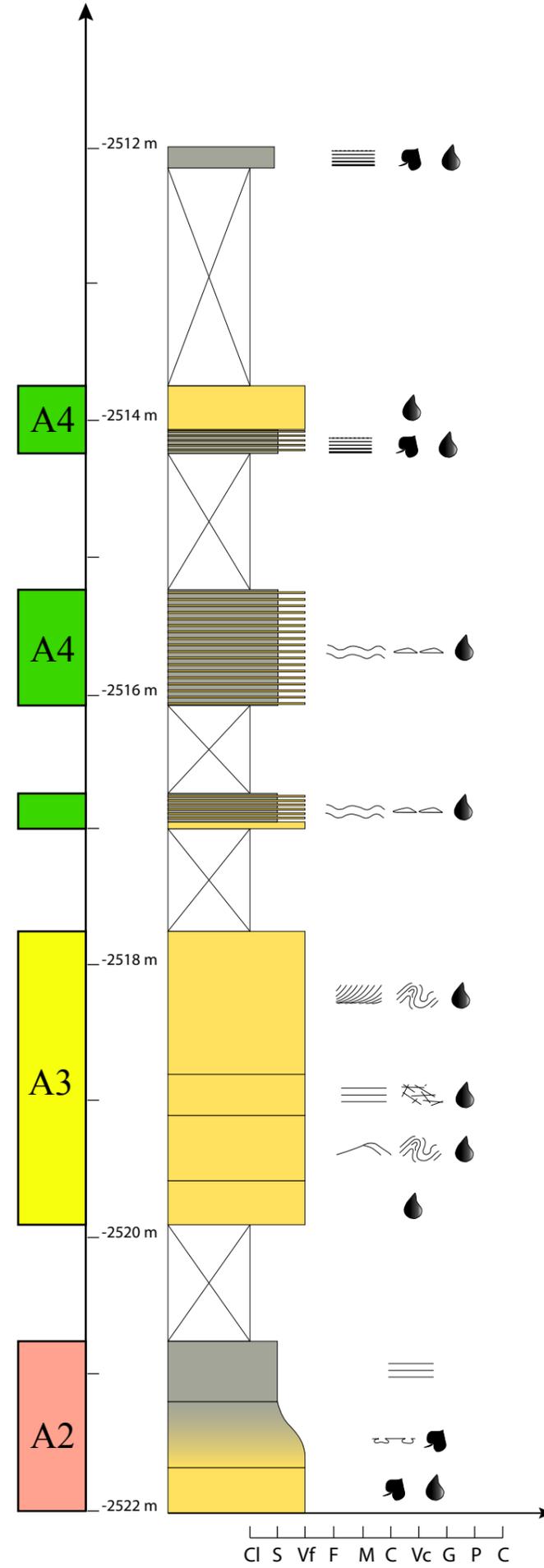
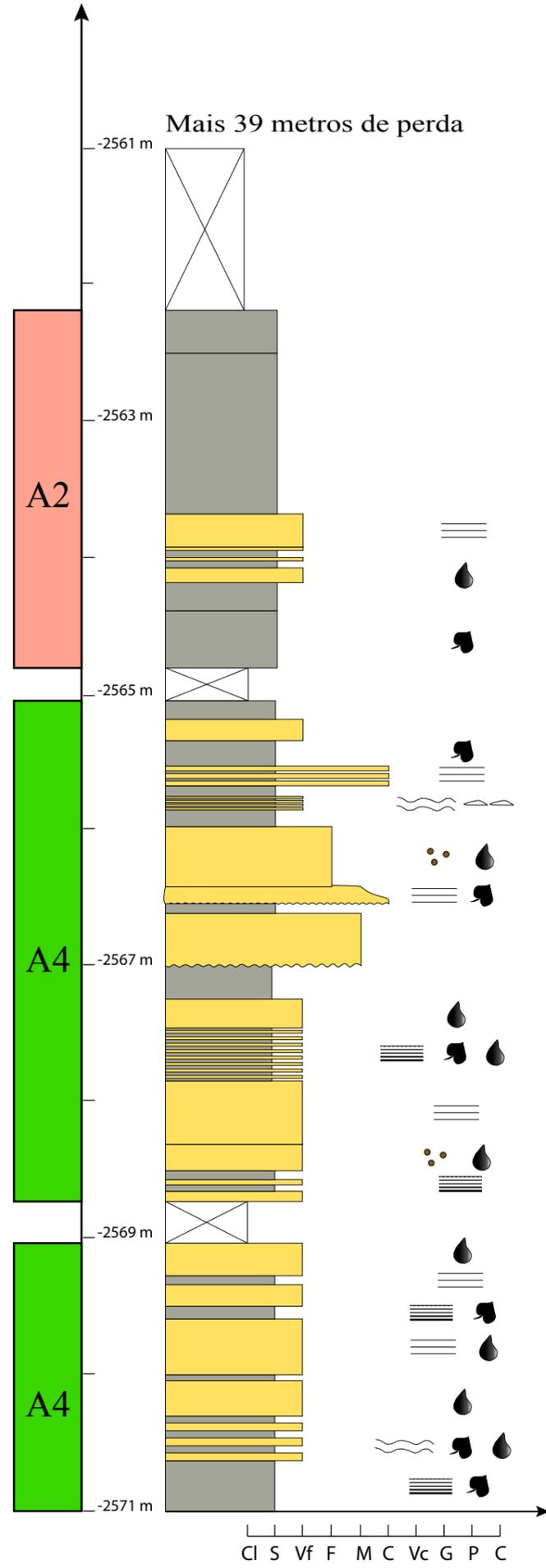
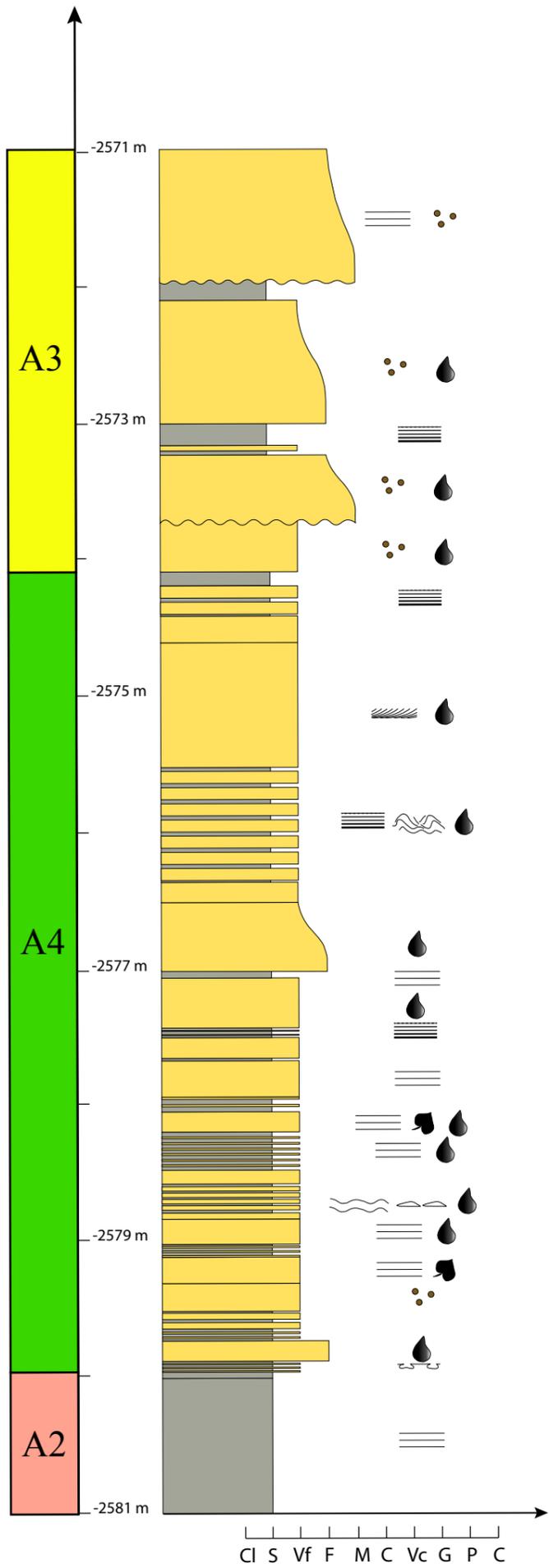
# 9-ABL-5-RJS



# 9-ABL-6-RJS



# 9-ABL-7-RJS



# 9-ABL-9D-RJS

