



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES ORGÂNICOS
PARTICULADOS EM SEÇÕES DEVONIANAS DA BACIA DO
PARNAÍBA**

DIOGO MATTOSO ABREU

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COMO REQUISITO
OBRIGATÓRIO DA DISCIPLINA “TRABALHO FINAL DE CURSO”

RIO DE JANEIRO – RJ – BRASIL
MAIO DE 2005

CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES ORGÂNICOS PARTICULADOS EM
SEÇÕES DEVONIANAS DA BACIA DO PARNAÍBA

DIOGO MATTOSO ABREU

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COMO REQUISITO
OBRIGATÓRIO DA DISCIPLINA “TRABALHO FINAL DE CURSO”.

SETOR: Geologia Econômica e Regional

ORIENTADOR: Prof. Dr. João Graciano Mendonça Filho

APROVADA POR:

Prof. Dr. João Graciano Mendonça Filho (UFRJ)

Prof. Dr. Leonardo F. Borghi de Almeida (UFRJ)

Prof. Dr. Marcelo de A. Carvalho (Museu Nacional / UFRJ)

FICHA CATALOGRÁFICA

ABREU, DIOGO MATTOSO
CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES ORGÂNICOS PARTICULADOS EM SEÇÕES
DEVONIANAS DA BACIA DO PARNAÍBA [RIO DE JANEIRO] 2005.

xvii, 131 p., 9 estampas 29,7 cm (Instituto de Geociências – UFRJ, *B.Sc.*, Curso de Graduação em Geologia, 2005).

Monografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, realizada no Instituto de Geociências.

1. Formação Pimenteira 2. Devoniano. 3. Palinofácies. 4. Maturação Térmica.

I – IGEO/UFRJ

II – Título (série)

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	vi
RESUMO	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABELAS	xiv
1 INTRODUÇÃO	01
2 CONCEITO DE PALINOFÁCIES E FÁCIES ORGÂNICA	03
3 BACIA DO PARNAÍBA	05
3.1 Tectônica e sedimentação	06
3.2 Estratigrafia	07
3.2.1 <i>GRUPO SERRA GRANDE</i>	07
3.2.2 <i>GRUPO CANINDÉ</i>	07
3.2.3 <i>GRUPO BALSAS</i>	08
3.3 Formação Pimenteira	10
3.3.1 <i>BREVE HISTÓRICO</i>	10
3.3.2 <i>LITOESTRATIGRAFIA</i>	10
3.3.3 <i>PALEOAMBIENTES DEPOSICIONAIS</i>	12
3.3.4 <i>BIOESTRATIGRAFIA E DATAÇÃO</i>	13
3.3.5 <i>GEOLOGIA DO PETRÓLEO</i>	13
4 MATERIAL DE ESTUDO	16
5 MÉTODOS DE ESTUDO	22
5.1 Técnicas de preparação das amostras para análise de palinofácies	22
5.2 Análises de palinofácies	25
5.2.1 <i>TÉCNICAS DE MICROSCOPIA</i>	25
5.2.1.1 <i>Microscopia em luz branca transmitida</i>	
5.2.1.2 <i>Microscopia em luz azul incidente - fluorescência</i>	26
5.2.1.3 <i>Índice de Coloração de Esporos (ICE)</i>	26

5.3 Obtenção dos dados	29
5.3.1 <i>CONTAGEM DOS COMPONENTES ORGÂNICOS</i>	
5.4 Tratamento dos dados	32
5.4.1 <i>ANÁLISES DE AGRUPAMENTO</i>	32
6 CLASSIFICAÇÃO E DEFINIÇÃO DOS COMPONENTES ORGÂNICOS	33
6.1 Classificação da matéria orgânica	34
6.1.1 <i>FITOCLASTOS</i>	34
6.1.2 <i>PALINOMORFOS</i>	35
6.1.3 <i>MATERIAL ORGÂNICO AMORFO</i>	37
7 DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS DE COMPONENTES DA MATÉRIA ORGÂNICA	38
7.1 Fitoclastos	38
7.2 Palinomorfos	41
7.3 Matéria Orgânica Amorfa (M.O.A.)	43
8 PARÂMETROS PALINOFACIOLÓGICOS	45
9 RESULTADOS E DISCUSSÕES	46
9.1 Representação dos dados	46
9.1.1 <i>DIAGRAMAS TERNÁRIOS</i>	46
9.1.2 <i>DENDOGRAMAS</i>	47
9.2 Contagem dos componentes da matéria orgânica	48
9.2.1 <i>TESTEMUNHO DE SONDAGEM VL-03</i>	54
9.2.2 <i>TESTEMUNHO DE SONDAGEM PM-06</i>	57
9.2.3 <i>TESTEMUNHO DE SONDAGEM ST-12</i>	61
9.2.4 <i>TESTEMUNHO DE SONDAGEM SM-IST-4</i>	65
9.2.5 <i>TESTEMUNHO DE SONDAGEM CT-02</i>	69
9.2.6 <i>TESTEMUNHO DE SONDAGEM PM-10</i>	71
9.3 Maturidade térmica	75
9.4 Descrição dos componentes orgânicos	85
9.5 Análise de agrupamento modo –R	87

9.6 Matriz de correlação utilizando o coeficiente r-Pearson	91
9.7 Inferências paleoambientais	93
10 CONCLUSÕES	123
11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126
ANEXO (ESTAMPA)	

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu orientador Prof. Dr. João Graciano de Mendonça Filho, pela amizade e orientação deste trabalho.

Aos amigos da turma de geologia 99, em especial :

- Antônio - o mais disposto às diversas aventuras.
- Juliano – o mais engraçado, sempre nos tirando gargalhadas.
- Igor – meu co-orientador, amigo, me ajudou muito na elaboração deste trabalho. Obrigado !
- Régis – mesmo estando em outro Estado, continua morando aqui no nosso coração.
- Marcel – macaense cheio de gírias e com um sotaque muito engraçado, é um grande amigo também.
- Beto – Nos últimos tempos anda muito sumido, mas quando o encontramos, sempre tem uma ótima historinha para nos contar.
- Rafinha – depois que descobriu o surf, foi difícil encontrá-lo na faculdade, gente boa toda vida.
- Edson – parceiro de campo 2, levarei pra sempre aquela imagem do vaso na sua testa. Papai, quem diária ?!!!
- Carol – Menina super especial, nota dez, que sempre me acompanhou nessa longa trajetória na faculdade. Obrigado por tudo, você estará sempre em meu coração !
- Marcelle – a grande arquiteta das bijus, amiga e companheira !
- Paulinha – parceira de campo 1, queria brigar comigo a todo custo, mas eu não deixei !

- Janaina – grande Jana, mamãe de uma menina linda, obrigado por tudo querida !
- Helen – parceira do campo III, me aturou nos momentos de maior mau humor, obrigado por tudo !

Aos demais amigo de faculdade, Léo Penha, Henrique Tiozão, Erick, Mauro, Pangaré, Romário, Fagner, Chiclete, Vitão, Mário, Zé Lele, Max, Vivian, Marcos Baião, Leandro, Marcelo, Potó, Hatushika, Raphael Pietzsch, Diogo Merenda, Thiago Muriçoca, Anderson, Denize, Drica, Giovani, Guilherme, Donizete e Jaqueline. Muito obrigado !!!

Aos professores, Cláudio Limeira, Leonardo Borghi, Joel Valença, João Baptista, Julio Mendes, Henrique Dayan, Carlos Eduardo, Rudolph Trouw, Cláudio Margueron, Helena Polivanov, Gérson Cardoso, por terem feito a diferença em minha formação profissional.

À geóloga M.Sc.Taissa Rêgo Menezes, pela amizade e grande ajuda na realização deste trabalho.

À minha namorada, pela sabedoria e compreensão dos momentos em que não pude lhe dar a atenção merecida.

Aos meus familiares, em especial, aos meus pais , minha irmã e minha tia Léo, que sempre foram exemplo, e contribuíram com incentivo e apoio durante não só o tempo na faculdade mas também em toda a minha vida.

E principalmente a Deus, pois foi o alicerce de tudo, nada disso teria sido realizado sem Ele !!!

RESUMO DA MONOGRAFIA APRESENTADA AO CURSO DE GRADUAÇÃO EM
GEOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COMO
REQUISITO OBRIGATÓRIO DA DISCIPLINA “TRABALHO FINAL DE CURSO”

CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES ORGÂNICOS PARTICULADOS EM
SEÇÕES DEVONIANAS DA BACIA DO PARNAÍBA

DIOGO MATTOSO ABREU

RIO DE JANEIRO, MAIO DE 2005

ORIENTADOR: Prof. Dr. João Graciano Mendonça Filho

SETOR: Geologia Econômica e Regional

A caracterização dos componentes orgânicos particulados foi realizada em seções devonianas da Formação Pimenteira na borda leste da bacia do Parnaíba. A formação é constituída em sua maior parte por espessas camadas de folhelhos e siltitos, com algumas camadas delgadas de arenito fino. O objetivo principal deste trabalho foi a determinação de parâmetros palinofaciológicos através da identificação e quantificação dos componentes particulados da matéria orgânica e sua variação vertical ao longo das seções estudadas. Estes parâmetros palinofaciológicos foram aplicados à determinação das tendências de proximalidade, distribuição, maturação térmica e inferências paleoambientais. Para tanto foi realizada análise de quarenta e quatro lamina organopalínológicas utilizando a microscopia em luz branca transmitida (MLT) e luz azul incidente (fluorescência). Ainda determinou-se pelo método MLT e fluorescência o estágio de evolução térmica através do Índice de Coloração de Esporos (ICE). Foi realizada contagem de 300 a 500 partículas por lâmina, sendo então efetuado um tratamento estatístico relativo aos diferentes grupos da matéria orgânica. Os resultados percentuais obtidos foram submetidos a análises de agrupamento modo-R (para verificar similaridades entre os componentes orgânicos). Os resultados apontam que as seções estudadas da Formação Pimenteira são compostas

predominantemente por esporomorfos (representados por esporos), microplâncton de parede orgânica marinho (algas prasinófitas e acritarcas), matéria orgânica amorfa, fitoclastos opacos, fitoclastos não opacos, cutículas de vegetais terrestres superiores e microplâncton de parede orgânica de água doce (algas do gênero *Botryococcus*). Os resultados de Índice de Coloração dos Esporos (ICE), determinaram de um modo geral um baixo estágio de evolução térmica (maturação) da matéria orgânica, o que demonstra um baixo grau de diagênese pelo processo natural de aumento de temperatura conseqüente do aumento da profundidade de soterramento. No entanto, algumas amostras apresentaram um elevado estágio de evolução térmica, proporcionado pelo efeito térmico de intrusivas ígneas. As inferências paleoambientais foram baseadas no diagrama ternário com os campos de palinofácies definido pelos valores percentuais dos três principais grupos de componentes da matéria orgânica (Tyson, 1993) e na representação diagramática de palinomorfos modificado de Turnau e Racki (1999). As seções estratigráficas foram divididas em intervalos, os quais foram definidos pela análise da disposição das amostras no diagrama ternário com os campos de palinofácies de Tyson (1993).

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Mapa de localização da Bacia do Parnaíba.</i>	5
Figura 2: <i>Carta estratigráfica da Bacia do Parnaíba (ANP,2002).</i>	9
Figura 3: <i>Perfil estratigráfico da Formação Pimenteira na área dos projetos São Miguel do Tapuio e Fosfato de São Miguel do Tapuio, na borda lesta da bacia do Parnaíba. (Young, 2003).</i>	17
Figura 4: <i>Perfil estratigráfico do testemunho de sondagem VL-03.</i>	18
Figura 5: <i>Perfil estratigráfico do testemunho de sondagem PM-06.</i>	18
Figura 6: <i>Perfil estratigráfico do testemunho de sondagem ST-12.</i>	19
Figura 7: <i>Perfil estratigráfico do testemunho de sondagem SM-IST-4.</i>	19
Figura 8: <i>Perfil estratigráfico do testemunho de sondagem CT-01.</i>	20
Figura 9: <i>Perfil estratigráfico do testemunho de sondagem CT-02.</i>	20
Figura 10: <i>Perfil estratigráfico do testemunho de sondagem PM-10.</i>	21
Figura 11: <i>Escala de ICE, Barnard et al. (1981), padrão Robertson Research.</i>	28
Figura 12: <i>Diagrama ternário mostrando os valores percentuais dos três grupos de componentes orgânicos da matéria orgânica do poço VL-03.</i>	48
Figura 13: <i>Diagrama ternário mostrando os valores percentuais dos três grupos de componentes orgânicos da matéria orgânica do poço PM-06.</i>	49
Figura 14: <i>Diagrama ternário mostrando os valores percentuais dos três grupos de componentes orgânicos da matéria orgânica do poço ST-12.</i>	50
Figura 15: <i>Diagrama ternário mostrando os valores percentuais dos três grupos de componentes orgânicos da matéria orgânica do poço SM-IST-4.</i>	51
Figura 16: <i>Diagrama ternário mostrando os valores percentuais dos três grupos de componentes orgânicos da matéria orgânica do poço CT-02.</i>	52
Figura 17: <i>Diagrama ternário mostrando os valores percentuais dos três grupos de componentes orgânicos da matéria orgânica do poço PM-10.</i>	53
Figura 18: <i>Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação ao total de matéria orgânica do poço VL-03.</i>	56

- Figura 19: *Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação ao total de matéria orgânica do poço PM-06.* 60
- Figura 20: *Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação ao total de matéria orgânica do poço ST-12.* 64
- Figura 21: *Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação ao total de matéria orgânica do poço SM-IST-4.* 68
- Figura 22: *Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação ao total de matéria orgânica do poço CT-02.* 70
- Figura 23: *Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação ao total de matéria orgânica do poço PM-10.* 74
- Figura 24: *Relação entre o tempo (milhões de anos), Temperatura (°C) e Maturação (ICE e %Ro) (Barnard et al. 1981).* 76
- Figura 25: *Gráfico mostrando a variação do ICE do poço VL-03 com a profundidade.* 77
- Figura 26: *Gráfico mostrando a variação do ICE do poço PM-06 com a profundidade.* 78
- Figura 27: *Gráfico mostrando a variação do ICE do poço ST-12 com a profundidade.* 79
- Figura 28: *Gráfico mostrando a variação do ICE do poço ST-12 com a profundidade.* 80
- Figura 29: *Gráfico mostrando a variação do ICE do poço CT-01 com a profundidade.* 81
- Figura 30: *Gráfico mostrando a variação do ICE do poço CT-02 com a profundidade.* 82
- Figura 31: *Gráfico mostrando a variação do ICE do poço PM-10 com a profundidade.* 83
- Figura 32: *Dendograma produzido pela análise de agrupamento modo-R para os grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica do poço VL-03.* 87

- Figura 33: *Dendograma produzido pela análise de agrupamento modo-R para os grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica do poço PM-06.* 88
- Figura 34: *Dendograma produzido pela análise de agrupamento modo-R para os grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica do poço ST-12.* 89
- Figura 35: *Dendograma produzido pela análise de agrupamento modo-R para os grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica do poço SM-IST-4.* 90
- Figura 36: *Diagrama ternário com os campos de palinofácies definido pelos valores percentuais dos três principais grupos de componentes da matéria orgânica (Tyson, 1993)* 93
- Figura 37: *Representação diagramática de palinomorfos modificado de Turnau e Racki (1999).* 95
- Figura 38: *Diagrama ternário FITO-MOA-PALINO com os campos de palinofácies (Tyson, 1993) do poço VL-03.* 96
- Figura 39: *Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação ao total de matéria orgânica com as subdivisões dos intervalos definidos pelo diagrama ternário com os campos de palinofácies do poço VL-03.* 97
- Figura 40: *Diagrama ternário FITO-MOA-PALINO com os campos de palinofácies (Tyson, 1993) do poço PM-06.* 101
- Figura 41: *Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação ao total de matéria orgânica com as subdivisões dos intervalos definidos pelo diagrama ternário com os campos de palinofácies do poço PM-06.* 103
- Figura 42: *Diagrama ternário FITO-MOA-PALINO com os campos de palinofácies (Tyson, 1993) do poço ST-12.* 105
- Figura 43: *Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação ao total de matéria orgânica com as subdivisões dos intervalos definidos pelo diagrama ternário com os campos de palinofácies do poço ST-12.* 107
- Figura 44: *Diagrama ternário FITO-MOA-PALINO com os campos de palinofácies (Tyson, 1993) do poço SM-IST-4.* 110
- Figura 45: *Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação ao total de matéria orgânica com as subdivisões dos intervalos definidos pelo diagrama ternário com os campos de palinofácies do poço SM-IST-4.* 111

Figura 46: *Diagrama ternário FITO-MOA-PALINO com os campos de 114 palinofácies (Tyson, 1993) do poço CT-02.*

Figura 47: *Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de 115 componentes da matéria orgânica em relação ao total de matéria orgânica com as subdivisões dos intervalos definidos pelo diagrama ternário com os campos de palinofácies do poço CT-02.*

Figura 48: *Diagrama ternário FITO-MOA-PALINO com os campos de 119 palinofácies (Tyson, 1993) do poço PM-10.*

Figura 49: *Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de 121 componentes da matéria orgânica em relação ao total de matéria orgânica com as subdivisões dos intervalos definidos pelo diagrama ternário com os campos de palinofácies do poço PM-10.*

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: <i>Ficha utilizada para a contagem dos componentes orgânicos.</i>	30
Tabela 2: <i>Classificação geral dos principais componentes da matéria orgânica (baseado em Tyson 1995; Mendonça Filho, 1999; Carvalho; 2001; Mendonça Filho et.al.,2002).</i>	31
Tabela 3: <i>Parâmetros calculados para os grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica e as tendências generalizadas proximal – distal, baseado em Tyson (1993) e Mendonça Filho (1999).</i>	45
Tabela 4: <i>Valores percentuais dos 3 principais grupos da matéria orgânica do poço VL-03.</i>	48
Tabela 5: <i>Valores percentuais dos 3 principais grupos da matéria orgânica do poço PM-06.</i>	49
Tabela 6: <i>Valores percentuais dos 3 principais grupos da matéria orgânica do poço ST-12.</i>	50
Tabela 7: <i>Valores percentuais dos 3 principais grupos da matéria orgânica do poço SM-IST-4.</i>	51
Tabela 8: <i>Valores percentuais dos 3 principais grupos da matéria orgânica do poço CT-02.</i>	52
Tabela 9: <i>Valores percentuais dos 3 principais grupos da matéria orgânica do poço PM-10.</i>	53
Tabela 10: <i>Valores percentuais dos subgrupos dos palinomorfos em relação ao total de palinomorfos do poço VL-03.</i>	54
Tabela 11: <i>Valores percentuais dos subgrupos dos palinomorfos em relação de matéria orgânica do poço VL-03.</i>	55
Tabela 12: <i>Valores percentuais dos subgrupos dos palinomorfos em relação ao total de palinomorfos do poço PM-06.</i>	57
Tabela 13: <i>Valores percentuais dos subgrupos dos palinomorfos em relação ao total de matéria orgânica do poço PM-06.</i>	58
Tabela 14: <i>Valores percentuais dos subgrupos dos palinomorfos em relação ao total de palinomorfos do poço ST-12.</i>	61
Tabela 15: <i>Valores percentuais dos subgrupos dos palinomorfos em relação de matéria orgânica do poço ST-12.</i>	62

Tabela 16: <i>Valores percentuais dos subgrupos dos palinomorfos em relação ao total de palinomorfos do poço SM-IST-4..</i>	65
Tabela 17: <i>Valores percentuais dos subgrupos dos palinomorfos em relação de matéria orgânica do poço SM-IST-4.</i>	66
Tabela 18: <i>Valores percentuais dos subgrupos dos palinomorfos em relação ao total de palinomorfos do poço PM-10.</i>	71
Tabela 19: <i>Valores percentuais dos subgrupos dos palinomorfos em relação de matéria orgânica do poço PM-10.</i>	72
Tabela 20: <i>Representa os intervalos de ICE e suas respectivas zonas de maturidade para o período Devoniano.</i>	75
Tabela 21: <i>Resultado do Índice de Coloração de Esporos para o poço VL-03</i>	77
Tabela 22: <i>Resultado do Índice de Coloração de Esporos para o poço PM-06.</i>	78
Tabela 23: <i>Resultado do Índice de Coloração de Esporos para o poço ST-12..</i>	79
Tabela 24: <i>Resultado do Índice de Coloração de Esporos para o poço SM-IST-4.</i>	80
Tabela 25: <i>Resultado do Índice de Coloração de Esporos para o poço CT-01.</i>	81
Tabela 26: <i>Resultado do Índice de Coloração de Esporos para o poço CT-02.</i>	82
Tabela 27: <i>Resultado do Índice de Coloração de Esporos para o poço PM-10.</i>	83
Tabela 28: <i>Resultados dos subgrupos obtidos pela análise de agrupamento modo-R para a sondagem VL-03.</i>	87
Tabela 29: <i>Resultados dos subgrupos obtidos pela análise de agrupamento modo-R para a sondagem PM-06.</i>	88
Tabela 30: <i>Resultados dos subgrupos obtidos pela análise de agrupamento modo-R para a sondagem ST-12.</i>	89
Tabela 31: <i>Resultados dos subgrupos obtidos pela análise de agrupamento modo-R para a sondagem SM-IST-4.</i>	90
Tabela 32: <i>Correlação de matrizes (coeficiente r-Pearson) para a sondagem</i>	91

VL-03.

Tabela 33: <i>Correlação de matrizes (coeficiente r-Pearson) para a sondagem PM-06.</i>	91
Tabela 34: <i>Correlação de matrizes (coeficiente r-Pearson) para a sondagem ST-12.</i>	92
Tabela 35: <i>Correlação de matrizes (coeficiente r-Pearson) para a sondagem SM-IST-4.</i>	92
Tabela 36: <i>Paleoambientes definidos pelos campos de palinofácies para sedimentos marinhos (Tyson, 1993) relacionado no diagrama da figura 35.</i>	94
Tabela 37: <i>Palinofácies definidas pelo diagrama de palinomorfos modificado de Turnau e Racki (1999).</i>	95
Tabela 38: <i>Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo I do poço VL-03.</i>	98
Tabela 39: <i>Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo II do poço VL-03.</i>	98
Tabela 40: <i>Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo III do poço VL-03.</i>	99
Tabela 41: <i>Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo IV do poço VL-03.</i>	99
Tabela 42: <i>Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo V do poço VL-03.</i>	100
Tabela 43: <i>Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo I do poço PM-06.</i>	104
Tabela 44: <i>Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo II do poço PM-06.</i>	104
Tabela 45: <i>Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo I do poço ST-12.</i>	108
Tabela 46: <i>Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo II do poço ST-12.</i>	109
Tabela 47: <i>Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo I do poço SM-IST-4.</i>	112
Tabela 48: <i>Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da</i>	113

matéria orgânica no intervalo II do poço SM-IST-4.

Tabela 49: *Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo I do poço CT-02.* 116

Tabela 50: *Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo II do poço CT-02.* 116

Tabela 51: *Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo III do poço CT-02.* 117

Tabela 52: *Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo IV do poço CT-02.* 117

Tabela 53: *Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo V do poço CT-02.* 118

Tabela 54: *Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo VI do poço CT-02.* 118

Tabela 55: *Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo I do poço PM-10.* 122

1. INTRODUÇÃO

A Bacia do Parnaíba é uma extensa bacia intracratônica preenchida principalmente por rochas paleozóicas. Localiza-se na região Nordeste do Brasil, abrangendo a quase totalidade dos estados do Maranhão e Piauí e parte do leste do Pará, oeste do Ceará e norte de Goiás e Tocantins (Figura 1).

Estudos realizados pela PETROBRÁS resultaram na descoberta de indícios e acumulações subcomerciais de hidrocarbonetos. A Formação Pimenteira possui poucos estudos geológicos aprofundados, porém podemos destacar, o estudo realizado por Rodrigues (1995), que contribui na abordagem dos aspectos da geoquímica orgânica, e o trabalho de Young (2003) que contribuiu na identificação de potenciais intervalos de rocha reservatório na Formação Pimenteira através de análise estratigráfica.

Os dados de análises geoquímicas obtidas por Rodrigues (1995) indicam que os níveis de maior concentração de matéria orgânica da Bacia do Parnaíba concentram-se na Formação Pimenteira. Essa formação é constituída em sua maior parte por extensos folhelhos e siltitos, com algumas camadas delgadas de arenito fino. (Góes et al, 1994).

O objetivo principal deste trabalho foi a determinação de parâmetros palinofaciológicos através da identificação e quantificação dos componentes particulados da matéria orgânica e sua variação vertical ao longo das seções estudadas.

Para a elaboração do presente estudo palinofaciológico foram realizadas, no laboratório de Palinofácies e Fácies Orgânica situado na Universidade Federal do Rio de Janeiro, análise de microscopia em luz branca transmitida e de luz azul incidente (fluorescência), para a identificação dos diferentes grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica. Foi também utilizada a técnica de Índice de Coloração dos Esporos (ICE) para a análise da maturidade térmica das amostras.

Os resultados obtidos foram aplicados à determinação das tendências de proximalidade, distribuição, maturação térmica e inferências paleoambientais.

2. CONCEITO DE PALINOFÁCIES E FÁCIES ORGÂNICA

A palinofácies foi conceitualmente introduzida por Combaz (1964) e sua definição pode ser entendida como o estudo palinológico do total de componentes da matéria orgânica contida em um sedimento após a remoção da matriz sedimentar (mineral) pela acidificação com HCl (ácido clorídrico) e HF (ácido fluorídrico). A análise por palinofácies envolve o estudo integrado de todos os aspectos dos componentes da matéria orgânica como: identificação dos componentes particulados individuais, determinação de suas proporções relativas e absolutas, seus tamanhos e estado de preservação.

Segundo Tyson (1995), a análise de palinofácies é o estudo palinológico de ambientes deposicionais e do potencial de rochas geradoras de hidrocarbonetos baseado na assembléia total dos componentes da matéria orgânica particulada, podendo ser definida como “um corpo de sedimento contendo uma assembléia distinta de matéria orgânica palinológica idealizada para refletir um grupo específico de condições ambientais, ou para ser associada com um nível característico do potencial de geração de hidrocarbonetos”.

Rogers (1980) foi o primeiro a utilizar o termo “fácies orgânica”, para exprimir que uma fácies orgânica deve ser definida pelo conteúdo de matéria orgânica (primeiramente tipo, e menos freqüentemente quantidade), pela fonte de matéria orgânica e pelo ambiente deposicional.

Segundo Tyson (1995), o conceito de fácies orgânica pode ser definido como um “grupo de sedimentos contendo um conjunto distinto de constituintes orgânicos que podem ser reconhecidos por microscopia ou estar associado com uma composição organogeoquímica característica”.

O conceito moderno de “Fácies Orgânica” é, em muitas formas, equivalente ao conceito de “Palinofácies”.

Palinofácies representa um aspecto particular de fácies orgânica (aquela que pode ser determinada por estudo palinológico da matéria orgânica).

Palinofácies pode, assim, ser considerada como “fácies orgânica definida palinologicamente”. (e.g. Habib, 1982; 1993).

A palinofácies é provavelmente a única técnica discriminante mais simples que pode providenciar todas as respostas para o estudo e explicação dos modelos de fácies orgânica. Isto é devido, simplesmente, a não existência de um substituto para a observação visual direta do conteúdo orgânico que está atualmente nos sedimentos.

3. BACIA DO PARNAÍBA

A bacia do Parnaíba (Figura 1) é uma extensa bacia intracratônica que ocupa uma área de aproximadamente 600.000 km², localiza-se na região Nordeste do Brasil, abrangendo a quase totalidade dos estados do Maranhão e Piauí e parte do leste do Pará, oeste do Ceará e norte de Goiás e Tocantins. Foram depositados pouco mais de 3000 metros de espessura de coluna sedimentar.

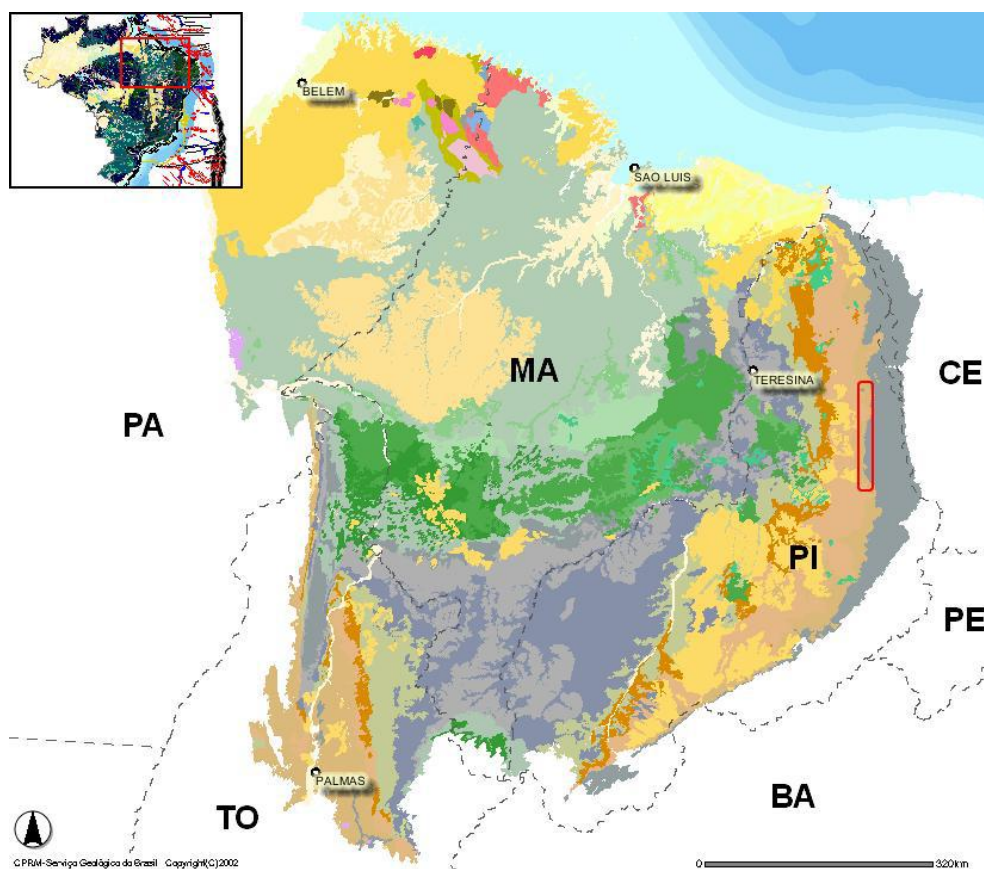


Figura 1: Mapa de localização da bacia do Parnaíba (Young, 2003).

3.1. Tectônica e sedimentação

A bacia do Parnaíba formou-se no Eopaleozóico, após a colisão entre as plataformas Amazônica e Brasileira, resultando no fechamento dos cinturões móveis Araguaia, Própria e Ariosos, no final do Pré Cambriano Superior e início do paleozóico (Caputo et al., 1983).

Cunha (1986) reconhece a enorme influência tectônica dos pulsos terminais do Ciclo Brasileiro (Cambriano-Ordoviciano) sobre a sedimentação subsequente da bacia do Parnaíba. Em função desta tectônica formaram-se grabens, com eixos orientados principalmente nordeste/sudoeste e norte/sul, os quais foram preenchidos por sedimento aluviais e fluviais correspondentes a Seqüência I de Freitas (1990) e a Formação Mirador de Carozzi et al. (1975).

A subsidência termal da região, criou uma grande depressão ordoviciano que controla a sedimentação ocorrida nas duas primeiras seqüências deposicionais, a seqüência Siluriana, representada pelos sedimentos fluvio-deltaicos do Grupo Serra Grande e a seqüência Devoniana, representada pelos sedimentos do Grupo Canindé. Estas seqüências encontram-se com seus depocentros fortemente controlados pelos lineamentos Transbrasiliano e Picos- Santa Inês.

A terceira seqüência deposicional ocorre a partir do Carbonífero, com a deposição dos sedimentos do Grupo Balsa. Este grupo marca uma progressiva continentalização e desertificação em toda a bacia do Parnaíba, está ligado a Reativação Wealdeniana, que representa a desagregação do paleocontinente Gondwana.

Distintamente de Góes & Feijó (1994), entende-se neste trabalho que a entidade geológica chamada "bacia do Parnaíba" está representada apenas pelos sedimentos paleozóicos correspondentes aos grupos Serra Grande, Canindé e Balsas. Tais grupos tiveram seu desenvolvimento tectônico e sedimentar associado à subsidência do embasamento da bacia dentro do contexto evolutivo do paleocontinente Gondwana. Os aspectos tectônicos e deposicionais dos

sedimentos pós-Grupo Balsas estão associados diretamente ao processo de ruptura do Gondwana e, por isso, devem ser tratados e estudados como uma bacia de evolução distinta da do Parnaíba (q.v. Rosseti et al., 2001).

3.2. Estratigrafia

Neste contexto, é possível dividir estratigraficamente a bacia do Parnaíba em três seqüências distintas: Siluriana, Devoniana e Carbonífero-Triássica (Figura 2), cada qual correlata a um dos seus três grupos (Serra Grande, Canindé e Balsas, respectivamente) (Góes & Feijó, 1994).

3.2.1. GRUPO SERRA GRANDE

O Grupo Serra Grande (*sensu* Góes et al., 1992 *apud* Góes & Feijó, 1994) é dividido em três formações: Ipu, Tianguá e Jaicós. A Formação Ipu (Campbell, 1949 *apud* Góes & Feijó, 1994) é composta, predominantemente, de arenitos médios a grossos e, secundariamente, por siltitos, folhelhos e diamictitos. A Formação Tinguá (Rodrigues, 1967 *apud* Góes & Feijó, 1994) consiste em folhelhos cinza, siltitos e arenitos micáceos. A Formação Jaicós (Plummer, 1946 *apud* Góes & Feijó, 1994) é composta por arenitos médios a grossos e, eventualmente, pelitos.

O Grupo Serra Grande tem seus contatos inferior, com o embasamento, e superior, com o Grupo Canindé, em discordância erosiva.

3.2.2. GRUPO CANINDÉ

O Grupo Canindé (*sensu* Góes et al., 1992 *apud* Góes & Feijó, 1994) está dividido em cinco formações: Itaim, Pimenteira, Cabeças, Longá e Poti. A Formação Itaim (Kegel, 1953 *apud* Góes & Feijó, 1994) é composta por arenitos finos esbranquiçados e por folhelhos cinzas a pretos. A Formação Pimenteira

caracteriza-se por folhelhos cinzas a pretos intercalados com finas camadas de areia fina. A Formação Cabeças é representada por arenitos finos e ocorrências de diamictitos. Nela ocorre também uma fácies de arenitos grossos. A Formação Longá (Albuquerque & Dequech, 1946 *apud* Góes & Feijó, 1994) abrange folhelhos e siltitos cinzas e arenitos finos argilosos brancos. A Formação Poti (Paiva, 1937 *apud* Góes & Feijó, 1994), é composta por arenitos cinza-esbranquiçados, intercalados e interlaminaados com folhelhos e siltitos.

O contato superior do Grupo Canindé com o Grupo Balsas é discordante erosivo.

3.2.3. GRUPO BALSAS

O Grupo Balsas (*sensu* Góes et al., 1993 *apud* Góes & Feijó, 1994) divide-se em quatro formações: Piauí, Pedra de Fogo, Motuca e Sambaíba. A Formação Piauí (Small, 1914 *apud* Góes & Feijó, 1994) denomina arenitos finos a médios bem selecionados, conglomerados, folhelhos vermelhos e calcários esbranquiçados. (Lima Filho, 1991 *apud* Góes & Feijó, 1994). A Formação Pedra de Fogo (Plummer, 1946 *apud* Góes & Feijó, 1994) caracteriza-se pela presença de sílex e de calcário oolítico, pisolítico, intercalados com arenitos, folhelhos e anidrita. A Formação Motuca (Plummer, 1946 *apud* Góes & Feijó, 1994) compõe-se de siltito avermelhado e marrom, arenitos brancos, anidrita e raros calcários. A Formação Sambaíba (Plummer, 1946 *apud* Góes & Feijó, 1994) consiste de arenitos médios a finos, bimodais, bem selecionados, com estratificação cruzada de porte grande.

O contato superior do Grupo Balsas com os sedimentos supra-Grupo Balsas é discordante erosivo.

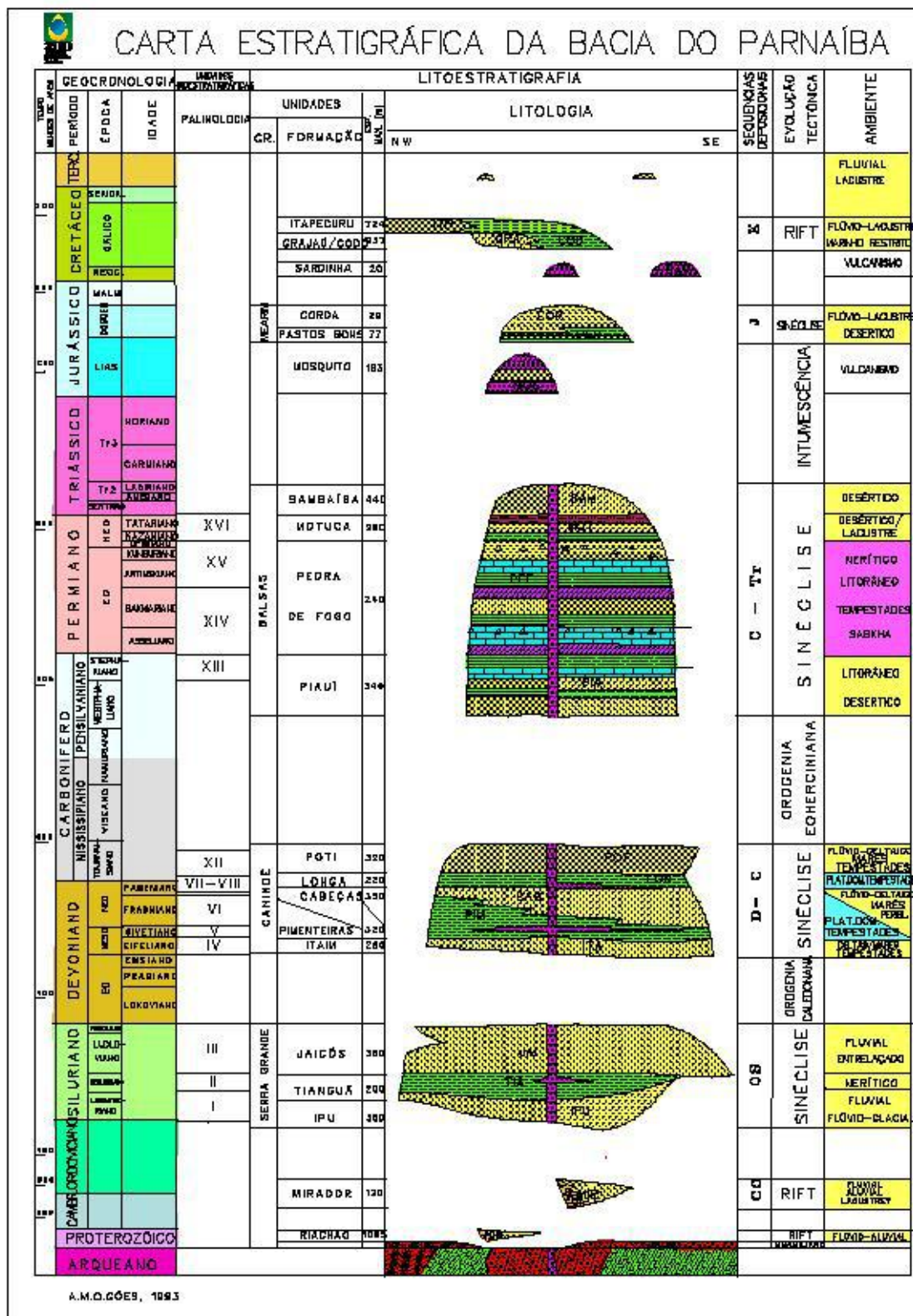


Figura 2: Carta estratigráfica da Bacia do Parnaíba (ANP, 2002).

3.3. Formação Pimenteira

3.3.1. BREVE HISTÓRICO

Historicamente, o termo “folheto Pimenteira” foi inicialmente utilizado por Small (1914 *apud* Brito, 1979) para identificar camadas de folhelhos aflorantes próximos à Cidade de Pimenteira, no Município de Valença do Piauí, Estado do Piauí. Posteriormente, Plummer (1946 *apud* Campbell et al., 1949) conferiu a hierarquia de formação a tais rochas e discerniu dois membros: Oitis, inferior, constituído de folhelhos, e Picos, superior, constituído por uma intercalação de arenitos e folhelhos. Entretanto, Kegel (1953), ao estudar a fauna do Membro Oitis, percebeu que ela era mais recente que a do Membro Picos e pertencente ao Membro Passagem da Formação Cabeças, o que levou o termo Oitis ao abandono. Então, Kegel (1953) redefiniu a Formação Pimenteira, incluindo-lhe na base uma seção de arenitos denominada Membro Itaim, mas mantendo na parte superior o Membro Picos, predominantemente argiloso.

Tais proposições permanecem em vigência e ainda são utilizadas por alguns autores (q.v. Mabeoone, 1994). Porém, no âmbito interno da Petrobrás, o Membro Itaim fora elevado a formação por Carozzi et al. (1975), resultando no abandono do termo Picos. Tais fatos estão refletidos na carta estratigráfica proposta por Góes & Feijó (1994).

3.3.2. LITOESTRATIGRAFIA

Góes et al. (1994) descrevem a Formação Pimenteira como um pacote de rochas sedimentares constituído, em sua maior parte, por espessos folhelhos e siltitos. Em escala reduzida, seriam encontradas lentes e delgadas camadas de arenitos finos.

Lima Filho (1998), citando Della Fávera (1984), descreve a Formação Pimenteira como uma série de ciclos granocrescentes para cima, com 10 a 30 m de espessura, começando com argilitos e terminando com corpos de arenitos de 3

a 5 m de espessura, com geometria de barras ou lobos e distribuição lateral de aproximadamente 100 m.

Na borda Leste da bacia ocorrem anomalias radiométricas associadas a nódulos fosfáticos na Formação Pimenteira. Fuzikawa (1968 *apud* Oliveira & Barros, 1976) foi o primeiro a apontar, após levantamentos cintilométricos na bacia do Parnaíba, a ocorrência de tais anomalias na área da cidade de São Miguel do Tapuio, Estado do Piauí. Posteriormente, alunos de graduação da UFPE (Melo, 1971), por meio de convênio com a CNEN, mapearam estas anomalias e constataram que elas se localizavam na parte superior da Formação Itaim e que representavam lentes de conglomerados fosfáticos. Em 1972, o projeto São Miguel do Tapuio (CNEN / CPRM – Albuquerque et al., 1972) realizou uma série de furos de sondagem no entorno da cidade de São Miguel do Tapuio com o intuito de verificar a continuidade dessas anomalias radiométricas em subsuperfície, assim como a prospectividade das mesmas para urânio, visto a clássica associação fosfato-urânio. Tal projeto verificou que as anomalias situam-se na “zona de transição” entre a Formação Itaim e a Formação Pimenteira, que são descontínuas e com valores muito variáveis de radioatividade, não configurando uma jazida de interesse econômico. Posteriormente, em 1976, um novo projeto chamado Fosfato de São Miguel do Tapuio (DNPM / CPRM – Oliveira & Barros, 1976) foi realizado com o objetivo de avaliar economicamente as reservas e os teores de fosfato nas regiões próximas as cidades de São Miguel do Tapuio e Pimenteiras, no Estado do Piauí.

Os contatos inferior e superior da Formação Pimenteira com as Formações Itaim e Cabeças, respectivamente, são freqüentemente interpretados como concordantes e gradacionais (Della Fávera, 1990; Caputo, 1984; Carvalho, 1995; Lima & Leite, 1978). Entretanto, Lima & Leite (1978) notam que localmente, o contato superior com a Formação Cabeças pode ser discordante. Estes autores descrevem o contato entre essas formações, na região de Anízio de Abreu (PI), como nitidamente erosivo devido à ocorrência de um conglomerado com 1,10 m de espessura na base da Formação Cabeças, este contendo blocos angulosos de siltitos e folhelhos com até 30 cm de diâmetro. Tal camada repousa sobre

superfície ondulada e irregular desenvolvida sobre os folhelhos subjacentes de Formação Pimenteiras.

Oliveira & Barros (1976), em estudos na borda Leste da bacia, sugerem a presença de diastemas no contato entre as formações Itaim e Pimenteira devido à ocorrência de rochas carbonáticas, ferruginosas, oolíticas e fosfatadas, interpretadas pelos autores como diagnósticas de pequenas taxas de sedimentação. Os mesmos autores apontam também que localmente, o contato entre as formações Cabeças e Pimenteira se faz em discordância erosiva, visto a ocorrência de conglomerados com seixos fosfáticos na base da Formação Cabeças, seixos estes que seriam originários da Formação Pimenteira.

3.3.3. PALEOAMBIENTES DEPOSICIONAIS

As propostas de ambientes de sedimentação para a Formação Pimenteira na literatura são bem homogêneas. De forma geral, grande parte dos autores concordam que ela se deu em ambiente marinho plataformar (Della Fávera, 1990, 2001; Albuquerque, 2000; Melo, 1988; Mesner & Wooldridge, 1964).

Carozzi et al. (1975) interpretam os sedimentos do Membro Carolina, em particular, como sendo depósitos de frente deltaica e de canais distributários.

Oliveira & Barros (1976) interpretam as duas zonas de rochas carbonáticas, oolíticas e ferruginosas como resultado de deposição químico-clástica. Para as subunidades definidas pelos mesmos autores, as interpretações são as seguintes: DpA, ambiente de offshore com eventuais sedimentos de prodelta; DpB, barras de prodelta; DpC, ambiente marinho offshore fortemente euxínico; e DpD como depósitos de frente deltaica, prodelta e offshore.

Ribeiro & Dardenne (1978) interpretam os depósitos de oolitos ferruginosos como de origem lagunar, e o restante da formação como depositada em ambiente de offshore.

Melo (1988) aponta deposição em ambiente marinho distal a costeiro, com a presença de barras de offshore.

Della Fávera (1990) mostrou retrabalhamento de sedimentos arenosos por tempestades nessa formação.

Mabesoone (1994) apontou, com base em análises litológicas e de estruturas sedimentares, ambiente litorâneo e de planície de maré.

Della Fávera (2001) acrescenta que as areias da Formação Pimenteira tem afinidade genética com prodeltas, cujas frentes deltaicas seriam os arenitos da Formação Cabeças.

3.3.4. BIOESTRATIGRAFIA E DATAÇÃO

A Formação Pimenteira é uma unidade rica em macro e microfósseis. Vários autores propuseram zoneamentos bioestratigráficos para a bacia usando diferentes grupos de microfósseis. O primeiro e mais utilizado deles é o de Muller (1962 *apud* Melo, 2002), que combina o uso de acritarcas, miósporos e quitinozoários. Tal zoneamento utiliza zonas nomeadas de A a T, abrangendo do Siluriano ao Cretáceo. Segundo esse zoneamento, a Formação Pimenteira abrange desde o terço final da biozona R até o fim da biozona Qsuperior.

Recentemente, Grahn et al. (2001) revisaram este zoneamento proposto por Muller (1962 *apud* Melo, 2002), apontando que o limite inferior da Formação Pimenteira situar-se-ia aproximadamente no meio da zona R, e seu limite superior coincide com o limite da zona Qsuperior. Isso concede à formação uma idade que vai de meados do Eifeliano ao fim do Frasniano.

3.3.5. GEOLOGIA DO PETRÓLEO

Segundo Góes et al. (1990), a Formação Pimenteira é considerada a principal formação geradora de óleo da bacia.

Rodrigues (1995), ao estudar a geoquímica das formações potencialmente geradoras de óleo da bacia, identificou cinco intervalos de rochas favoráveis,

estando três destes dentro da Formação Pimenteira. Ele denominou-os, da base para o topo, de folhelhos radioativos A, B e C.

Os folhelhos radioativos A, situados aproximados no limite Eifeliano/Givetiano, têm espessura máxima de 20 m, possuem índices de carbono orgânico total (COT) variando de 1,0% a 3,0% matéria orgânica do tipo III, e são os únicos que se encontram maduros por subsidência, no NO da bacia. Entretanto, são pouco espessos para a geração de um volume apreciável de hidrocarbonetos.

Os folhelhos radioativos B, situados na parte média do Givetiano, são encontrados apenas na parte central e norte da bacia. Possuem espessura máxima de 20 m, COT variando de 1,0 a 3,5% e matéria orgânica mista, dos tipos II e III. Este intervalo apresenta pouca evolução térmica por subsidência, associando-se uma possível geração de óleo ao efeito térmico induzido por intrusões de diabásio.

Os folhelhos radioativos C correspondem aos folhelhos depositados no Frasniano, correlacionáveis aos folhelhos geradores das bacias do Solimões (Formação Jandiatuba) e do Amazonas (Formação Barreirinha). É o principal intervalo de folhelhos radioativos da bacia, alcançando 40 m de espessura e teores de COT de até 5,0%. Sua matéria orgânica é de tipo II. Este intervalo não atingiu evolução térmica por subsidência em nenhuma parte conhecida da bacia; portanto a geração de óleo por tais folhelhos fica associada diretamente ao efeito térmico induzido por intrusões de diabásio.

Esses intervalos de folhelhos radioativos representam superfícies de inundação marinha da bacia durante o Devoniano, que proporcionaram a melhor preservação da matéria orgânica devido ao estabelecimento de condições anóxicas no fundo marinho. Esses intervalos de máxima inundação contêm seções condensadas, das quais a do Frasniano corresponde à superfície de inundação máxima do Devoniano.

Rodrigues (1995), após analisar os indícios de hidrocarbonetos encontrados nas áreas de Balsas (1-TB-2-MA) e Capinzal (1-CP-1-MA), Estado do Maranhão,

constatou que estes tiveram sua origem nos folhelhos radioativos da Formação Pimenteira, com sua geração associada ao efeito térmico de intrusões básicas.

Quanto aos reservatórios, Góes et al. (1990) sugeriram que corpos lenticulares de arenitos dentro da própria Formação Pimenteira poderiam servir como reservatórios de HC, visto que o processo de migração ficaria bastante facilitando devido ao direto contato com as rochas geradoras.

4. MATERIAL DE ESTUDO

O material de estudo é constituído de quarenta e quatro amostras relativas a sete testemunhos de sondagem dos projetos São Miguel do Tapuio (Albuquerque et al., 1972) e Fosfato de São Miguel do Tapuio (Oliveira & Barros, 1976), a área destes projetos é de aproximadamente 3250 km, e localiza-se na borda leste da bacia do Parnaíba, incluindo as cidades de Pimenteiras e São Miguel do Tapuio.

O perfil estratigráfico referente à Formação Pimenteira na área dos projetos São Miguel do Tapuio e Fosfato de São Miguel do Tapuio esta representado na figura 3 e os perfis estratigráficos referentes aos testemunhos de sondagem VL-03, PM-06, ST-12, SM-IST-4, CT-01, CT-02 e PM-10 estão representados nas figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10, respectivamente.

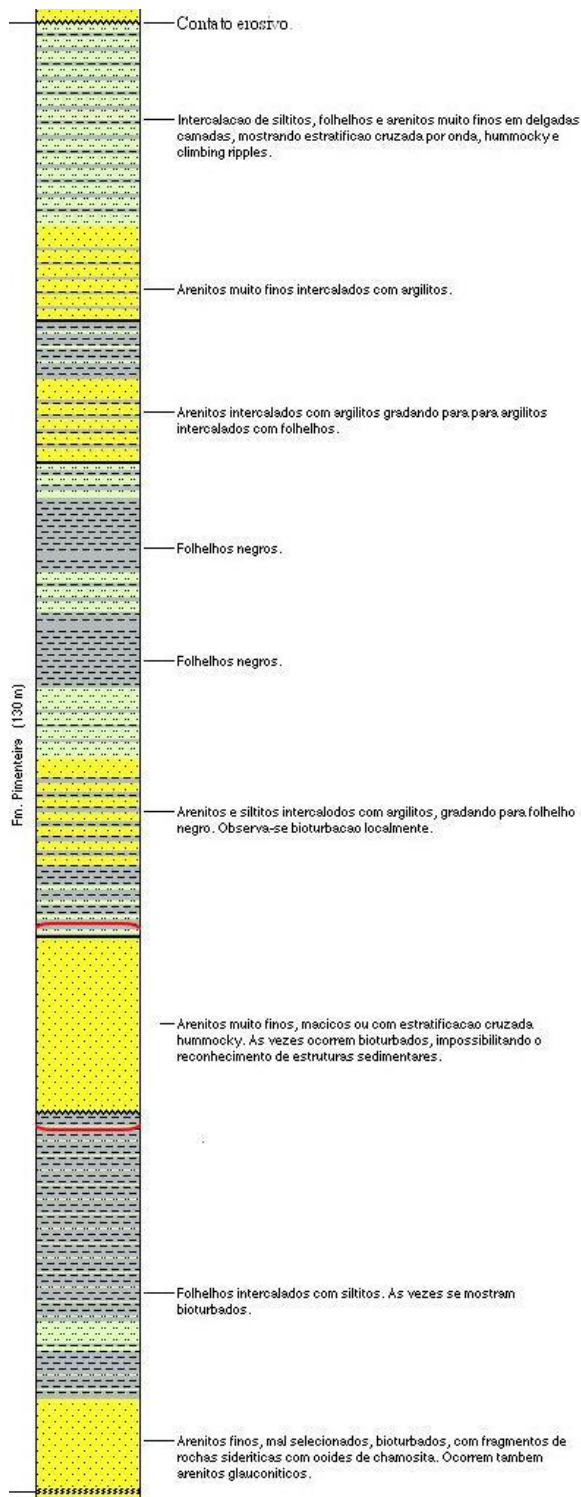


Figura 3: Perfil estratigráfico da Formação Pimenteiras na área dos projetos São Miguel do Tapuio e Fosfato de São Miguel do Tapuio, na borda leste da bacia do Parnaíba. (Young, 2003).

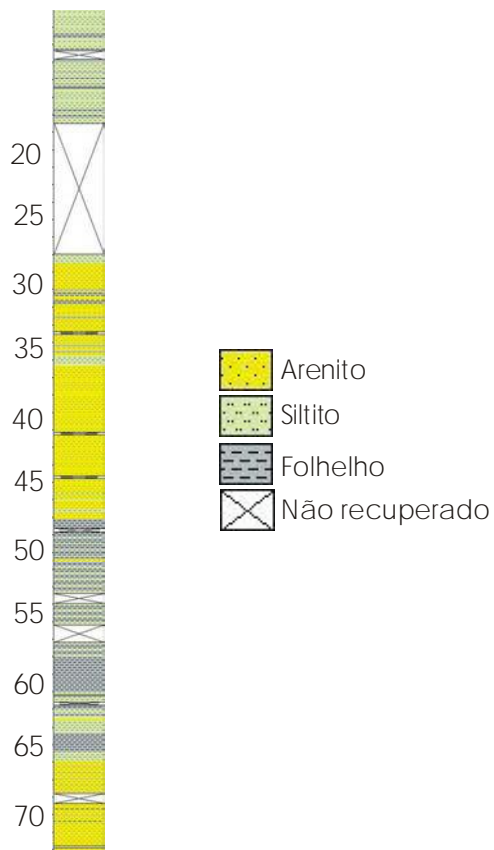


Figura 4: Perfil estratigráfico do testemunho de sondagem VL-03.



Figura 5: Perfil estratigráfico do testemunho de sondagem PM-06.



Figura 6: Perfil estratigráfico do testemunho de sondagem ST-12.

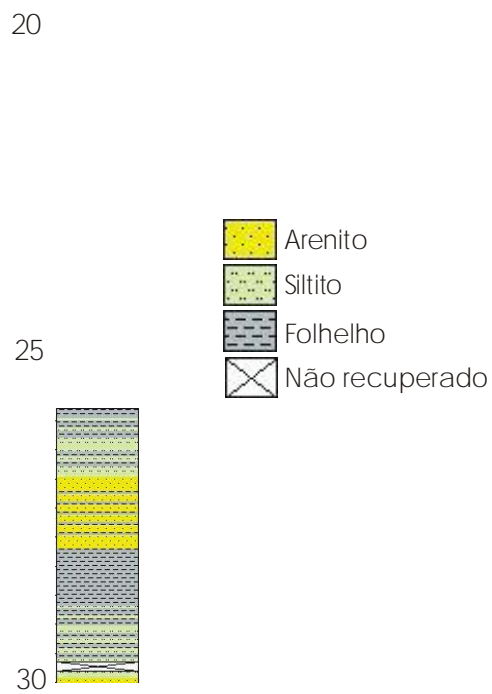


Figura 7: Perfil estratigráfico do testemunho de sondagem SM-IST-4.

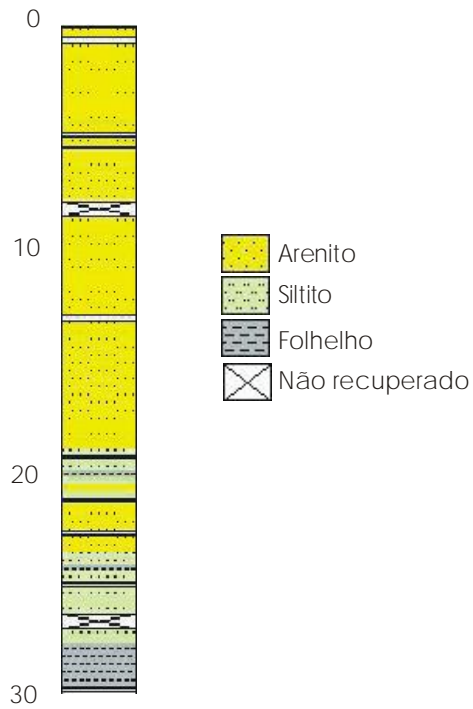


Figura 8: Perfil estratigráfico do testemunho de sondagem CT-01.

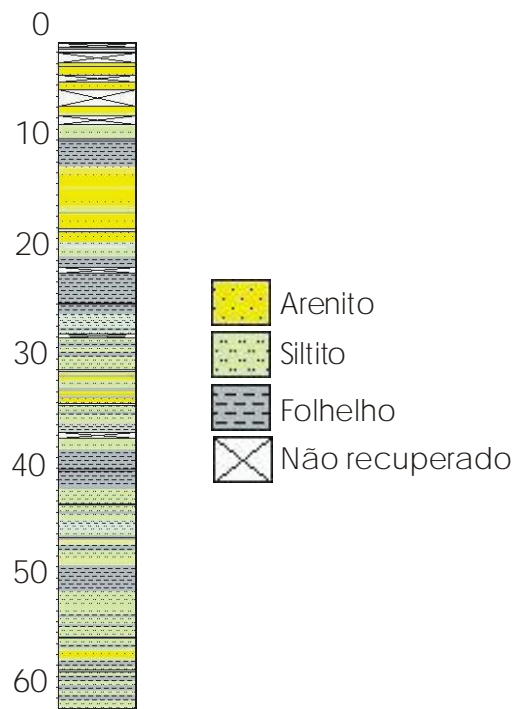


Figura 9: Perfil estratigráfico do testemunho de sondagem CT-02.

75

80



85

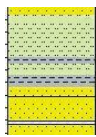


Figura 10: Perfil estratigráfico do testemunho de sondagem PM-10.

5. MÉTODOS DE ESTUDO

A técnica de palinofácies, utilizada neste estudo, envolveu o exame qualitativo e quantitativo, tanto da matéria orgânica total quanto na distribuição das diversas classes desta nos sedimentos.

As variações detectadas nos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica foram utilizadas nas inferências paleoambientais.

5.1. Técnicas de preparação das amostras para análise de palinofácies

As amostras analisadas foram confeccionadas pela Petrobrás, portanto a descrição do procedimento laboratorial de preparação das amostras visa apenas a apresentação e explicação de como foram realizadas.

A preparação do material para análise de palinofácies utilizou os procedimentos palinológicos padrões, não oxidativos, descritos por Tyson (1995) e Mendonça Filho (1999). Este procedimento consistiu na trituração do material, utilizando moinho manual, em fragmentos de aproximadamente 5 mm.

Nas etapas de isolamento da matéria orgânica utilizou-se o Sistema de Neutralização de Resíduos Ácidos desenvolvido por Assis (2000) (figura 8).

As amostras foram acondicionadas em saquinhos plásticos devidamente etiquetados. Posteriormente, foram colocadas em suporte de polipropileno de dois graus com encaixes para 3/2" conectados a água de lavagem por um sistema de manifold de torneiras de filtro 1/2" e caneleta de descarte de resíduos dotado de luvas de encaixe para bécher de 1000 ml. Este primeiro estágio consistiu na maceração do material por acidificação.

O primeiro estágio desta técnica de maceração por acidificação iniciou-se com a adição de ácido clorídrico (HCl) à 32% (aproximadamente 100 ml ou uma quantidade suficiente para recobrir todo material), a fim de eliminar a fração mineral carbonática possivelmente presente na amostra. Após 18 horas,

descartou-se o resíduo ácido e as amostras foram lavadas em água destilada, em um processo de decantação, por três vezes consecutivas.

O segundo estágio de maceração por acidificação visou a eliminação de silicatos, utilizado-se ácido fluorídrico (HF) à 40% ao material (aproximadamente 100 ml ou uma quantidade suficiente para recobrir todo material). Após 24 horas deste processo, fez-se o descarte simultâneo do resíduo ácido, seguida da lavagem das amostras por 3 a 4 vezes.

Após a operação de eliminação dos silicatos, adicionou-se aproximadamente 50 ml de HCl à 32% para a remoção de cristais de fluorossilicatos que poderiam ter sido precipitados durante o tratamento com HF.

Tal solução permaneceu em repouso por 1 hora. Depois deste procedimento, fez-se novamente o descarte de resíduos ácidos e a lavagem do material com água destilada por 3 vezes consecutivas.

Após a operação de eliminação de fluorossilicatos, descartou-se a fração granulométrica maior que 1,68 mm, correspondente à fração do material que não reagiu com os ácidos. A amostra contida no bécher foi transferida para o sistema peneira/tubo de 250 ml, onde se verteu a água, mantendo a amostra em meio aquoso, precipitada no fundo do tubo.

A próxima etapa da preparação das amostras consistiu na separação por flotação utilizando um líquido de densidade intermediária entre o material orgânico e inorgânico, com o objetivo de separar a fração orgânica da fração inorgânica residual. Transportou-se a amostra para tubos de ensaio de 50 ml, onde foi adicionado, no mínimo, o dobro de sua quantidade de cloreto de zinco ($ZnCl_2$), densidade 1,9 a 2 g/cm³. Após tal processo, colocou-se o tubo no agitador por 15 minutos para homogeneizar a amostra, e em seguida transferiu-se o tubo para Centrífuga IEC CENTRA GP8 por 30 minutos (velocidade 2000 rpm), onde ocorreu a separação do material em duas frações.

A fração sobrenadante (material orgânico) foi retirada dos tubos e transportadas para tubos de 200 ml devidamente identificados e o precipitado foi descartado.

A etapa seguinte visou à eliminação do $ZnCl_2$ e a separação do material orgânico em duas frações distintas, a primeira $> 20 \mu m$ e $< 200 \mu m$, a segunda $> 200 \mu m$ e $< 1,68 mm$. Esta etapa consistiu no peneiramento seguido de desagregação do material através de lavagem com HCl. Neste procedimento transferiu-se $\frac{3}{4}$ da amostra contida no tubo de 50 ml para um bécher de 200 ml através de uma peneira de PVC de malha de $200 \mu m$. Aos poucos, foi transferido o conteúdo do bécher para uma peneira em acrílico de malha $20 \mu m$ sob contínua ação de água, até que a amostra estivesse totalmente peneirada e completa a eliminação do $ZnCl_2$. À fração adquirida por este processo adicionou-se algumas gotas de ácido clorídrico à 20%, e água destilada para posterior processo de lavagem efetuado por três vezes consecutivas.

Posteriormente, recolheu-se o resíduo obtido em vidros (30 ml) devidamente identificados para o procedimento de montagem da lâmina.

Para a preparação das lâminas organopalinológicas utilizou-se uma lâmina de vidro (24 x 76 mm), devidamente identificada com etiqueta, que recebeu duas lamínulas (24 x 32 mm), uma com o material orgânico na fração $> 20 \mu m$ e $< 200 \mu m$ e a outra com o material orgânico na fração $> 200 \mu m$ e $< 1,68 mm$ da seguinte maneira: sobre uma chapa aquecida entre $40^\circ C$ e $50^\circ C$, colocou-se na parte superior da lâmina três gotas de goma de acácia e uma gota da solução contendo o material orgânico que, posteriormente, foi espalhado sobre a lâmina, utilizando-se de algumas gotas de água destilada.

Após a secagem do material sobre a lâmina, esta recebeu três gotas de Entellan-Merck (resina) e a lamínula (24 x 32 mm) para colagem.

Após a secagem da lâmina com as lamínulas sobrepostas, fez-se a sua limpeza, eliminando-se o excesso de resíduo de suas bordas.

5.2. Análises de palinofácies

A análise de palinofácies é uma técnica na qual o operador tenta identificar os componentes palinológicos individuais (fitoclastos, palinomorfos e matéria orgânica amorfa) e suas proporções relativas em qualquer uma das amostras, atentando particularmente ao seu tamanho, forma e estado de preservação (Tyson, 1993; 1995). Isto pode fornecer informações sobre o tipo de aporte terrestre, condições redox, tendências transgressiva/regressiva e pode, também, permitir a subdivisão de unidades litologicamente uniformes.

5.2.1. TÉCNICAS DE MICROSCOPIA

O principal objetivo da microscopia é a caracterização da origem da matéria orgânica, a determinação das percentagens relativas e o estado de preservação dos diferentes constituintes que compõem a matéria orgânica total.

A combinação do procedimento de identificação visual dos componentes orgânicos em luz branca transmitida, e a observação em fluorescência destes, foi importante para a detecção da presença de palinomorfos significativos, os quais poderiam passar despercebidos durante o procedimento de contagem.

Além disso, foi realizado o Índice de Coloração dos Esporos (ICE), que tem como objetivo a verificação do estágio da maturação térmica da amostra.

As análises microscópicas foram realizadas no Laboratório de Palinofácies, Setor de Paleontologia e Estratigrafia, Departamento de Geologia, Instituto de Geociências.

5.2.1.1. Microscopia em luz branca transmitida

A análise microscópica foi efetuada sobre lâminas organopalinológicas em microscópio Zeiss modelos AXIOSKOP 2 PLUS, oculares com aumento de 10x e objetivas de 20 e 40x de aumento.

5.2.1.2. *Microscopia em luz azul incidente - fluorescência*

A matéria orgânica freqüentemente mostra uma fluorescência natural quando excitada com luz azul ou ultravioleta de uma lâmpada de mercúrio. Isto é chamado “autofluorescência”, para distinguir da fluorescência produzida pelo tingimento artificial com componentes fluorocromados, como os utilizados em microbiologia (Tyson, 1995).

Cada lâmina organopalinológica foi examinada em luz azul incidente (fluorescência) utilizando microscópio Zeiss modelo AXIOSKOP 2 PLUS com fonte de fluorescência com lâmpada de mercúrio HBO-100W, em aumento de 20X (ou 40X para um exame particular mais detalhado). Tal exame foi realizado primeiramente para determinar o estado de preservação dos componentes orgânicos presentes nas amostras (principalmente matéria orgânica amorfa e palinomorfos).

5.2.1.3. *Índice de Coloração de Esporos (ICE)*

A coloração original de alguns componentes orgânicos das rochas sedimentares, tais como esporomorfos (esporos e grãos de pólen), é alterada de acordo com o efeito térmico a que foram submetidos, tornando-se mais escuros com o aumento da temperatura. A atribuição de valores numéricos a estas variações de coloração constitui o Índice de Coloração de Esporos (ICE), a partir do qual são desenvolvidos estudos de maturação térmica (Figura 5.1).

Gutjahr (1966) realizou as primeiras pesquisas para utilizar a variação de coloração de esporos e grãos de pólen como uma indicação do estágio de maturação térmica, observando uma variação na coloração dessas partículas desde o amarelo até o marrom escuro, aplicando o termo “carbonização” para este processo de alteração térmica.

Staplin (1969) introduziu a técnica do Índice de Alteração Térmica (IAT), a qual é baseada nas mudanças de coloração da matéria orgânica em relação ao nível de evolução térmica dos sedimentos. O IAT apresenta uma escala de 1 a 5.

Em 1971, Correia constatou que as variações de colorações dos esporos e grãos de pólen, com o aumento da temperatura, eram mais favoráveis para uma correlação. O Índice de Coloração de Esporos (ICE), utilizado neste trabalho, foi desenvolvido por Barnard et al. (1981), e apresenta uma escala de 1 a 10 em intervalos de 0,5. Foi designado para dar linearidade com o aumento de profundidade e temperatura, pronunciado pela mudança de coloração (Figura 11).

Índice de Coloração de Esporos

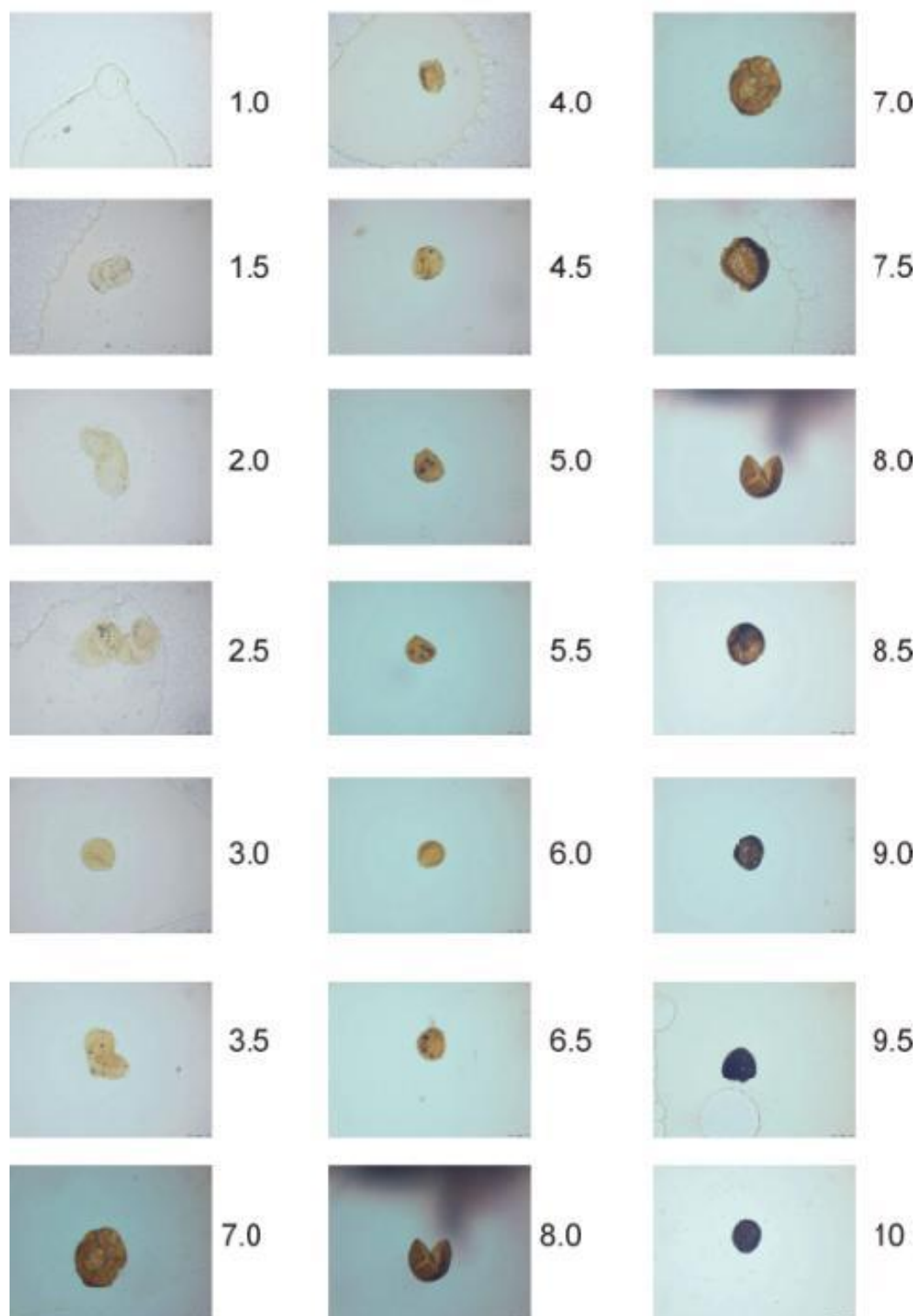


Figura 11: Escala de ICE, Barnard et al. (1981), padrão Robertson Research.

5.3. Obtenção dos dados

5.3.1. CONTAGEM DOS COMPONENTES ORGÂNICOS

Fez-se à cobertura da lâmina utilizando um retículo cruzado graduado em oculares de 10X e objetiva de 20X de aumento. Foram registradas somente aquelas partículas que passaram diretamente sobre o retículo.

Os dados de contagem foram registrados manualmente em folhas de contagem (tabela 1), obedecendo à classificação proposta (tabela 2). Todas as partículas foram contadas, exceto aquelas com tamanho inferior a 10 μm (retículo graduado) e qualquer contaminante (reconhecidos pela cor, relevo ou forma), sendo que os fragmentos de palinomorfos, não identificáveis, com menos da metade da forma e tamanho original, foram ignorados.

Foram realizadas contagens de no mínimo 300 pontos e máximo 500 pontos para os grupos de componentes da matéria orgânica, sendo que, em algumas amostras, isto não foi possível pela falta de material orgânico.

Utilizou-se o sistema combinado de microscopia em luz branca transmitida e ultravioleta incidente (fluorescência), para a caracterização e classificação do material orgânico proposto.

Tabela 1: Ficha utilizada para a contagem dos componentes orgânicos.

Amostra:			
FITOCLASTOS	Opaco		
	Não-opaco		
	Cutícula		
	Membrana		
	<i>Spongiophyton</i>		
MOA			
PALINOMORFOS	Esporumorfo	Esporo	
	Microplâncton	Marinho	Prasinófitas
			Acritárca
		Água doce	<i>Botryococcus</i>
	Zoomorfos	Escolecodonte	
		Quitinozoários	

Tabela 2: Classificação geral dos principais componentes da matéria orgânica (baseado em Tyson 1995; Mendonça Filho, 1999; Carvalho Mendonça Filho et.al.,2002)

GRUPOS & SUBGRUPOS			ORIGEM	DESCRIÇÃO
Fitoclastos	Opaco		Derivado de tecidos lenhosos de vegetais	Partícula de cor preta de forma quadrática. São bioestruturas internas.
	Não-opaco			Partícula de cor marrom, podendo ser ou não bioestruturada.
	Cutícula		Derivado de folhas de vegetais superiores	São partículas de coloração amarelo pálido a marrom claro, delgadas em forma de lâminas com contornos nítidos, podendo demonstrar boas estruturas celulares.
	Membrana		Não celular	São partículas de coloração amarelo pálido apresentando-se comumente com aparência "desbotada" e transparente
	<i>Spongiophyton</i>		Não se sabe a origem	Partícula de cor amarelada, relevo alto, normalmente bem maior do que os outros componentes da matéria orgânica. Data o período Devoniano
Matéria Orgânica Amorfa			Material orgânico derivado de ataque microbiológico	Material não estruturado e com formato variado de cor amarelo laranja-vermelho; laranja algumas vezes inclusões como palinomorfo, fitoclastos, pirita, etc; fluorescente a não fluorescente
Palinomorfos	Esporomorfo	Esporos	Palinomorfo terrestre produzido por pteridófitos, briófitas e fungos.	Palinomorfo de forma triangular ou circular apresentando a marca trilete ("Y" ou monoletica cicatriz) Ornamentação variada.
	Microplâncton marinho	Prasinófitas	Microfóssies produzidos por pequenas algas quadriflageladas	Maioria, como Tasmanites, são esféricas; diâmetro de 1 a 2000 µm. Pré-Cambriano
		Acritárca	Origem incerta	Possui forma variada, encontrou-se com uma forma de um núcleo e diversos tentáculos. Tem uma aparência "estrelada".
	Microplâncton de água doce	<i>Botryococcus</i>	Alga Chlorococcale	Colônias globular irregular; tamanho 30 a 2000 µm; algumas vezes com vários lóbulos; laranja marrom. Carbonífero
	Zoomorfos	Escalecodonte	Origem Animal	É reconhecido principalmente por possuir um esqueleto em forma de "serrote" . Cor: marrom
		Quitinozoários		Possuem uma coloração marrom e forma de de ga...

5.4. Tratamento dos dados

Após a contagem das partículas orgânicas foi realizado tratamento estatístico com os dados obtidos. Estes dados foram recalculados para valores percentuais relativos aos grupos e subgrupos da matéria orgânica e submetidos a análises de agrupamento.

5.4.1. ANÁLISES DE AGRUPAMENTO

A análise de agrupamento procura agrupar amostras com as mesmas características bióticas e abióticas, ou associar espécies em comunidade, de acordo com o objetivo do seu trabalho (Valentin, 2000) e tem larga aplicação em estudo de paleocomunidades.

No presente estudo, a análise de agrupamento foi empregada para reconhecer o grau de similaridade entre os componentes da matéria orgânica (modo R) podendo assim reuni-los em conjuntos com maior similaridade. Deste modo, foi possível determinar a abundância dos grupos de componentes da matéria orgânica e estabelecer relações entre as análises de palinofácies.

Além disso, foi empregado o coeficiente de correlação linear r de Pearson (r -Pearson), um dos mais utilizados para quantificar a dependência linear entre os elementos e, assim determinar a matriz de correlação e identificar a relação entre os componentes orgânicos. O coeficiente r -Pearson é adimensional e expressa exclusivamente a intensidade linear entre as variáveis. Este varia, em valor absoluto, entre 0 (nenhuma relação linear) e 1 (relação linear perfeita, seja direta para $r = +1$, seja inversa para $r = -1$ (Valentin, 2000).

Os resultados das análises de agrupamento são representados por dendogramas, que são definidos como um diagrama ramificado que contém entidades reunidas por algum critério (Wiley, 1981).

6. CLASSIFICAÇÃO E DEFINIÇÃO DOS COMPONENTES ORGÂNICOS

A matéria orgânica sedimentar, que é insolúvel em solventes orgânicos, é denominada querogênio, sendo comumente mais rica em hidrogênio e de baixa aromaticidade (Welte, 1972).

Segundo Durand (1980); o querogênio é a matéria orgânica sedimentar insolúvel em solventes orgânicos. Tissot & Welte (1984) consideraram o querogênio como constituintes orgânicos das rochas sedimentares que são insolúveis em componentes aquosos alcalinos e solventes orgânicos.

O querogênio, segundo Tyson (1995), não é uma substância individual variável, mas uma mistura complexa e heterogênea cuja composição reflete proporções grandemente variáveis de um grande número de materiais precursores.

Classificação do querogênio:

- Tipo I – Matéria orgânica algal lacustre e matéria orgânica enriquecida em lipídios por ação bacteriana (amorfa).
- Tipo II – Matéria orgânica marinha depositada em ambientes redutores (mais esporos, grãos de pólen, cutículas de vegetais superiores).
- Tipo III – Matéria orgânica lenhosa de vegetais terrestres superiores.

Para este estudo adaptou-se o sistema de classificação geral dos principais componentes da matéria orgânica (baseado em Tyson, 1995; Mendonça Filho, 1999; Carvalho, 2001; Mendonça Filho et al., 2002) (tabela 2), sendo o material orgânico dividido em três grupos principais e seus respectivos subgrupos: Fitoclastos, Palinomorfos e Matéria Orgânica Amorfa. A rigorosa subdivisão da categoria de palinomorfos tem a finalidade de identificar qualquer variação quantitativa que poderia estar relacionada aos principais controles na distribuição

da matéria orgânica e, assim, utilizar esses fatores na determinação de seu significado paleoambiental.

6.1. Classificação da matéria orgânica

Os fitoclastos foram divididos em não-opacos (de coloração amarelada a marrom muito escuro) e opacos (pretos).

Os palinomorfos foram somente divididos em esporomorfos de origem terrestre (esporos) e organismos aquáticos (algas de água doce/salobra, plâncton marinho). Esta divisão forneceu indicações da proximidade de fontes fluviais e informação sobre tendências transgressiva/regressiva.

A matéria orgânica amorfa constitui o restante do material orgânico e é separada do resto da assembléia com base em seu caráter não estruturado.

6.1.1. FITOCLASTOS

- **Fitoclastos opacos (pretos)**

Este grupo é representado por fragmentos de coloração preta, opacos, que podem apresentar uma forma equidimensional (quadrático) ou alongada (retangular - onde o eixo longo da partícula é maior que três vezes o comprimento do eixo curto) e exibir margens angulares a subangulares e contornos nítidos.

- **Fitoclastos não-opacos (marrons)**

Este grupo é representado por fragmentos com coloração que varia de marrom claro a marrom muito escuro (Tuweni & Tyson, 1994).

Os fitoclastos não-degradados deste tipo não demonstram qualquer estrutura botânica interna. Essas partículas podem variar em tamanho, sendo normalmente equidimensionais com contornos angulares.

São fitoclastos bioestruturados são representados por fragmentos de células traqueídicas (e/ou raios) do xilema secundário de vegetais superiores; mostram caracteristicamente alguma forma de estrutura botânica interna. Translúcidos, geralmente de coloração marrom; forma equidimensional a retangular, estrutura interna claramente visível.

- ***Spongiophyton***

Componente de origem incerta. Gensel et.al. (1991) aloja este vegetal fóssil dentro da linhagem das embriófitas. Um hábito terrestre para esse organismo é sugerido por Rodrigues (1995), Guerra-Sommer et.al. (1996 a), Guerra- Sommer et al (1996 b) e Mendonça Filho et. al. (2003).

- **Cutículas**

São partículas de coloração amarelo pálido a marrom claro, delgadas em forma de lâminas com contornos nítidos, podendo demonstrar boas estruturas celulares (lados retos ou paredes celulares circulares), representando a camada de cutina da epiderme de folhas de vegetais superiores.

- **Membranas**

São partículas de coloração amarelo pálido, apresentando-se comumente com aparência “desbotada” e transparente. Representa tecido não celular e tem comumente uma forma irregular com aparência degradada.

6.1.2. PALINOMORFOS

Refere-se a todo componente de parede orgânica resistente ao ataque com HCL (ácido clorídrico) e HF (ácido fluorídrico), sendo dividido em: esporomorfos, microplâncton de parede orgânica e zoomorfos.

Esporomorfos

É um termo utilizado para descrever palinomorfos derivados de macrófitas terrestres.

- **Esporos**

São produzidos por plantas talófitas, briófitas e pteridófitas. Tem sua origem em criptógamo, ou seja, em vegetais que não são capazes de se reproduzir por meio de flores, ou apresentam pequeno órgão reprodutor (Playford & Dettmann, 1996). Apresentam como principal característica sua estrutura interna, como marca trilete ou monolete. Em fluorescência, apresentam variações de colorações do amarelo ao laranja.

Microplâncton de parede orgânica

Podem ser divididos em microplâncton de parede orgânica de água doce ou microplâncton de parede orgânica marinho.

- ***Botryococcus* (água doce)**

Esta alga ocorre em colônias com uma coloração amarelo brilhante e forma botrioidal, podendo algumas vezes se assemelhar aos fitoclastos não-opacos degradados (Whitaker et al., 1992), devido provavelmente a um escurecimento na cor da alga. Em tais casos essas algas podem ser somente reconhecidas em luz fluorescente.

- ***Prasinophyta* (marinho)**

Fensome et. al. (1990) considera as Prasinophytas como sendo a mais primitiva alga verde. As formas modernas deste grupo de algas tem sido consideradas como classe Prasinophyceae, proveniente dos gêneros *Cymatiosphaera*, *Leiosphaeridia*, *Maranhites*, *Pterospermele*, *Tasmanites* entre outras.

Wall (1962) , faz um estudo comparativo do fóssil *Tasmanites* com o ciclo de vida das algas mais recentes.

- ***Acritarcha* (marinho)**

Os acritarches é um grupo polifilético de palinórfos, que significa origem incerta. Evitt (1963) introduziu o termo acritarcha como uma categoria informal para todos os palinórfos não-esporórfos e não-dinocistos que possuíam

afinidade incerta, com a condição de ser fitoplâncton marinho. Ocorrem desde o Pré-Cambriano ao Recente.

Downie (1973), classifica as acritarchas segundo critérios como: paredes estruturais, tipos de pilome, natureza dos processos, crista e forma do corpo central da vesícula.

Zoomorfos

Esta classificação é atribuída aos restos orgânicos animais, fazem parte deste grupo os Quitinozoários e os Escoleocodontes.

6.1.3. MATERIAL ORGÂNICO AMORFO

- **Matéria Orgânica Amorfa (M.O.A.)**

A matéria orgânica amorfa é representada por uma matéria orgânica não estruturada com uma forma ou contorno irregular. Esse material é tipicamente representado por uma coloração cinza-preta a laranja-marrom, apresentando uma matriz granular heterogênea freqüentemente com manchas pretas, as quais podem ser inclusões de pirita. Podem formar grumos ou ser finamente dispersa. É provavelmente derivada de bactérias, fitoplâncton e agregados orgânicos degradados (Tyson, 1993). O estado de preservação da matéria orgânica amorfa é importante na caracterização de condições deposicionais e na determinação do potencial de hidrocarbonetos, podendo ser avaliada utilizando luz fluorescente azul.

7. DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS DE COMPONENTES DA MATÉRIA ORGÂNICA

A variável mais importante que controla os parâmetros de tendência na distribuição dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica é a proximidade (tendência proximal-distal). O conceito de proximidade usado em palinofácies envolve o seguinte número de fatores interrelacionados:

a. proximidade do ponto de origem de sedimentos siliciclásticos flúvio-deltaicos e matéria orgânica terrestre (fitoclastos);

b. a magnitude do ponto de origem flúvio-deltaico (ex. sua taxa de descarga);

c. a magnitude e natureza da produtividade primária terrestre na área fonte do sedimento;

d. a duração relativa total do processo de transporte (intermitente ou contínuo) entre a área fonte das partículas e seu sítio final de deposição;

e. o gradiente paleoambiental entre a área fonte e o sítio final de deposição;

f. variação da linha de costa

7.1. Fitoclastos

A alta percentagem de fitoclastos pode estar relacionada a três fatores: elevado suprimento de fitoclastos, sua preservação e sedimentação seletiva condicionada às condições hidrodinâmicas.

Um alto suprimento de fitoclastos pode diluir todos os outros componentes orgânicos e refletir características proximais, onde a deposição ocorre próximo à flora-mãe. O transporte insuficiente não permite a seleção do fitoclasto refletindo uma assembléia de caráter proximal de composição misturada e com maior variedade de tamanhos de partículas (Tyson, 1993).

A matéria orgânica de origem terrestre é transportada pelos rios até alcançar o oceano, mas quase toda ela é removida de zonas estuarinas (Wollast, 1983).

Grande parte dessa matéria orgânica terrestre é depositada próximo a desembocadura dos rios e permanece na plataforma interna; quantidades significativas alcançam a plataforma externa somente quando a descarga dos rios é alta, ou quando a plataforma é estreita (Muller, 1956; Hedges & Parker, 1976; Porcklington & Leonard, 1979 apud Tyson, 1993).

Degens e Mopper (1976) sugerem que somente os sedimentos depositados em regiões estuarinas ou próximos à linhas de costa revelam forte influência terrígena, não considerando condições transgressivas e regressivas.

Segundo Habib (1982), os picos globais de redeposição de matéria orgânica terrestre no oceano coincidem com o rebaixamento do nível do mar, quando a plataforma é exposta, ou quando a plataforma é estreita e cortada por cânions onde há alta freqüência de correntes de turbidez. No oceano a alta abundância de fitoclastos está fortemente relacionada à ocorrência e freqüência de turbiditos (Tyson, 1984).

Percentagens mais elevadas de fitoclastos não-opacos são usualmente encontradas próximas de fontes fluviais onde tais partículas diluem qualquer tipo de fitoclastos opacos, palinomorfos ou matéria orgânica amorfa que esteja presente. Existe um decréscimo geral na percentagem de fitoclastos em direção distal, como um resultado da diminuição na abundância absoluta afastando-se de sua fonte, ocorrendo um aumento na diluição por palinomorfos ou matéria orgânica amorfa. Em alguns casos uma alta percentagem de fitoclastos pode indicar condições oxidantes onde somente o material mais refratário é preservado (Tyson, 1989). Fitoclastos não-opacos não-bioestruturados são dominantes em ambientes mais proximais onde, esses elementos podem ser de coloração muito escura devido à oxidação (Tyson, 1995). Com uma distância maior de transporte, o material não-opaco não-bioestruturado previamente dominante é finalmente removido do sistema pela deposição seletiva ou degradação seletiva; ocorrendo um correspondente aumento da percentagem dos tecidos lenhosos mais

refratários (tecidos do xilema - listras e traqueídeos), e especialmente uma diminuição no tamanho das partículas fitoclásticas devido aos processos de fragmentação durante o transporte. Isto resulta na mudança das proporções dos diferentes grupos de fitoclastos ao longo de uma seção transversal proximal-distal.

Os fitoclastos opacos têm maior resistência à degradação em relação à fração não-opaca, e permanecerão no ambiente deposicional após a destruição seletiva da maioria dos outros materiais orgânicos. Percentagens relativas elevadas são, assim, associadas com sedimentos de grãos grosseiros de ambientes oxidantes de alta energia de deltas e fácies de planície costeira (Denison & Fowler, 1980; Fisher, 1980; Hancock & Fisher, 1981; Parry *et al.*, 1981; Batten, 1982; Boulter & Riddick, 1986; Bustin, 1988; Highton *et al.*, 1991; William, 1992; Tyson, 1993). Esta correlação com ambientes de alta energia tem sido considerada refletir a densidade mais elevada das partículas em relação à fração não-opaca (Denison & Fowler, 1980; Fisher, 1980; Hancock & Fisher, 1981; Parry *et al.*, 1981; Highton *et al.*, 1991; Fisher & Hancock, 1985).

A percentagem relativa de partículas opacas freqüentemente aumenta em ambientes mais distais, seu tamanho torna-se menor e assumem forma mais alongada como um resultado do processo de transporte prolongado com a conseqüente cominuição dos fragmentos (Parry *et al.*, 1981; Tyson, 1995).

Whitaker *et al.* (1992) consideram os fitoclastos opacos, especialmente a fração de forma alongada, as partículas mais flutuantes de todos os tipos de fitoclastos. Contudo, Tyson (1995) argumenta que o tamanho e a porosidade intrapartícula determinará a densidade efetiva e, portanto, o diferente comportamento hidrodinâmico dessas partículas.

O aumento na percentagem de cutículas é comum em ambientes terrestres proximais, especialmente em camadas onde se encontram a deposição de vegetais *in situ* (Batten, 1973). Contudo, essas partículas não estão associadas somente com sedimentos de grãos finos de baixa energia (Tyson, 1995). Com o aumento da distância e duração do processo de transporte, os fragmentos de cutículas tornam-se degradados, resultando em alteração física e uma redução no

tamanho. Através de leques submarinos, quantidades significativas de cutículas atingem áreas profundas da bacia, depositadas a partir dos cânios (Habib, 1982). Boulter and Riddick (1986) observaram que as cutículas são relativamente mais abundantes em regiões de mais alta energia em leques submarinos, especialmente nos canais arenosos. Eles sugerem que este material flutuante passa normalmente pelos leques, e é rapidamente trapeado pela rápida sedimentação durante deposição de areias por fluxos gravitacionais.

A percentagem de fitoclastos é também influenciada pelos efeitos da equivalência hidrodinâmica. Estes fragmentos lenhosos sendo partículas orgânicas relativamente grandes e densas são freqüentemente concentradas em sedimentos ricos em areia muito fina ou silte grosseiro (Tyson, 1993).

7.2. Palinomorfos

Sendo o menos abundante dos três principais grupos morfológicos da matéria orgânica particulada, a abundância relativa de palinomorfos é primeiramente controlada pela extensão da diluição por fitoclastos ou matéria orgânica amorfa (Tyson, 1993). Em ambientes onde os percentuais de fitoclastos e matéria orgânica amorfa são reduzidos, o conteúdo de palinomorfos é mais elevado. Em ambientes distais, de baixa energia e moderadamente oxidantes, a assembléia de palinomorfos apresenta valores percentuais elevados de esporomorfos (esporos e grãos de pólen). Efeitos diversos podem também levar a ocorrência de concentrações elevadas de palinomorfos em sedimentos ricos em material síltico de granulação média a fina, devido, principalmente, à equivalência hidrodinâmica existente entre esse material sedimentar e os constituintes palinomorfos (Müller, 1959; Wall *et al.*, 1977 ; Tyson, 1993).

Percentagem de esporomorfos

A abundância absoluta de esporomorfos em sedimentos marinhos geralmente mostra mais ou menos um decréscimo exponencial em direção *offshore* (Mudie, 1982), sendo fortemente dependente do tamanho e característica da drenagem da bacia, magnitude e variação da descarga dos rios. Altas

abundâncias de esporomorfos são encontradas em áreas deltaicas, mas essas abundâncias caem rapidamente em áreas *offshore* (Muller, 1959; Darrell & Hart, 1970). As fácies de prodelta apresentam alta percentagem de esporomorfos, com assembléias com alta abundância absoluta e diversidade moderada (Mudie, 1982). Bacias oceânicas ou outras permanentemente com águas estratificadas são freqüentemente dominadas por altas percentagens de esporomorfos (baixa abundância absoluta) (Habib, 1982).

Percentagem de plâncton marinho

A percentagem de microplâncton de parede orgânica marinho na fração palinomorfo, comporta-se de maneira inversa ao conteúdo de esporomorfos.

Percentuais elevados de microplâncton de parede orgânica marinho geralmente ocorrem em áreas distantes de fontes flúvio-deltaicas (Tyson, 1993).

Na plataforma continental ocorre o declínio absoluto de esporomorfos e o aumento dos componentes microplânctônicos de parede orgânica marinhos, onde no caso dos dinocistos, a abundância máxima ocorre no talude continental, decrescendo com a lâmina d' água. A abundância absoluta de dinocistos não está simplesmente relacionada com a produtividade primária, pois parte da sua distribuição é modificada por fatores sedimentológicos, e parte, porque os dinocistos constituem uma inconsistente e pequena proporção da população dos dinoflagelados e dos componentes fitoplânctônicos totais (Wall, 1977).

De acordo com Tyson (1995), as prasinófitas raramente ocorrem em percentuais elevados, porém são significativamente importantes na caracterização de fácies marinha franca, especialmente intervalos disóxicoanóxicos com baixas taxas de acumulação de sedimentos siliciclásticos. Em ambientes mais proximais, essas algas ocorrem em número muito reduzido, apresentando um significado ambiental questionável.

Percentagem de plâncton de água doce

A percentagem do microplâncton de água doce (algas do gênero *Botryococcus*) em sedimentos marinhos pode ser usada como indicadora da

proximidade relativa de áreas fonte flúvio-deltaicas e redeposição a partir dessas áreas. Percentuais elevados de algas do gênero *Botryococcus* ocorrem, tipicamente, em ambientes lacustres de água doce e de baixa energia, diminuindo a medida que se alcançam as fácies mais distais (Tyson, 1995), porém são registradas também em fácies temporariamente hipersalinas (Hunt, 1987). *Botryococcus* aumentam sua capacidade de flutuação, sendo transportadas de áreas deltaicas para a plataforma, onde são componentes minoritários da assembléia de componentes da matéria orgânica (Tyson, 1993).

7.3. Matéria Orgânica Amorfa (M.O.A.)

A alta percentagem na abundância de matéria orgânica amorfa é característica de áreas de alta preservação devido às condições redutoras e de baixa energia, especialmente aquelas afastadas de áreas de atividades fluviodeltaicas que estão associadas com processos de diluição por esporomorfos e fitoclastos (Tyson, 1987; 1989; 1993; Bustin, 1988). Em fácies deltaicas proximais de baixa energia pode ser possível que algum material amorfo presente seja o produto da degradação de vegetais superiores. Tyson (1993) menciona que elevadas percentagens de M.O.A. fluorescente reflete, principalmente, o aumento do nível de preservação dentro de condições redutoras e, em menor extensão, indica uma sedimentação afastada da fonte ativa dos componentes terrestres. A maior parte da matéria orgânica marinha em sedimentos está representada pela matéria orgânica amorfa, mas este tipo de componente orgânico é facilmente degradado quando exposto a condições aeróbicas. Contudo, devido ao grande reservatório de agregados orgânicos marinhos, quando as condições são suficientemente redutoras, a matéria orgânica amorfa freqüentemente engloba outros componentes da matéria orgânica (Tyson, 1987; 1989; 1993).

A intensidade de fluorescência da M.O.A. é controlada pelas condições redox dentro do qual ocorreu sua deposição; condições desóxico-anóxicas preservam os componentes lábeis da M.O.A., que são ricos em hidrogênio. A fluorescência, como um todo, é parcialmente controlada pela fonte planctônica e os tipos de

partículas inclusas. A fluorescência da matriz de partículas amorfas heterogêneas, a qual se degrada muito facilmente, é o indicador mais sensível de condições redox (Tyson, 1993).

8. PARÂMETROS PALINOFACIOLÓGICOS

As tendências na distribuição dos grupos da matéria orgânica importantes para a caracterização paleoambiental estão sumarizadas na tabela 3.

Os cálculos para a determinação dos parâmetros foram baseados na percentagem de frequência relativa de partículas para a matéria orgânica total. Os grupos importantes na palinofácies foram então recalculados para detectar as variações nos diferentes grupos de fitoclastos e palinomorfos. Tyson (1993; 1995) descreve em detalhe as tendências gerais de vários parâmetros.

Tabela 3: *Parâmetros calculados para os grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica e as tendências generalizadas proximal – distal, baseado em Tyson (1993) e Mendonça Filho (1999).*

PARÂMETROS	TENDÊNCIA	
	PROXIMAL	DISTAL
% fitoclastos do total de matéria orgânica	alta	baixa
% palinomorfos do total de matéria orgânica	baixa	alta
% matéria orgânica amorfa do total de matéria orgânica	baixa	alta
% esporomorfos dos palinomorfos	alta	baixa
Abundância absoluta de esporomorfos	alta	baixa
% fitoplancton marinho dos palinomorfos	baixo	alto
% <i>Botryococcus</i> dos palinomorfos	alta	baixa
Razão de fitoclastos / palinomorfos	alta	baixa
Razão fitoclastos opacos / fitoclastos não opacos	baixo	alto

9. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram analisadas um total de 44 lâminas organopalinológicas. Das 44 lâminas analisadas foram realizadas contagens de partículas orgânicas em somente 38 lâminas. Isto foi devido à ausência de material orgânico em uma lamina (CT-02.51) do poço CT-02 e devido a total impossibilidade de se fazer a contagem das cinco lamina do poço CT-01 por apresentarem um elevado estágio de evolução térmica, não podendo se fazer o reconhecimento dos componentes orgânicos.

9.1. Representação dos dados

9.1.1. DIAGRAMAS TERNÁRIOS

De acordo com Tyson (1993, 1995), os diagramas ternários (triangulares) são formas simples de representação gráfica, porém de um significado extremamente profícuo de apresentação de dados (percentagens) de palinofácies. Mesmo utilizando dados relativamente simples, os resultados, quando plotados no diagrama ternário apropriado, podem demonstrar um significativo potencial para a discriminação de diferenças temporal e espacial em ambientes deposicionais.

Os dados percentuais da assembléia da matéria orgânica (parâmetros obtidos para os grupos fitoclasto, palinomorfo e matéria orgânica amorfa) para o conjunto total de amostras analisadas foram apresentados sob a forma de tabelas e de uma série de diagramas ternários. Nos diagramas ternários, o total dos três componentes plotados foram normalizados à 100%, de acordo com Tyson (1993; 1995).

Seguindo a convenção proposta por Tyson (1989; 1993; 1995), todos os diagramas são orientados de forma que os componentes que são indicadores de maior proximidade terrestre (proximais / terrestres) são colocados no ápice dos

diagramas. No vértice inferior esquerdo do diagrama, são colocados os componentes que apresentam uma associação positiva com ambientes distais ou redutores. Este procedimento permite uma visão geral da natureza dos resultados, sua variabilidade e a presença das principais tendências apresentadas pelos grupos de dados obtidos.

9.1.2. DENDROGRAMAS

Os resultados das análises de agrupamento *modo R* foram representados por dendrogramas.

Após a obtenção dos dados das contagens foi efetuado um tratamento estatístico através do programa Excel 97. Os diagramas foram construídos utilizando os programas *Minpet 2.02* e *Corel Draw 9.0* e foram construídos com os dados percentuais relativos aos diferentes grupos de componentes da matéria orgânica (total de fitoclastos, total de palinórfos, total de matéria orgânica amorfa - MOA, esporos, prasinófitas, acritárcas etc). Estes dados foram recalculados para valores percentuais e submetidos a análises de agrupamento utilizando o *software Statistica for Windows versão 4.3*.

9.2. Contagem dos componentes da matéria orgânica

No poço VL-03 observou-se o domínio do grupo palinórfos no total de componentes da matéria orgânica (50,79%), com os fitoclastos constituindo o segundo grupo em dominância (34,35%), e subordinadamente MOA com valores percentuais médios de 14,86% (figura 12 e tabelas 4).

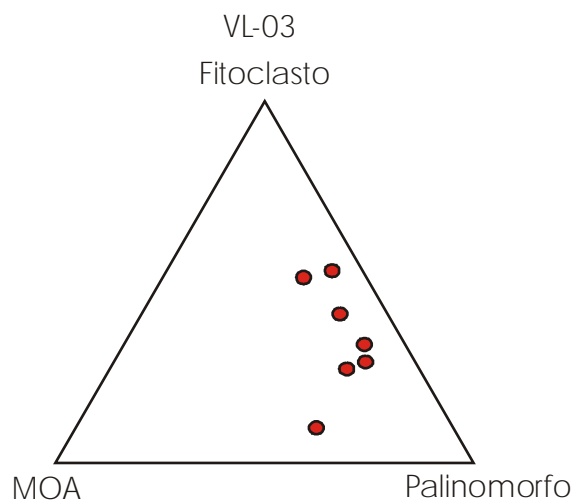


Figura 12: Diagrama ternário mostrando os valores percentuais dos três grupos de componentes orgânicos da matéria orgânica do poço VL-03.

Tabela 4: Valores percentuais dos 3 principais grupos da matéria orgânica do poço VL-03.

Poço VL-03					
Amostra	Prof. (m)	Palinórfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)	MO (%)
VL03.01	21,21	57,67	9,67	32,67	100,00
VL03.02	26	57,19	25,54	17,27	100,00
VL03.04	47,2	47,89	40,85	11,27	100,00
VL03.03	51,4	40,00	53,10	6,90	100,00
VL03.05	52,9	58,01	32,38	9,61	100,00
VL03.06	58,3	34,14	51,03	14,83	100,00
VL03.07	64,15	60,66	27,87	11,48	100,00
Média		50,79	34,35	14,86	100,00

No poço PM-06 observou-se o domínio do grupo palinomorfos com 48,72% do total da matéria orgânica, a MOA constitui o segundo grupo em dominância (36,72%), e o grupo dos fitoclastos possui valores percentuais médios de 14,56% (figura 13 e tabela 5).

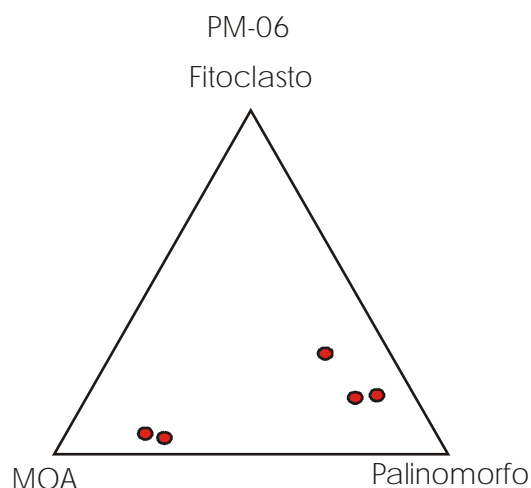


Figura 13: Diagrama ternário mostrando os valores percentuais dos três grupos de componentes orgânicos da matéria orgânica do poço PM-06.

Tabela 5: Valores percentuais dos 3 principais grupos da matéria orgânica do poço PM-06.

Poço PM-06					
Amostra	Prof. (m)	Palinomorfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)	MO (%)
PM06.08	4,3	26,01	4,73	69,26	100,00
PM06.09	16,15	20,77	5,75	73,48	100,00
PM06.10	16,75	54,48	29,31	16,21	100,00
PM06.11	19,2	68,58	16,22	15,20	100,00
PM06.12	28,36	73,78	16,78	9,44	100,00
Média		48,72	14,56	36,72	100,00

No poço ST-12 observou-se o domínio do grupo palinomorfos com 59.27% do total da matéria orgânica, e os valores de MOA e fitoclasto possuem média percentual semelhante, 21.20% e 19.52%, respectivamente. (figura 14 e tabela 6)

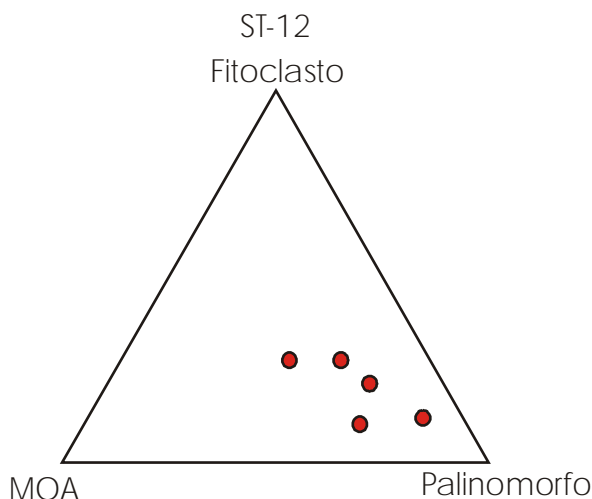


Figura 14: Diagrama ternário mostrando os valores percentuais dos três grupos de componentes orgânicos da matéria orgânica do poço ST-12.

Tabela 6: Valores percentuais dos 3 principais grupos da matéria orgânica do poço ST-12.

Poço ST-12					
Amostra	Prof. (m)	Palinomorfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)	MO (%)
ST12.13	34,25	39,48	27,31	33,21	100,00
ST12.14	47,85	78,86	11,74	9,40	100,00
ST12.15	49,5	61,32	21,40	17,28	100,00
ST12.16	50,9	51,99	27,08	20,94	100,00
ST-12.17	54,3	64,73	10,08	25,19	100,00
Média		59,27	19,52	21,20	100,00

No poço SM-IST-4 a média percentual dos palinomorfos e MOA foi aproximadamente a mesma, 46,96% e 46,61% respectivamente. O grupo fitoclasto aparece com apenas 6,43% do total da matéria orgânica (figura 15 e tabela 7).

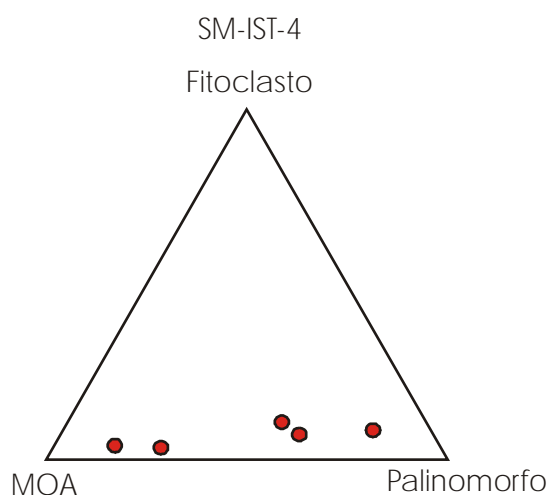


Figura 15: Diagrama ternário mostrando os valores percentuais dos três grupos de componentes orgânicos da matéria orgânica do poço SM-IST-4.

Tabela 7: Valores percentuais dos 3 principais grupos da matéria orgânica do poço SM-IST-4.

Poço SM-IST-4					
Amostra	Prof. (m)	Palinomorfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)	MO (%)
SM-IST4.18	20	77,85	8,05	14,09	100,00
SM-IST4.19	21,89	59,67	7,00	33,33	100,00
SM-IST4.20	27,49	54,10	10,16	35,74	100,00
SM-IST4.21	28,07	15,79	3,62	80,59	100,00
SM-IST4.22	28,89	27,39	3,30	69,31	100,00
Média		46,96	6,43	46,61	100,00

No poço CT-02 observou-se o domínio do grupo palinomorfos com 53,40%, o grupo dos fitoclastos constitui o segundo em dominância (36,96%), e a MOA possui valores percentuais médios de 9,64% do total da matéria orgânica (figura 16 e tabela 8).

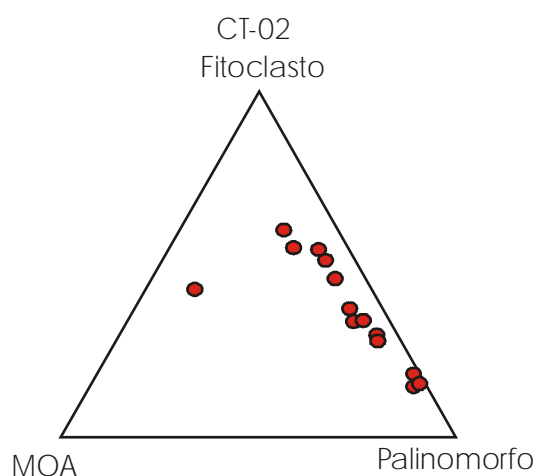


Figura 16: Diagrama ternário mostrando os valores percentuais dos três grupos de componentes orgânicos da matéria orgânica do poço CT-02.

Tabela 8: Valores percentuais dos 3 principais grupos da matéria orgânica do poço CT-02.

Poço CT-02					
Amostra	Prof. (m)	Palinomorfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)	MO (%)
CT02.23	2,55	12,96	42,59	44,44	100,00
CT02.24	10,25	41,53	51,12	7,35	100,00
CT02.25	12,55	26,67	60,00	13,33	100,00
CT02.26	17,3	38,39	54,17	7,44	100,00
CT02.51	21,3	SEM MATERIAL			
CT02.50	25,86	82,51	14,85	2,64	100,00
CT02.49	30,15	65,15	29,32	5,54	100,00
CT02.48	33,85	66,48	27,70	5,82	100,00
CT02.47	37,47	55,00	36,67	8,33	100,00
CT02.46	42,07	80,33	18,03	1,64	100,00
CT02.44	50,27	59,75	33,96	6,29	100,00
CT02.45	52,07	57,33	33,67	9,00	100,00
CT02.43	57,67	83,33	15,00	1,67	100,00
CT02.42	59,72	31,56	54,67	13,78	100,00
CT02.41	62,32	46,67	45,67	7,67	100,00
Média		53,40	36,96	9,64	100,00

No poço PM-10 ocorre o predomínio do grupo de MOA com 89,15%, os palinórfos aparecem com 9,70% e os fitoclastos com 1,15 % do total da matéria orgânica. (figura 17 e tabela 9).

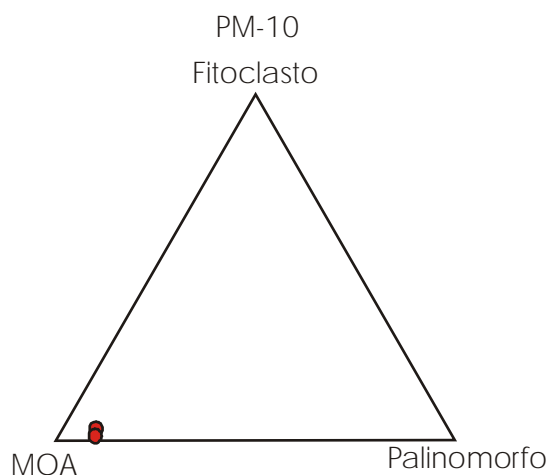


Figura 17: Diagrama ternário mostrando os valores percentuais dos três grupos de componentes orgânicos da matéria orgânica do poço PM-10.

Tabela 9: Valores percentuais dos 3 principais grupos da matéria orgânica do poço PM-10.

Poço PM-10					
Amostra	Prof. (m)	Palinórfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)	MO (%)
PM10.27	76,1	9,51	1,97	88,52	100,00
PM10.28	80,65	9,90	0,33	89,77	100,00
Média		9,70	1,15	89,15	100,00

9.2.1. TESTEMUNHO DE SONDAGEM VL-03

No poço VL-03, o grupo dos fitoclastos é constituído principalmente por fitoclastos não opacos e cutículas.

A fração de palinórfos mostra os esporos como componentes dominantes (86,04 % do total de palinórfos), o plâncton marinho, representado por prasinófitas e acritarcas, possuem média percentual de 1,65% e 10,73% do total de palinórfos, respectivamente. (tabelas 10 e 11).

Os *spongiophytos* representam 6,10% do total da matéria orgânica.

Algas de água doce do gênero *Botryococcus* e zoomorfos aparecem somente como ocorrências localizadas.

A figura 18 ilustra a distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos da matéria orgânica em relação ao total de matéria orgânica ao longo da seção sedimentar VL-03.

Tabela 10: Valores percentuais dos subgrupos dos palinórfos em relação ao total de palinórfos do poço VL-03.

Poço VL-03					
Amostra	Prof. (m)	Esporo (%)	Prasinófitas (%)	Acritarcas (%)	Outros (%)
VL03.01	21,21	64,16	3,47	31,79	0,58
VL03.02	26,00	72,33	0,63	26,42	0,63
VL03.04	47,20	94,12	0,74	4,41	0,74
VL03.03	51,40	94,83	1,72	3,45	0,00
VL03.05	52,90	92,02	1,84	1,84	4,29
VL03.06	58,30	92,93	1,01	5,05	1,01
VL03.07	64,15	91,89	2,16	2,16	3,78
Média		86,04	1,65	10,73	1,58

Tabela 11: Valores percentuais dos subgrupos dos palinomorfos em relação de matéria orgânica do poço VL-03.

Poço VL-03						
Amostra	Prof. (m)	Esporo (%)	Prasinófitas (%)	Acritarcas (%)	Outros (%)	% Total Palinomorfos
VL03.01	21,21	35,02	1,89	17,35	0,32	54,57
VL03.02	26,00	37,22	0,32	13,59	0,32	51,46
VL03.04	47,20	42,52	0,33	1,99	0,33	45,18
VL03.03	51,40	34,59	0,63	1,26	0,00	36,48
VL03.05	52,90	49,34	0,99	0,99	2,30	53,62
VL03.06	58,30	30,67	0,33	1,67	0,33	33,00
VL03.07	64,15	54,66	1,29	1,29	2,25	59,49

VL-03

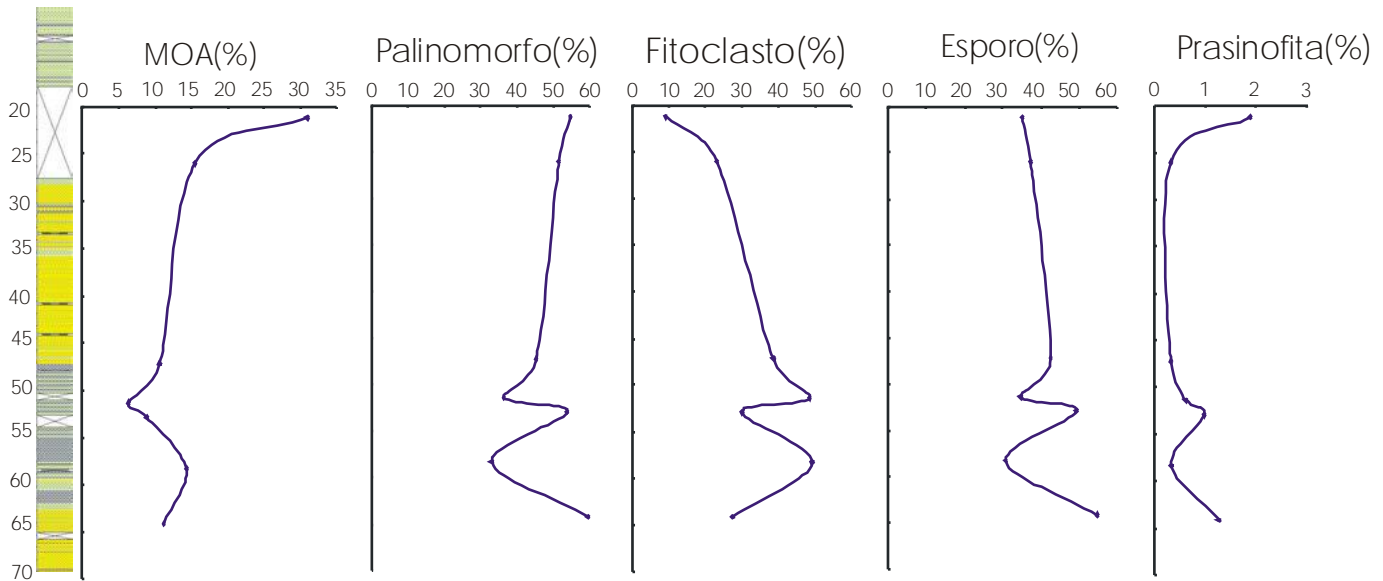


Figura 18: Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação ao tot orgânica do poço VL-03.

9.2.2. TESTEMUNHO DE SONDAGEM PM-06

No poço PM-06, o grupo dos fitoclastos é constituído principalmente por fitoclastos não opacos.

No grupo dos palinórfos, os esporos continuam dominando com 80,44% do total de palinórfos, as prasinófitas apresentam-se com 1,41% e os acritarcas 17,63% da média percentual do total de palinórfos. (tabelas 12 e 13).

Os *spongiophytos* representam 4,35% do total da matéria orgânica.

Algas de água doce do gênero *Botryococcus* e zoomorfos aparecem somente como ocorrências localizadas.

A figura 19 ilustra a distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos da matéria orgânica em relação ao total de matéria orgânica ao longo da seção sedimentar PM-06.

Tabela 12: Valores percentuais dos subgrupos dos palinórfos em relação ao total de palinórfos do poço PM-06.

Poço PM-06					
Amostra	Prof. (m)	Esporo (%)	Prasinófitas (%)	Acritarcas (%)	Outros (%)
PM06.08	4,3	22,08	2,60	75,32	0,00
PM06.09	16,15	92,31	0,00	7,69	0,00
PM06.10	16,75	93,67	2,53	3,16	0,63
PM06.11	19,2	96,06	0,99	1,97	0,99
PM06.12	28,36	98,10	0,95	0,00	0,95
Média		80,44	1,41	17,63	0,51

Tabela 13: Valores percentuais dos subgrupos dos palinomorfos em relação ao total de matéria orgânica do poço PM-06.

Poço PM-06						
Amostra	Prof. (m)	Esporo (%)	Prasinófitas (%)	Acritarcas (%)	Outros (%)	% Total Palinomorfos
PM06.08	4,3	5,54	0,65	18,89	0,00	25,08
PM06.09	16,15	18,75	0,00	1,56	0,00	20,31
PM06.10	16,75	48,37	1,31	1,63	0,33	51,63
PM06.11	19,2	63,11	0,65	1,29	0,65	65,70
PM06.12	28,36	67,65	0,65	0,00	0,65	68,95

PM-06

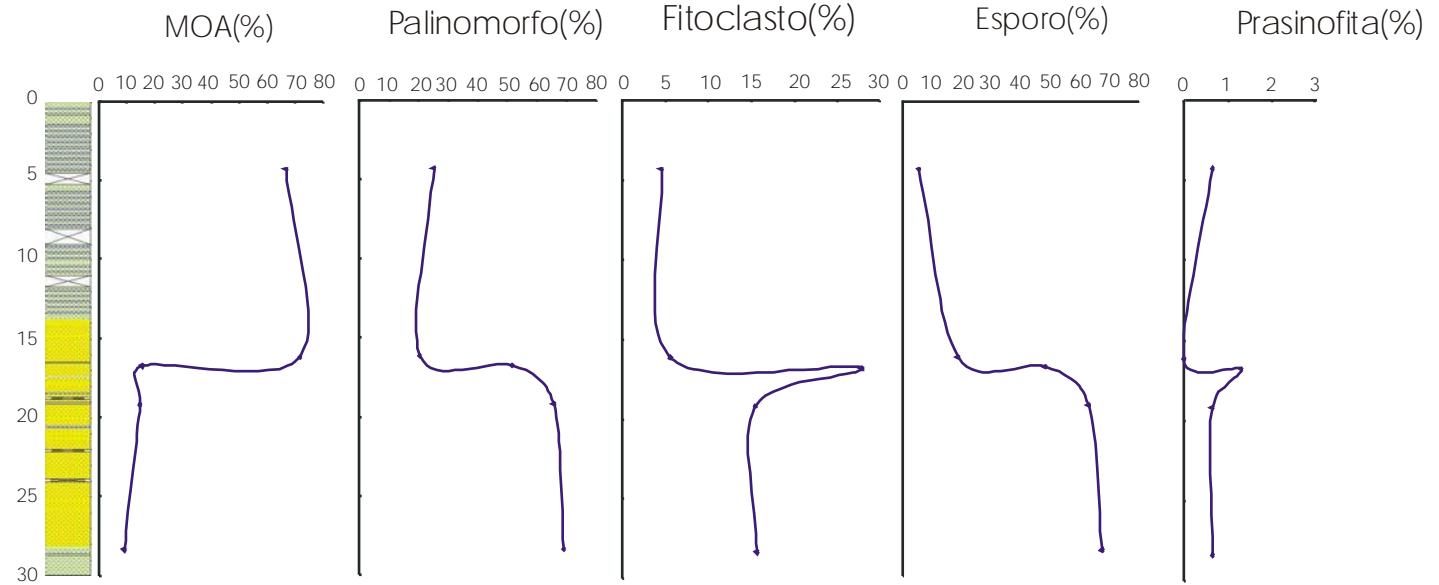


Figura 19: Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação ao total da matéria orgânica do poço PM-06.

9.2.3. TESTEMUNHO DE SONDAGEM ST-12

No poço ST-12, os fitoclastos não opacos são os principais constituintes do grupo dos fitoclastos.

Dentro da fração de palinórfos os esporos destacam-se com 94,98% do total de palinórfos, o plânctons marinho, representado por prasinófitas e acritarcas, possuem média percentual de 0,49% e 2,58% do total de palinórfos, respectivamente. (tabelas 14 e 15).

Os *spongiophytos* apresentam-se com a significativa parcela de 13,33% do total da matéria orgânica analisada.

Algas de água doce do gênero *Botryococcus* aparecem com aproximadamente 1% do total de matéria orgânica os e zoomorfos aparecem somente como ocorrências localizadas.

A figura 20 ilustra a distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos da matéria orgânica em relação ao total de matéria orgânica ao longo da seção sedimentar ST-12.

Tabela 14: Valores percentuais dos subgrupos dos palinórfos em relação ao total de palinórfos do poço ST-12.

Poço ST-12					
Amostra	Prof. (m)	Esporo (%)	Prasinófitas (%)	Acritarcas (%)	Outros (%)
ST12.13	34,25	95,33	0,00	2,80	1,87
ST12.14	47,85	97,87	0,00	0,85	1,28
ST12.15	49,5	99,33	0,67	0,00	0,00
ST12.16	50,9	93,75	0,00	2,08	4,17
ST12.17	54,3	88,62	1,80	7,19	2,40
Média		94,98	0,49	2,58	1,94

Tabela 15: Valores percentuais dos subgrupos dos palinomorfos em relação de matéria orgânica do poço ST-12.

Poço ST-12						
Amostra	Prof. (m)	Esporo (%)	Prasinófitas (%)	Acrítarcas (%)	Outros (%)	% Total Palinomorfos
ST12.13	34,25	33,89	0,00	1,00	0,66	35,55
ST12.14	47,85	69,07	0,00	0,60	0,90	70,57
ST12.15	49,5	49,01	0,33	0,00	0,00	49,34
ST12.16	50,9	42,86	0,00	0,95	1,90	45,71
ST12.17	54,3	49,01	0,99	3,97	1,32	55,30

ST-12

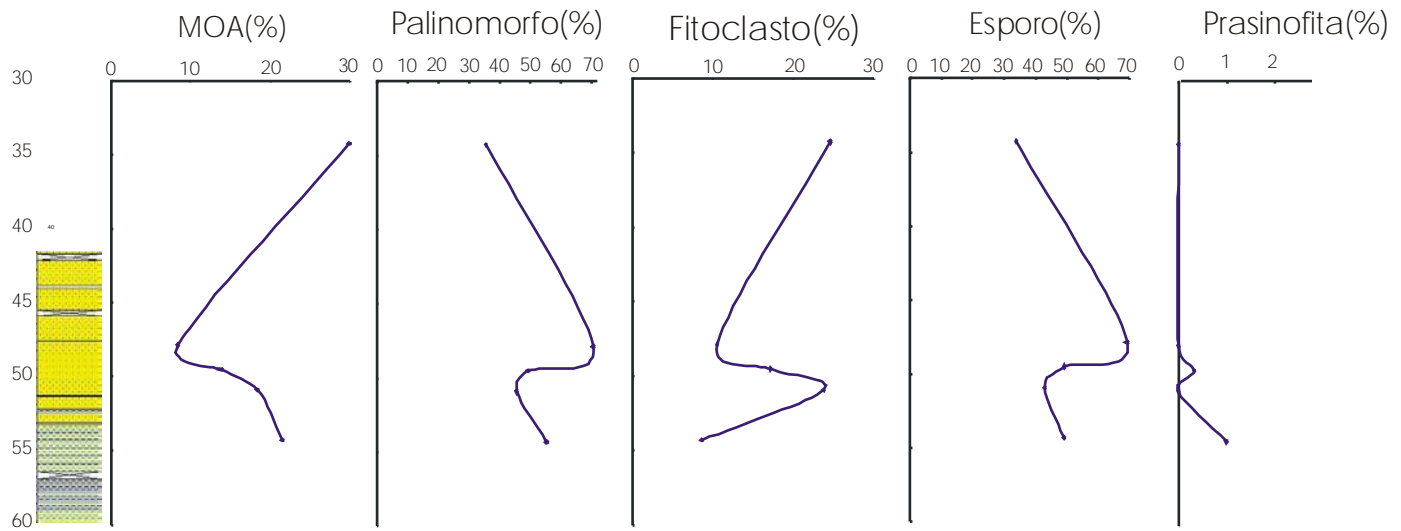


Figura 20: Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação ao total da matéria orgânica do poço ST-12.

9.2.4. TESTEMUNHO DE SONDAGEM SM-IST-4

No poço SM-IST-4, o grupo dos fitoclastos é constituído principalmente por fitoclastos não opacos e cutículas.

Na fração de palinórfos os esporos continuam dominando com 76,01 % do total de palinórfos, as algas prasinófitas e acritarcas, possuem média percentual de 15,53% e 5,95% do total de palinórfos, respectivamente. (tabelas 16 e 17).

Os *spongiophytos* representam apenas 2,95% do total da matéria orgânica.

Algas de água doce do gênero *Botryococcus* e zoomorfos aparecem somente como ocorrências localizadas.

A figura 21 ilustra a distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos da matéria orgânica em relação ao total de matéria orgânica ao longo da seção sedimentar SM-IST-4.

Tabela 16: Valores percentuais dos subgrupos dos palinórfos em relação ao total de palinórfos do poço SM-IST-4.

Poço SM-IST-4					
Amostra	Prof. (m)	Esporo (%)	Prasinófitas (%)	Acritarcas (%)	Outros (%)
SM1st.18	20,00	88,36	6,03	3,88	1,72
SM1st.19	21,89	86,59	6,70	2,79	3,91
SM1st.20	27,49	45,45	47,27	6,06	1,21
SM1st.21	28,07	72,92	10,42	14,58	2,08
SM1st.22	28,89	86,75	7,23	2,41	3,61
Média		76,01	15,53	5,95	2,51

Tabela 17: Valores percentuais dos subgrupos dos palinomorfos em relação de matéria orgânica do poço SM-IST-4.

Poço SM-IST-4						
Amostra	Prof. (m)	Esporo (%)	Prasinófitas (%)	Acritarcas (%)	Outros (%)	% Total Palinomorfos
SM-IST.18	20,00	65,92	4,50	2,89	1,29	74,60
SM-IST.19	21,89	50,16	3,88	1,62	2,27	57,93
SM-IST.20	27,49	23,81	24,76	3,17	0,63	52,38
SM-IST.21	28,07	11,11	1,59	2,22	0,32	15,24
SM-IST.22	28,89	23,53	1,96	0,65	0,98	27,12

SM-IST-4

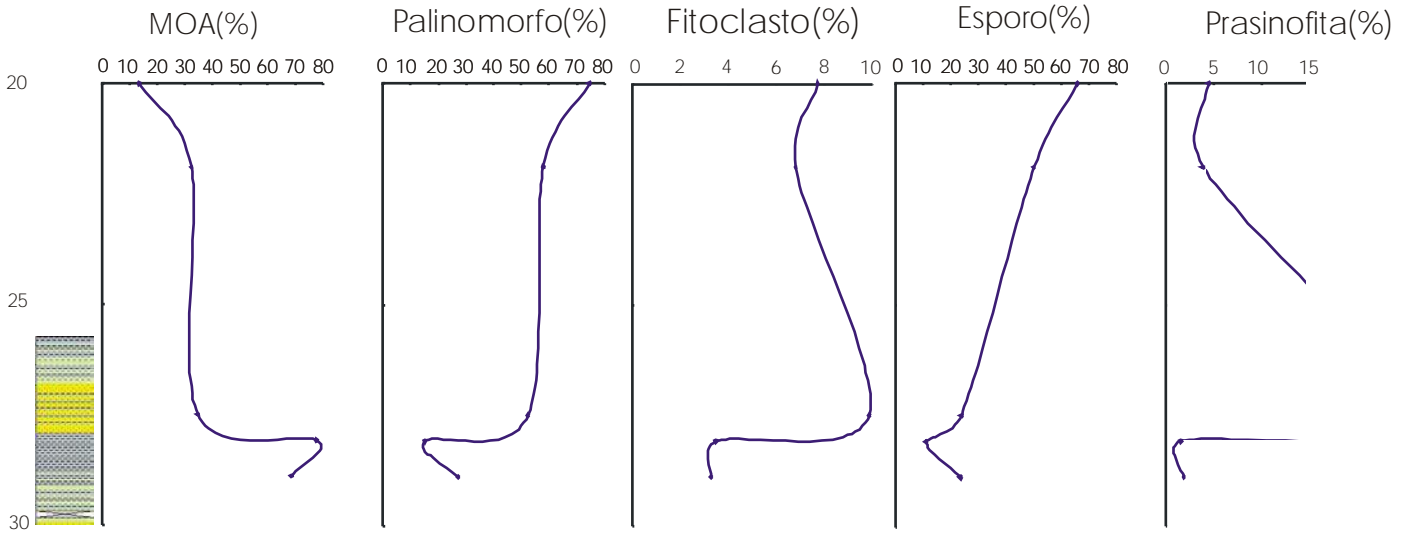


Figura 21: Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação ao total da matéria orgânica do poço SM-IST-4.

9.2.5. TESTEMUNHO DE SONDAGEM CT-02

No poço CT-02, não foi feita a divisão dos subgrupos dos componentes da matéria orgânica. Ficando os componentes orgânicos divididos somente nos três principais grupos da matéria orgânica (fitoclastos, palinóforos e MOA). Esta subdivisão não foi feita pela dificuldade de se reconhecer os diversos subgrupos, pois a matéria orgânica encontra-se em um estágio evoluído de maturação térmica.

A figura 22 ilustra a distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos da matéria orgânica em relação ao total de matéria orgânica ao longo da seção sedimentar CT-02.

CT-02

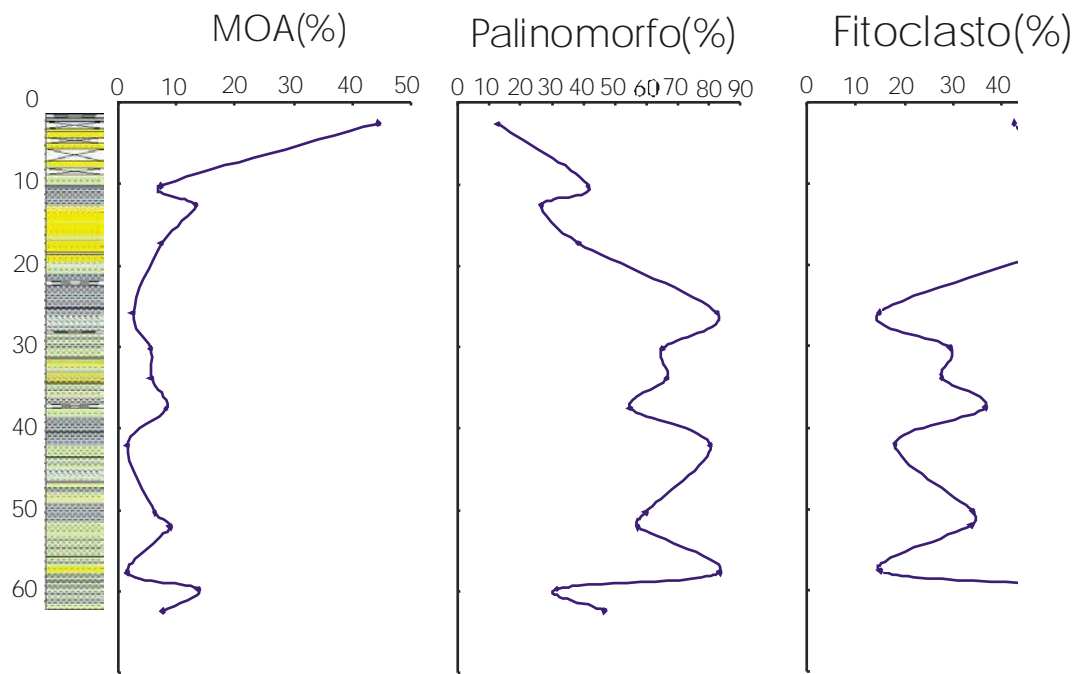


Figura 22: Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação ao total orgânica do poço CT-02.

9.2.6. TESTEMUNHO DE SONDAGEM PM-10

No poço PM-10, o grupo dos fitoclastos é constituído principalmente por cutículas.

A fração de palinórfos mostra os esporos como componentes dominantes (52,70 % do total de palinórfos), o plâncton marinho, representado por prasinófitas e acritarcas, apresentam praticamente a mesma média percentual, 23,79% e 23,51% do total de palinórfos, respectivamente. (tabelas 18 e 19).

Os *spongiophytos* representam somente 1,46% do total da matéria orgânica.

Não observou-se ocorrências de algas do gênero *Botryococcus* e zoomorfos.

A figura 23 ilustra a distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos da matéria orgânica em relação ao total de matéria orgânica ao longo da seção sedimentar PM-10.

Tabela 18: Valores percentuais dos subgrupos dos palinórfos em relação ao total de palinórfos do poço PM-10.

Poço PM-10					
Amostra	Prof. (m)	Esporo (%)	Prasinófitas (%)	Acritarcas (%)	Outros (%)
PM10.27	76,1	62,07	27,59	10,34	0,00
PM10.28	80,65	43,33	20,00	36,67	0,00
Média		52,70	23,79	23,51	0,00

Tabela 19: Valores percentuais dos subgrupos dos palinomorfos em relação de matéria orgânica do poço PM-10.

Poço PM-10						
Amostra	Prof. (m)	Esporo (%)	Prasinófitas (%)	Acritarcas (%)	Outros (%)	% Total Palinomorfos
PM10.27	76,1	5,84	2,60	0,97	0,00	9,42
PM10.28	80,65	4,21	1,94	3,56	0,00	9,71

PM-10

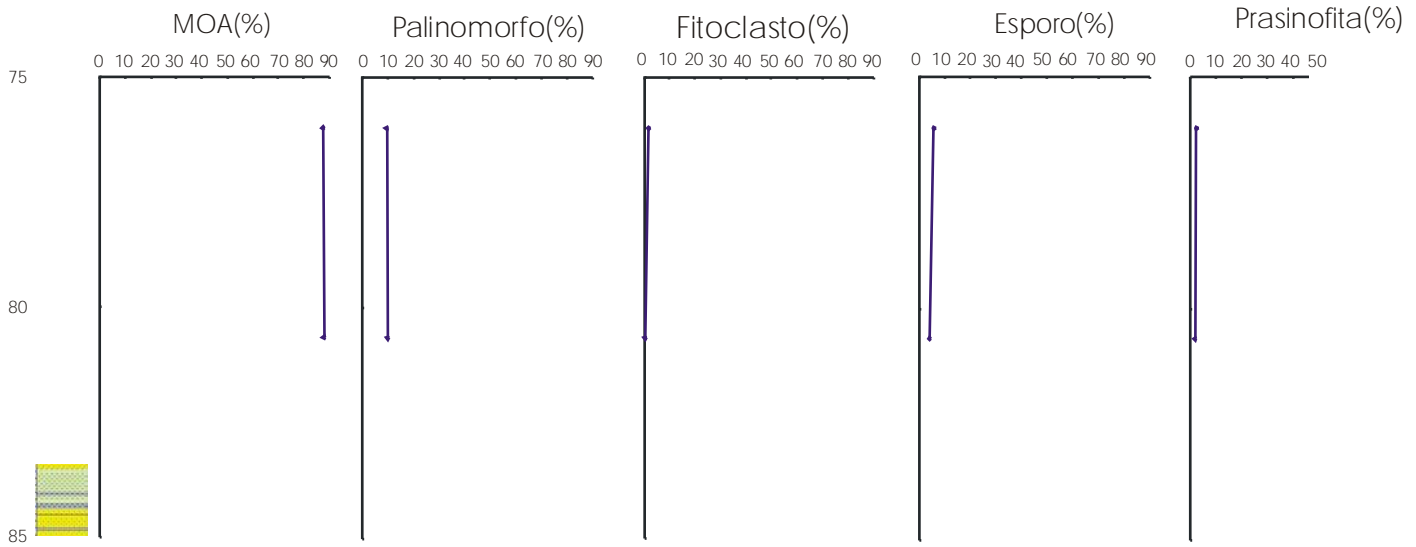


Figura 23: Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação ao total da matéria orgânica do poço PM-10.

9.3. Maturidade térmica

O grau de evolução térmica das amostras foi obtido pelo Índice de Coloração de Esporos (ICE).

O ICE foi aplicado em esporos. Para cada amostra procurou-se determinar a cor de maior número de indivíduos possível, estabelecendo de um modo geral, como índice da amostra, a cor predominante. Foi utilizado o padrão de ICE da Robertson Research International Group.

Para o período Devoniano, são consideradas de acordo com Barnard et al. 1981 (figura 24) imaturas as amostras que apresentam ICE de 1 a 4 , as amostras que apresentam ICE de 4 a 8 são consideradas maduras, e as que variam de 8 a 10 são caracterizadas como supermaturos. (tabela 20)

Tabela 20: Representa os intervalos de ICE e suas respectivas zonas de maturidade para o período Devoniano.

ICE	IMATURA	MATURA	SUPERMATURA
1 a 4			
4 a 8			
8 a 10			

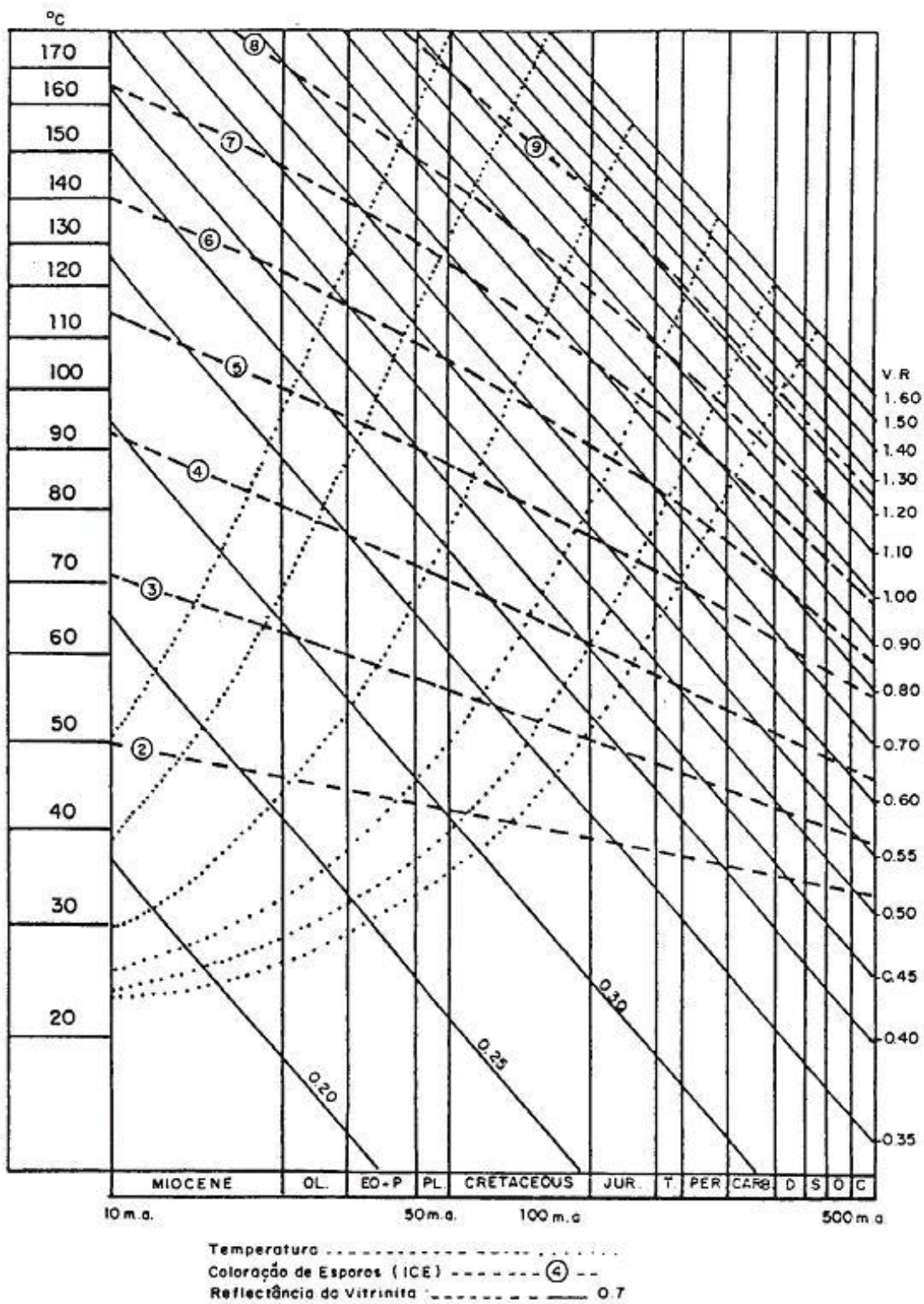


Figura 24: Relação entre o tempo (milhões de anos), Temperatura (°C) e Maturação (ICE e %Ro) (Barnard et al. 1981).

No poço VL-03 os resultados de ICE mostram uma coloração amarela, índice 3 a 4,5, a qual está expressa na tabela 21 e no gráfico mostrando a variação do ICE com a profundidade (Figura 25). O poço VL-03 esta inserido no contexto de zona imatura.

Tabela 21: Resultado do Índice de Coloração de Esporos para o poço VL-03

VL-03	Profundidade X ICE																			
Profundidade	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	
21,21																				
26,00																				
47,20																				
51,40																				
52,90																				
58,30																				
64,15																				

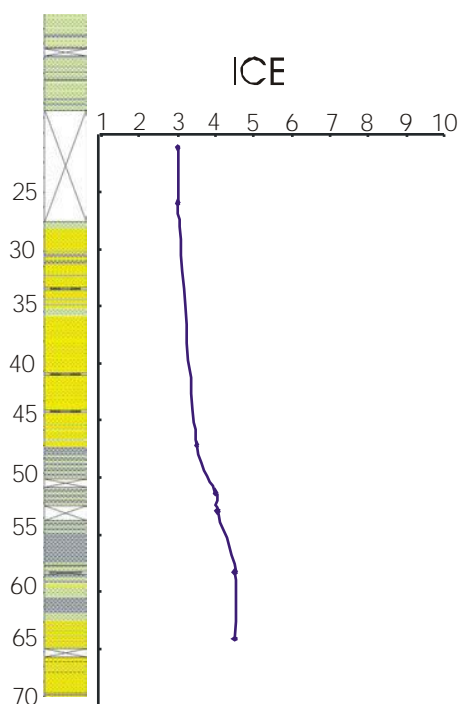


Figura 25: Gráfico mostrando a variação do ICE do poço VL-03 com a profundidade.

Para as amostras coletadas no testemunho de sondagem PM-06, os valores do Índice de Coloração de Esporos variam 3,5 a 4,5, expressos na tabela 22 e no gráfico que mostra a variação de ICE com a profundidade (Figura 26), os esporos apresentam coloração amarelada. O poço PM-06 representa também uma zona imatura.

Tabela 22: Resultado do Índice de Coloração de Esporos para o poço PM-06.

PM-06	Profundidade X ICE																			
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	
4,30																				
16,15																				
16,75																				
19,20																				
28,36																				

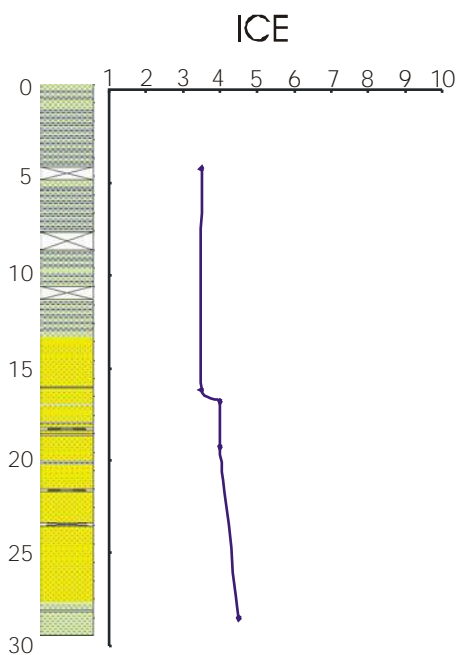


Figura 26: Gráfico mostrando a variação do ICE do poço PM-06 com a profundidade.

O poço ST-12 apresenta, de um modo geral, uma variação de ICE entre 3,5 e 4,5, porém a amostra referente ao topo do poço, apresenta um ICE bem variado (4 a 8). O poço ST-12 foi interpretado como tendo influência de intrusivas ígneas, tal fato foi verificado não somente pelos exemplares de esporos com altos índices, mas também pela anomalia do gráfico que mostra os valores mais altos de ICE no topo do perfil estratigráfico. A tabela 23 e no gráfico que mostra a variação de ICE com a profundidade (Figura 27) expressam essa variação. A coloração predominante é amarelada, e a zona correspondente é a imatura.

Tabela 23: Resultado do Índice de Coloração de Esporos para o poço ST-12.

ST-12	Profundidade X ICE																			
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	
34,25																				
47,85																				
49,50																				
50,90																				
54,30																				

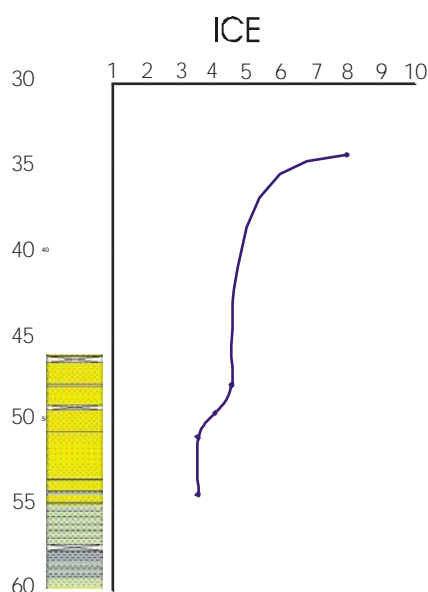


Figura 27: Gráfico mostrando a variação do ICE do poço ST-12 com a profundidade.

Para o poço SM-IST-4, os valores do Índice de Coloração de Esporos variam 3 a 4, expressos na tabela 24 e no gráfico que mostra a variação de ICE com a profundidade (Figura 28), os esporos apresentam coloração amarelo claro. O poço SM-IST-4 representa uma zona imatura.

Tabela 24: Resultado do Índice de Coloração de Esporos para o poço SM-IST-4.

SM-IST-4	Profundidade X ICE																			
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	
20,00																				
21,89																				
27,49																				
28,07																				
28,89																				

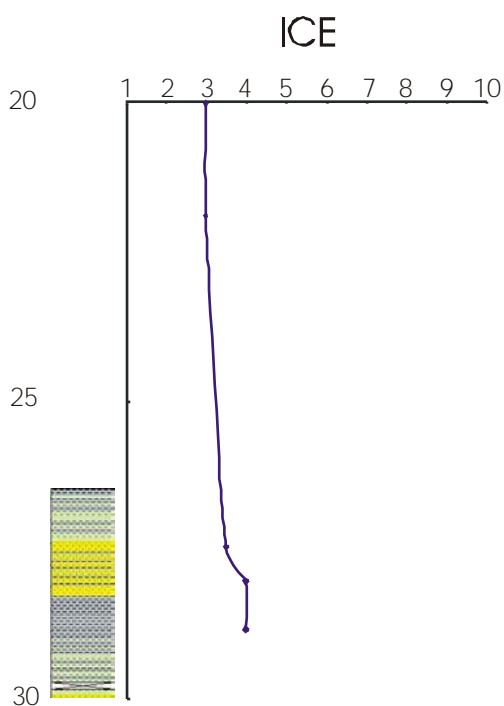


Figura 28: Gráfico mostrando a variação do ICE do poço ST-12 com a profundidade.

Para o poço CT-01 as amostras coletadas apresentam valores do Índice de Coloração de Esporos igual a 10, as partículas possuem coloração preta, o que demonstra o estágio mais evoluído de maturidade térmica (zona supermatura) dessas amostras. O poço CT-01 recebe forte influencia de intrusivas ígneas no local.

Os valores de ICE estão expressos na tabela 25 e no gráfico que mostra a variação de ICE com a profundidade (Figura 29).

Tabela 25: Resultado do Índice de Coloração de Esporos para o poço CT-01.

CT-01	Profundidade X ICE																			
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	
3,3																				
5,55																				
21,9																				
27,3																				
28,9																				

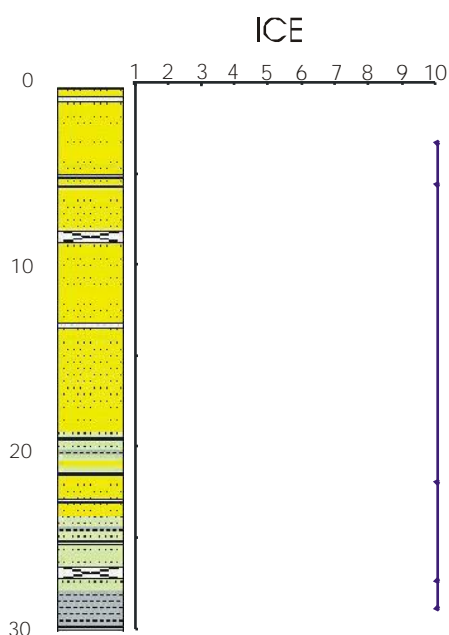


Figura 29: Gráfico mostrando a variação do ICE do poço CT-01 com a profundidade.

As amostras coletadas no poço CT-02 apresentam valores do Índice de Coloração de Esporos que varia de 7,5 a 9, expressos na tabela 26 e no gráfico que mostra a variação de ICE com a profundidade (Figura 30), os esporos apresentam coloração desde o castanho escuro até o marrom escuro. O poço CT-02 também se encontra numa zona supermatura. O poço CT-02 também recebe influência de intrusivas ígneas, fato constatado não só pelos exemplares de esporos com altos índices, mas também pela anomalia do gráfico que mostra os valores mais altos de ICE no topo do perfil estratigráfico.

Tabela 26: Resultado do Índice de Coloração de Esporos para o poço CT-02.

CT-02 Profundidade	Profundidade X ICE																			
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	
2,55																				
10,25																				
12,55																				
17,3																				
25,86																				
30,15																				
33,85																				
37,47																				
42,07																				
50,27																				
52,07																				
57,67																				
59,72																				
62,32																				

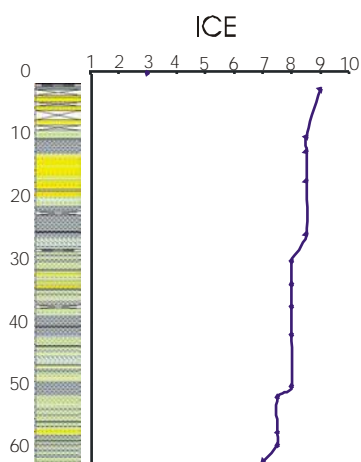


Figura 30: Gráfico mostrando a variação do ICE do poço CT-02 com a profundidade.

No poço PM-10 os resultados de ICE apresentaram uma coloração amarelo claro, índice 3 a 3,5, a qual está expressa na tabela 27 e no gráfico mostrando a variação do ICE com a profundidade (Figura 31). O poço PM-10 se encontra numa zona de baixo estágio de evolução térmica (zona imatura).

Tabela 27: Resultado do Índice de Coloração de Esporos para o poço PM-10.

PM-10	Profundidade X ICE																			
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	
76,10																				
80,65																				

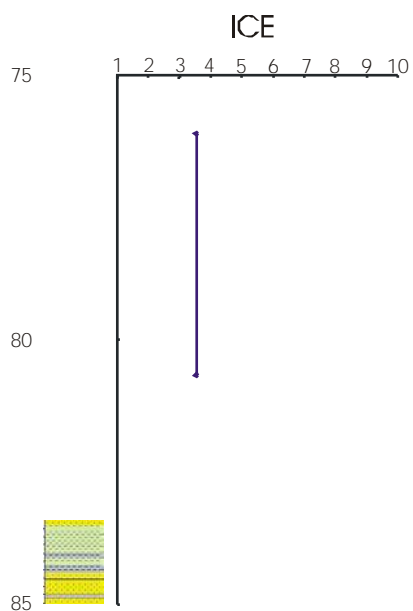


Figura 31: Gráfico mostrando a variação do ICE do poço PM-10 com a profundidade.

De um modo geral os resultados indicam um baixo estágio de evolução térmica (maturação) da matéria orgânica presente nas amostras das seções analisadas, o que demonstra um baixo grau de diagênese pelo processo natural de aumento de temperatura conseqüente do aumento da profundidade de soterramento. No entanto, nas amostras que apresentam um elevado estágio de evolução térmica, o efeito térmico foi proporcionado pela proximidade de intrusivas ígneas.

9.4. Descrição dos componentes orgânicos

As cutículas ocorrem em grande quantidade e geralmente bem degradadas com colorações de fluorescência variando do amarelo bem claro ao laranja escuro a sem fluorescência, mas no geral ocorrem com colorações de fluorescência moderada a forte (fotos 1.1, 1.2, 2.1 e 2.2, estampa, anexo). Os demais subgrupos dos fitoclastos ocorrem em fragmentos alongados ou irregulares. Por vezes, alguns fitoclastos não-opacos exibiram coloração de fluorescência bem fraca (fotos 3.1, 3.2, 4.1 e 4.2, estampa, anexo).

A matéria orgânica amorfa ocorre em forma de grumos, com colorações variando do amarelo claro ao castanho escuro e por vezes dispersa. Apresentou colorações de fluorescência variando do amarelo claro ao laranja (fotos 5.1, 5.2, 6.1 e 6.2, estampa, anexo).

Os esporos ocorrem bem preservados com colorações de fluorescência do amarelo-esverdeado ao laranja claro, mas por vezes estavam degradados com coloração de fluorescência fraca (fotos 7.1, 7.2, 8.1 e 8.2, estampa, anexo).

Os *spongiophytos* ocorrem de tamanhos variados, porém predominantemente em partículas grandes, apresentam um relevo alto, coloração castanha escura em luz branca refletida e possui uma fluorescência amarela bem alta (fotos 9.1, 9.2, 10.1 e 10.2, estampa, anexo).

Algas do grupo das prasinófitas ocorrem no geral bem preservadas com coloração de fluorescência forte (fotos 11.1, 11.2, 12.1 e 12.2, estampa, anexo).

Algas do grupo dos acritarcas ocorrem em geral dispersas e apresentam fluorescência de coloração amarelada (fotos 13.1, 13.2, 14.1 e 14.2, estampa, anexo).

Algas do gênero *Botryococcus* ocorrem exibindo colônias e estruturas internas visíveis e identificáveis com coloração de fluorescência amarelo intenso (fotos 15.1, 15.2, 16.1 e 16.2, estampa, anexo).

No grupo dos zoomorfos ocorrem os quitinozoários e escolecodonte.

Nos poços CT-01 e CT-02, o material orgânico apresenta-se escuro devido ao elevado grau de maturação térmica (fotos 17, 18, 19 e 20, estampa, anexo).

9.5. Análise de agrupamento *modo-R*

Foi feita a análise de agrupamento *modo-R* para os grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica, ou seja, os componentes orgânicos foram reunidos em grupos com maiores similaridades.

Para o poço VL-03 observou-se a separação em quatro subgrupos (1- esporos; 2- *Spongiophyton*, fitoclasto; 3- Prasinófito; 4 - Acritarca, MOA). (tabela 28 e figuras 32).

Tabela 28: Resultados dos subgrupos obtidos pela análise de agrupamento *modo-R* para a sondagem VL-03.

Poço VL-03	
Subgrupos	Componentes orgânicos
1	Esporo
2	<i>Spongiophyton</i> , fitoclasto
3	Prasinófito
4	Acritarca, MOA

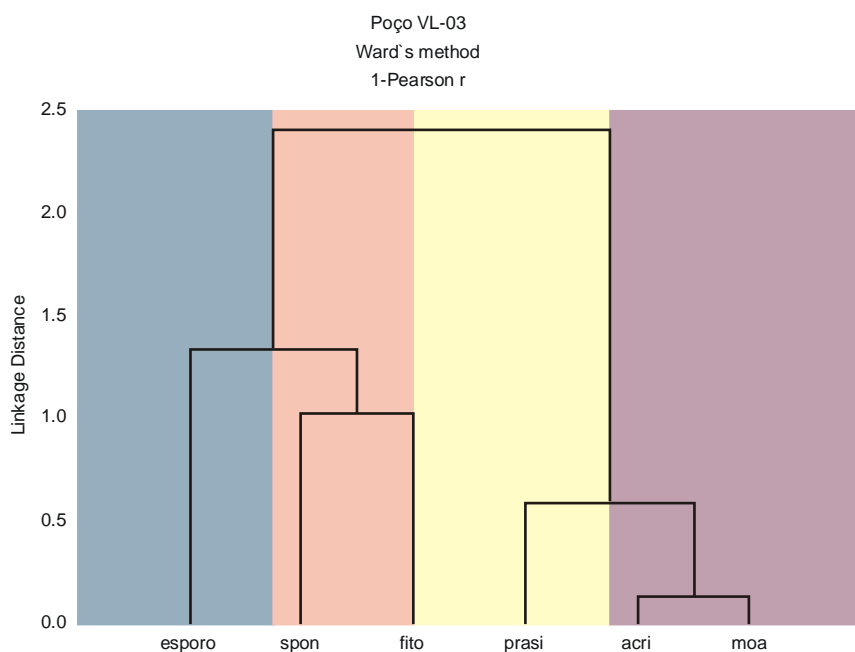


Figura 32: Dendrograma produzido pela análise de agrupamento *modo-R* para os grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica do poço VL-03.

Para o poço PM-06 observou-se a separação em três subgrupos (1- esporos, *spongiophyton*; 2- Fitoclasto, prasinófito; 3- Acritarca, MOA). (tabela 29 e figuras 33).

Tabela 29: Resultados dos subgrupos obtidos pela análise de agrupamento modo-R para a sondagem PM-06.

Poço PM-06	
Subgrupos	Componentes orgânicos
1	Esporo, <i>spongiophyton</i>
2	Fitoclasto, prasinófito
3	Acritarca, MOA

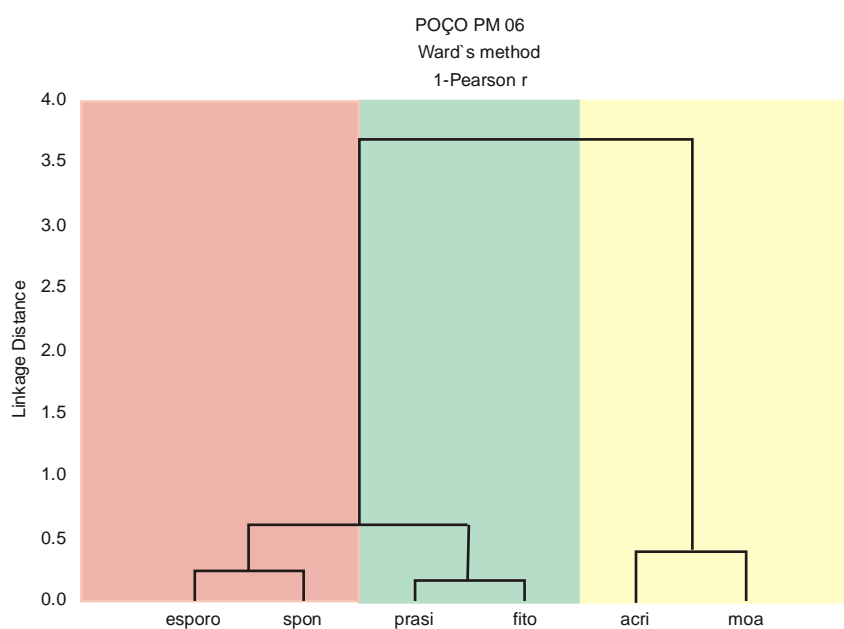


Figura 33: Dendrograma produzido pela análise de agrupamento modo-R para os grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica do poço PM-06.

Para o poço ST-12 observou-se a separação em quatro subgrupos (1- esporos; 2- Acritarca, Prasinófitas; 3- *Spongiophyton*; 4 - Fitoclasto, MOA). (tabela 30 e figuras 34).

Tabela 30: Resultados dos subgrupos obtidos pela análise de agrupamento modo-R para a sondagem ST-12.

Poço ST-12	
Subgrupos	Componentes orgânicos
1	Esporo
2	Acritarca, prasinófitas
3	<i>Spongiophyton</i>
4	Fitoclasto, MOA

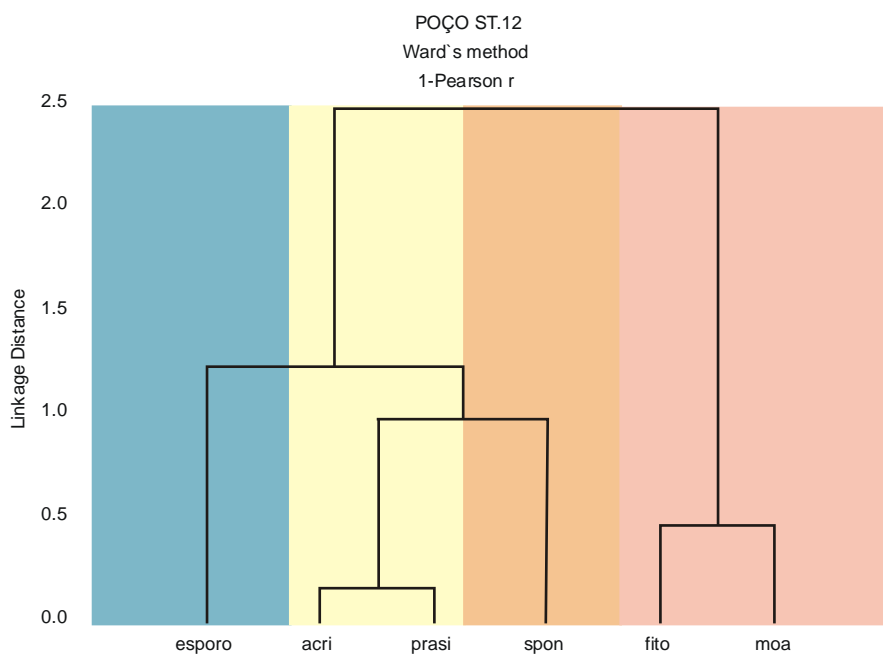


Figura 34: Dendrograma produzido pela análise de agrupamento modo-R para os grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica do poço ST-12.

Para o poço SM-IST-4 observou-se a separação em quatro subgrupos (1- esporos; 2- Acritarca, *Spongiophyton*; 3- Fitoclasto, prasinófito; 4 - MOA). (tabela 31 e figuras 35).

Tabela 31: Resultados dos subgrupos obtidos pela análise de agrupamento modo-R para a sondagem SM-IST-4.

Poço SM-IST-4	
Subgrupos	Componentes orgânicos
1	Esporo
2	Acritarca, <i>spongiophyton</i>
3	Fitoclasto, prasinófito
4	MOA

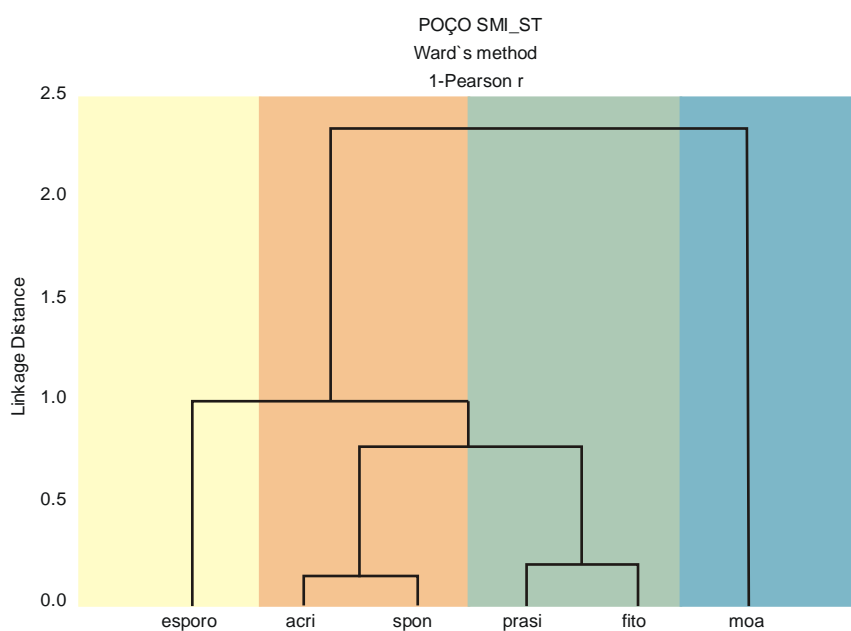


Figura 35: Dendrograma produzido pela análise de agrupamento modo-R para os grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica do poço SM-IST-4.

9.6. Matriz de correlação utilizando o coeficiente *r*-Pearson

Através da matriz de correlação (tabelas 32, 33, 34 e 35) utilizando o coeficiente *r*-Pearson (1/-1), onde os valores mais próximos de +1 correspondem a correlações mais positivas e valores próximos de -1 a correlações menos positivas, pode-se observar que os componentes orgânicos com mesmas tendências de distribuição (tendências proximal-distal e equivalência hidrodinâmica) apresentaram de maneira coerente correlações positivas, ou seja, próximo de 1 ou vice-versa.

Tabela 32: Correlação de matrizes (coeficiente *r*-Pearson) para a sondagem VL-03.

Poço VL-03						
Variável	MOA	Fitoclasto	<i>Spongiophyton</i>	Esporo	Prasinófito	Acritarca
MOA	1,00	-0,74	-0,16	-0,35	0,63	0,86
Fitoclasto	-0,74	1,00	-0,03	-0,24	-0,72	-0,79
<i>Spongiophyton</i>	-0,16	-0,03	1,00	-0,29	-0,32	0,29
Esporo	-0,35	-0,24	-0,29	1,00	0,28	-0,37
Prasinófito	0,63	-0,72	-0,32	0,28	1,00	0,42
Acritarca	0,86	-0,79	0,29	-0,37	0,42	1,00

Tabela 33: Correlação de matrizes (coeficiente *r*-Pearson) para a sondagem PM-06.

Poço PM-06						
Variável	MOA	Fitoclasto	<i>Spongiophyton</i>	Esporo	Prasinófito	Acritarca
MOA	1,00	-0,82	-0,86	-0,95	-0,64	0,59
Fitoclasto	-0,82	1,00	0,66	0,68	0,83	-0,54
<i>Spongiophyton</i>	-0,86	0,66	1,00	0,76	0,65	-0,32
Esporo	-0,95	0,68	0,76	1,00	0,38	-0,75
Prasinófito	-0,64	0,83	0,65	0,38	1,00	0,00
Acritarca	0,59	-0,54	-0,32	-0,75	0,00	1,00

Tabela 34: Correlação de matrizes (coeficiente *r*-Pearson) para a sondagem ST-12.

Poço ST-12						
Variável	MOA	Fitoclasto	<i>Spongiophyton</i>	Esporo	Prasinófito	Acritarca
MOA	1,00	0,52	-0,27	-0,89	0,11	0,35
Fitoclasto	0,52	1,00	-0,22	-0,75	-0,64	-0,50
<i>Spongiophyton</i>	-0,27	-0,22	1,00	0,01	0,49	-0,05
Esporo	-0,89	-0,75	0,01	1,00	0,01	-0,09
Prasinófito	0,11	-0,64	0,49	0,01	1,00	0,83
Acritarca	0,35	-0,50	-0,05	-0,09	0,83	1,00

Tabela 35: Correlação de matrizes (coeficiente *r*-Pearson) para a sondagem SM-IST-4.

Poço SM-IST-4						
Variável	MOA	Fitoclasto	<i>Spongiophyton</i>	Esporo	Prasinófito	Acritarca
MOA	1,00	-0,83	-0,54	-0,87	-0,34	-0,55
Fitoclasto	-0,83	1,00	0,52	0,45	0,80	0,76
<i>Spongiophyton</i>	-0,54	0,52	1,00	0,41	0,17	0,85
Esporo	-0,87	0,45	0,41	1,00	-0,15	0,21
Prasinófito	-0,34	0,80	0,17	-0,15	1,00	0,63
Acritarca	-0,55	0,76	0,85	0,21	0,63	1,00

Notou-se que nas quatro sucessões sedimentares analisadas, os coeficientes de correlação mostraram o grau de similaridades entre os componentes orgânicos. Isto é, no geral, os componentes orgânicos com tendências de distribuição em fácies mais proximais apresentaram correlações positivas entre si.

Quando os coeficientes *r*-Pearson destes componentes orgânicos são analisados com os coeficientes dos demais componentes orgânicos com distribuição preferencialmente em fácies mais distais, o grau de correlação entre eles torna-se negativo

9.7. Inferências paleoambientais

As inferências paleoambientais foram baseadas na integração dos dados de palinofácies que forneceram uma estimativa das tendências paleoambientais e tendências proximais-distais.

Foram utilizados o diagrama ternário que representa os dados percentuais dos 3 principais grupos de componentes da matéria orgânica de Tyson (1993), onde há 9 campos de palinofácies com seus respectivos paleoambientes (figura 36 e tabela 36) e o esquema de representação diagramática de palinomorfos modificado de Turnau e Racki (1999) (figura 37 e tabela 37).

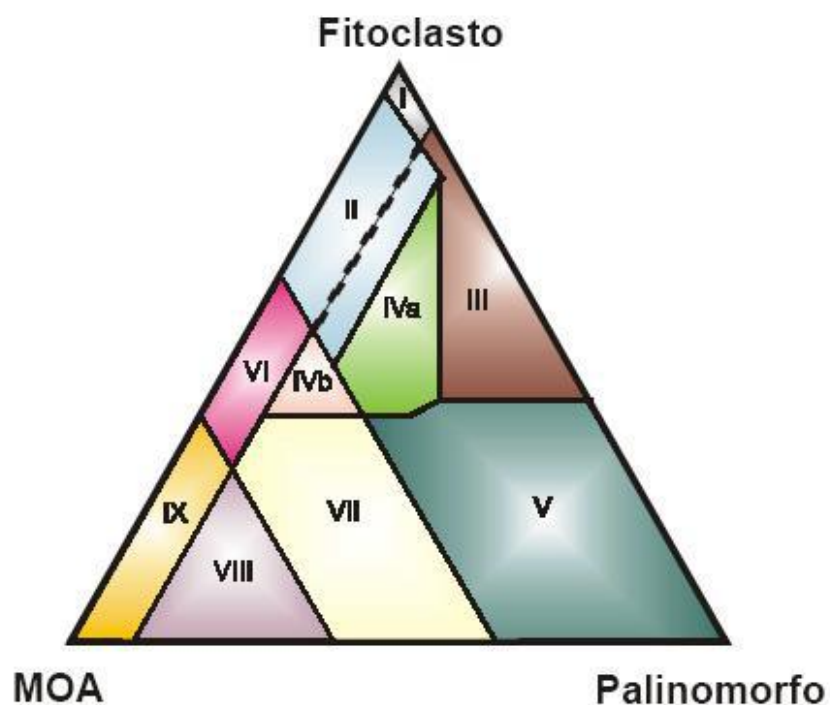


Figura 36: Diagrama ternário com os campos de palinofácies definido pelos valores percentuais dos três principais grupos de componentes da matéria orgânica (Tyson, 1993).

Tabela 36: *Paleoambientes definidos pelos campos de palinofácies para sedimentos marinhos (Tyson, 1993) relacionado no diagrama da figura 35.*

Campos de palinofácies distinguidos pelo diagrama ternário FIT-MOA-PALIN	Características da matéria orgânica
I – bacia ou plataforma altamente proximal	Alto suprimento de fitoclasto dilui todos os outros componentes.
II – bacia marginal desóxica-anóxica	MOA diluída pelo alto suprimento de fitoclastos, mas com moderada a boa preservação de MOA. Quantidade de COT marinho depende do estado redox da bacia.
III – Plataforma óxica heterolítica (“plataforma proximal”)	Geralmente baixa taxa de preservação de MOA, abundância absoluta de fitoclastos depende da proximidade de fontes flúvio-deltaicas. Oxidação e retrabalhamento comuns.
IV- Transição plataforma-bacia	Transição da plataforma para a bacia (por exemplo: aumento da subsidência/profundidade da lâmina d’água) ou espaço (por exemplo: talude); Abundância absoluta de fitoclastos depende da proximidade da fonte e do grau de deposição. Quantidade de COT marinho depende do estado redox da bacia. IVa: desóxico. IVb: subóxico-anóxico.
V - Plataforma óxica dominada por lama (“plataforma distal”)	Baixa a moderada MOA (normalmente degradada). Palinomorfos abundantes. Margas de coloração clara bioturbadas são comuns.
VI – Plataforma proximal subóxica-anóxica	Boa taxa de preservação de MOA (condições redutoras na bacia). Conteúdo absoluto de fitoclastos deve ser moderado a alto devido ao input de turbiditos e/ou proximidade da fonte.
VII – “Plataforma” distal desóxica-anóxica	Moderada a boa taxa de preservação de MOA, baixo a moderado conteúdo de palinomorfos. Lamitos escuros bioturbados são comuns.
VIII – Plataforma distal desóxica-óxica	MOA dominante, excelente taxa de preservação de MOA. Baixo a moderado conteúdo de palinomorfos. Folhelhos ricos em matéria orgânica são depositados sob condições de coluna d’água estratificada.
IX- Bacia distal subóxica-anóxica	MOA dominante. Baixo conteúdo de palinomorfos. Frequentemente rico em alginitas. Depósitos de águas profundas ou depósitos de condições de coluna d’água estratificada ou sedimentos de bacia faminta.
<p>Conceitos:</p> <p>Anóxico – Refere-se a coluna de água ou sedimentos que contem menos que 0.1 ml de oxigênio / 1 de água (Demaison e Moore, 1980)</p> <p>Disóxico – Coluna de água ou sedimento contendo entre 0.2 e 2.0 ml de oxigênio / 1 de água (Tyson e Pearson, 1991).</p> <p>Óxico – Coluna de água oxigenada ou sedimentos contendo mais de 2.0 ml oxigênio / 1 de água (Tyson e Pearson, 1991)</p> <p>Subóxico - Coluna de água ou sedimento contendo de 0 a 0.2 ml oxigênio / 1 de água. (Tyson e Pearson, 1991)</p>	

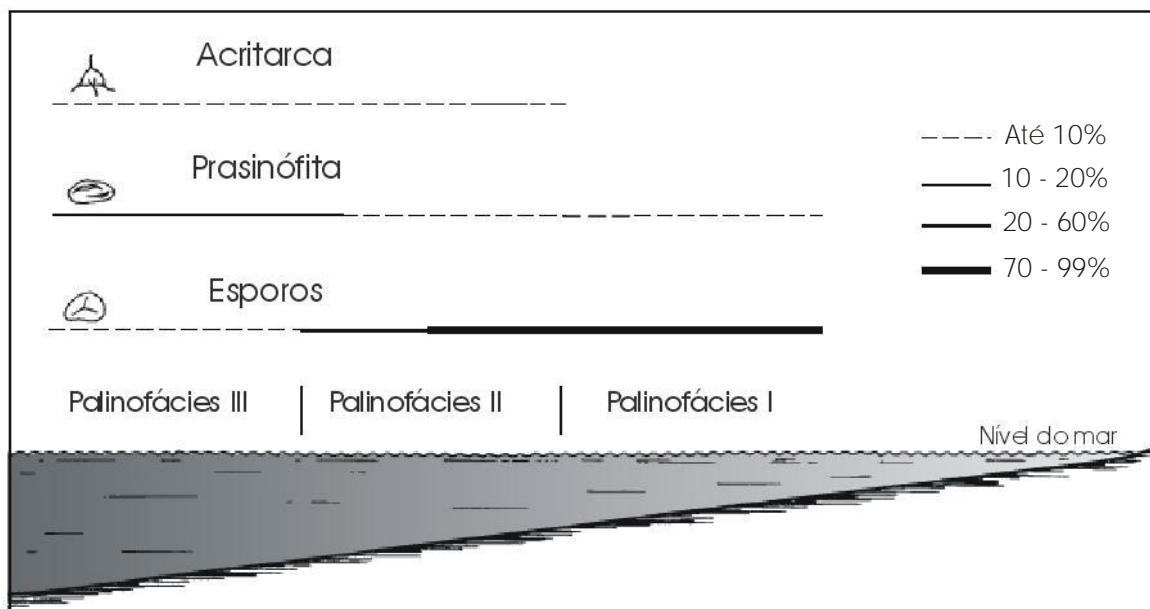


Figura 37: Representação diagramática de palinófitas modificada de Turnau e Racki (1999).

Tabela 37: Palinofácies definidas pelo diagrama de palinófitas modificada de Turnau e Racki (1999).

	Características de distribuição dos palinófitas
Palinofácies I	Caracterizada pela dominância de esporos e pela baixa percentagem de acritarcas e prasinófitas. Paleoambiente proximal (plataforma).
Palinofácies II	Os esporos aparecem com mais de 20%, acritarcas e prasinófitas representam mais de 10% dos palinófitas. Paleoambiente intermediário (plataforma).
Palinofácies III	Baixa percentagem de esporos (<20%), e alta percentagem de acritarcas e prasinófitas. Paleoambiente distal (plataforma-bacia).

No testemunho de sondagem VL-03 as amostras concentram-se nos campos III e V. O campo III corresponde ao paleoambiente de plataforma óxica (plataforma proximal). O campo V é caracterizado por um paleoambiente de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal). (figura 38).

O topo da seção corresponde a palinofácies II (paleoambiente intermediário) e a base a palinofácies I (paleoambiente proximal) do diagrama de palinomorfos modificado de Turnau e Racki (1999).

Devido o percentual de esporomorfos no poço VL-03 contribuir com a maior parte do elevado percentual de palinomorfos (tabela 10) e o diagrama ternário de Tyson (1993) não contemplar essa particularidade, embora todos os resultados estejam sendo plotados nesse diagrama, é a representação diagramática de palinomorfos modificado de Turnau e Racki (1999) que melhor representará a caracterização paleoambiental.

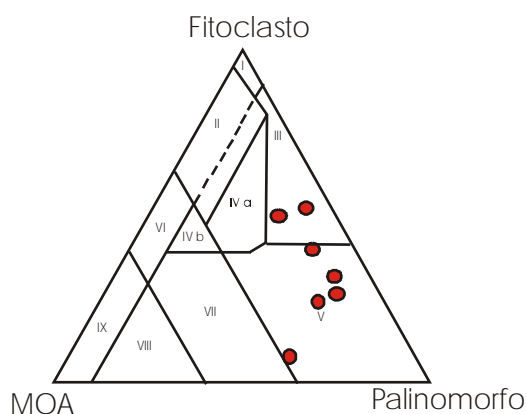


Figura 38: Diagrama ternário FITO-MOA-PALINO com os campos de palinofácies (Tyson, 1993) do poço VL-03.

A seção estratigráfica foi dividida em cinco intervalos, os quais foram definidos pela análise da disposição das amostras do poço VL-03 no diagrama ternário com os campos de palinofácies. (figura 39)

VL-03

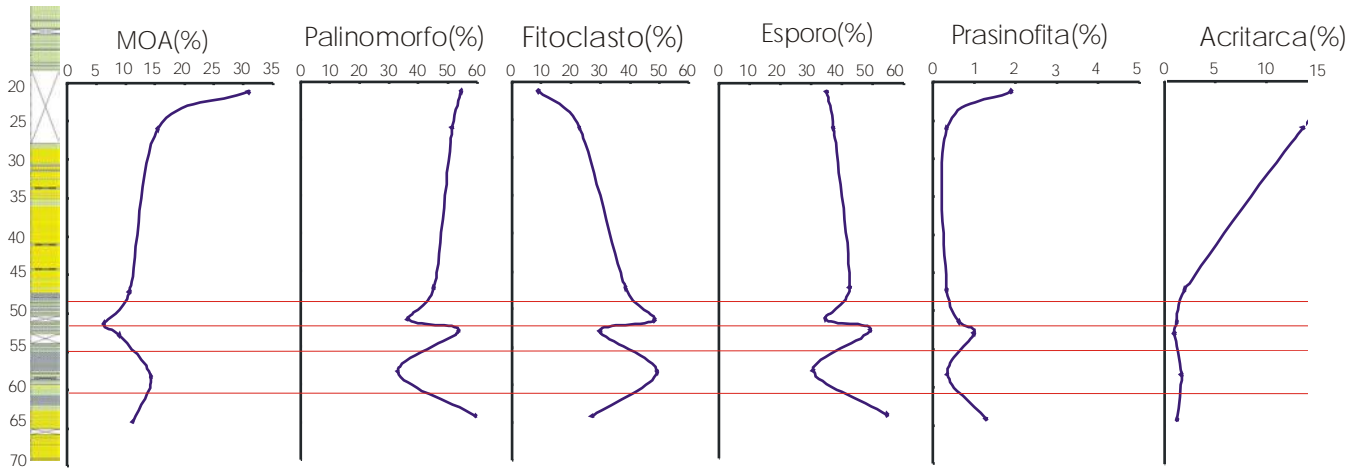


Figura 39: Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação à matéria orgânica com as subdivisões dos intervalos definidos pelo diagrama ternário com os campos de palinofácies do poço VL

Intervalo 1 - Amostras: VL-03.1, VL-03.2, VL-03.4

Neste intervalo as amostras concentram-se no campo V do diagrama ternário com os campos de palinofácies que corresponde a um paleoambiente de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal) e é evidenciado pela elevada média percentual de palinomorfos (54,25%), a média percentual de MOA e fitoclastos é de 20,40% e 25,35%, respectivamente. (tabela 38). Esta média percentual alta de palinomorfos é devido aos elevados valores percentuais de esporos.

De acordo com a representação diagramática modificada de Turnau e Racki as amostras VL-03.1, VL-03.2 correspondem a palinofácies II (paleoambiente intermediário) e a amostra de VL-03.4 corresponde a palinofácies I (paleoambiente proximal).

Tabela 38: Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo I do poço VL-03.

Média do intervalo I	Palinomorfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)
	54,25	25,35	20,40

Intervalo 2 - Amostra: VL-03.3

A amostra que corresponde a este intervalo localiza-se no campo III do diagrama ternário com os campos de palinofácies que corresponde a um paleoambiente de plataforma óxica (plataforma proximal) e é evidenciado pela elevada média percentual de fitoclastos (53,10%), a média de palinomorfos também é alta (40,00%) e a de MOA é de 6,90%. (tabela 39).

De acordo com a representação diagramática modificada de Turnau e Racki as amostra VL-03.3 corresponde a palinofácies I (paleoambiente proximal).

Tabela 39: Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo II do poço VL-03.

Mediado intervalo II	Palinomorfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)
	40,00	53,10	6,90

Intervalo 3 - Amostra: VL-03.5

A amostra correspondente a este intervalo localiza-se no campo V do diagrama ternário com os campos de palinofácies que corresponde a um paleoambiente de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal) e é evidenciado pela elevada média percentual de palinomorfos (58,01%), média percentual de fitoclastos e MOA é de 32,38% e 9,61%, respectivamente. (tabela 40). Esta média percentual alta de palinomorfos é devido aos elevados valores percentuais de esporos.

De acordo com a representação diagramática modificada de Turnau e Racki as amostra VL-03.5 corresponde a palinofácies I (paleoambiente proximal).

Tabela 40: Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo III do poço VL-03.

Média do intervalo III	Palinomorfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)
	58,01	32,38	9,61

Intervalo 4 – Amostras: VL-03.6

A amostra que corresponde a este intervalo localiza-se no campo III do diagrama ternário com os campos de palinofácies que corresponde a um paleoambiente de plataforma óxica (plataforma proximal) e é caracterizado pela elevada média percentual de fitoclastos (51,03%), a média percentual de palinomorfos e MOA é de 34,14% e 14,83%, respectivamente. (tabela 41).

De acordo com a representação diagramática modificada de Turnau e Racki as amostra VL-03.6 corresponde a palinofácies I (paleoambiente proximal).

Tabela 41: Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo IV do poço VL-03.

Média do intervalo IV	Palinomorfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)
	34,14	51,03	14,83

Intervalo 5 - Amostras: VL-03.7

A amostra correspondente a este intervalo localiza-se no campo V do diagrama ternário com os campos de palinofácies que corresponde a um paleoambiente de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal) e é evidenciado pela elevada média percentual de palinomorfos (60,66%), a média percentual de fitoclastos e MOA é de 27,87% e 11,48%, respectivamente. (tabela 42). Os elevados valores percentuais de esporos são os responsáveis pela alta média percentual de palinomorfos .

De acordo com a representação diagramática modificada de Turnau e Racki as amostra VL-03.7 corresponde a palinofácies I (paleoambiente proximal).

Tabela 42: *Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo V do poço VL-03.*

Média do intervalo V	Palinomorfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)
	60,66	27,87	11,48

No testemunho de sondagem PM-06 as amostras concentram-se nos campos V e VIII. O campo V corresponde ao paleoambiente de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal). O campo VIII é caracterizado por um paleoambiente de plataforma distal desóxica-óxica. (figura 40).

O topo da seção corresponde a palinofácies II (paleoambiente intermediário) e a base a palinofácies I (paleoambiente proximal) do diagrama de palinomorfos modificado de Turnau e Racki (1999).

Devido o percentual de esporomorfos no poço PM-06 contribuir com a maior parte do elevado percentual de palinomorfos (tabela 12) e o diagrama ternário de Tyson (1993) não contemplar essa particularidade, embora todos os resultados estejam sendo plotados nesse diagrama, é a representação diagramática de palinomorfos modificado de Turnau e Racki (1999) que melhor representará a caracterização paleoambiental.

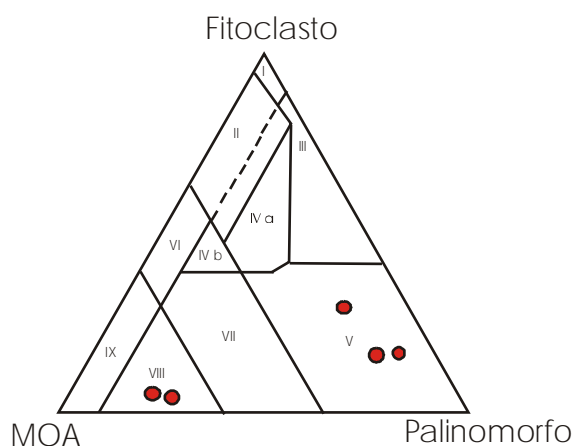


Figura 40: Diagrama ternário FITO-MOA-PALINO com os campos de palinofácies (Tyson, 1993) do poço PM-06.

A seção estratigráfica foi dividida em dois intervalos, os quais foram definidos pela análise da disposição das amostras do poço PM-06 no diagrama ternário com os campos de palinofácies. (figura 41)

PM-06

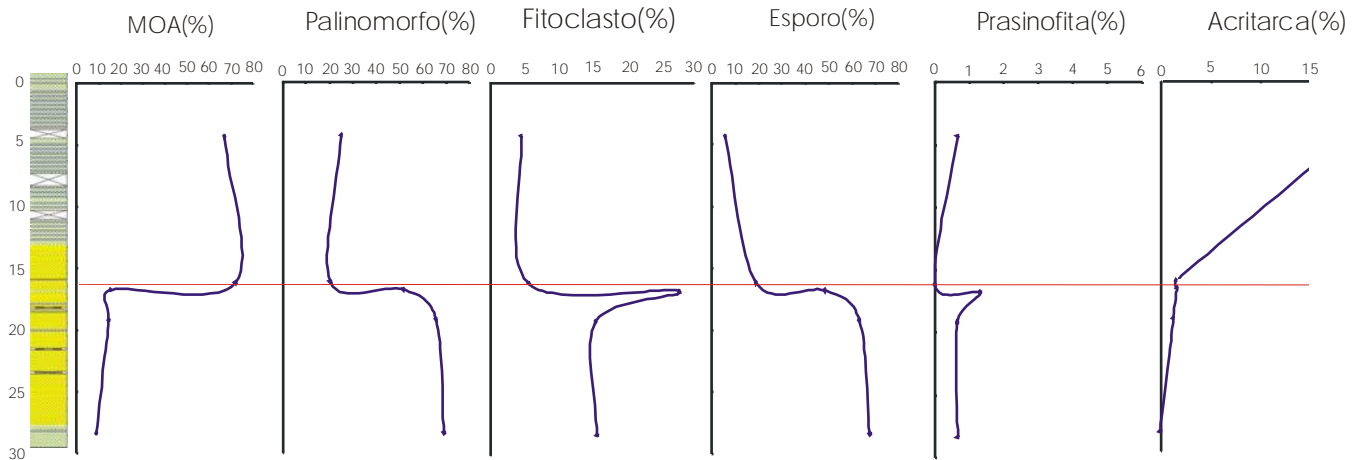


Figura 41: Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação a matéria orgânica com as subdivisões dos intervalos definidos pelo diagrama ternário com os campos de palinofácies do poço PM

Intervalo 1 – Amostras: PM-06.8 e PM-06.9

Neste intervalo as amostras concentram-se no campo VIII do diagrama ternário com os campos de palinofácies que corresponde a um paleoambiente de plataforma distal desóxica-óxica e é evidenciado pela elevada média percentual de MOA (71,37%), a média percentual de palinomorfos e fitoclastos é de 23,39% e 5,24%, respectivamente. (tabela 43).

De acordo com a representação diagramática modificada de Turnau e Racki a amostra PM-06.8 corresponde a palinofácies II (paleoambiente intermediário) e a amostra de PM-06.9 corresponde a palinofácies I (paleoambiente proximal).

Tabela 43: *Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo I do poço PM-06.*

Média do intervalo I	Palinomorfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)
	23,39	5,24	71,37

Intervalo 2 - Amostras: PM-06.10, PM-06.11, PM-06.12

Neste intervalo as amostras concentram-se no campo V do diagrama ternário com os campos de palinofácies que corresponde a um paleoambiente de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal). Este intervalo é evidenciado pela elevada média percentual de palinomorfos (65,61%), a média percentual de MOA é de 13,62% e a de fitoclastos é de 20,77%. (tabela 44). Esta média percentual alta de palinomorfos é devido aos elevados valores percentuais de esporos.

De acordo com a representação diagramática modificada de Turnau e Racki as amostras PM-06.10, PM-06.11, PM-06.12 correspondem a palinofácies I (paleoambiente proximal).

Tabela 44: *Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo II do poço PM-06.*

Média do intervalo II	Palinomorfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)
	65,61	20,77	13,62

No testemunho de sondagem ST-12 as amostras concentram-se no campo V. O campo V corresponde ao paleoambiente de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal). Há também influência do campo VII no poço ST-12, o campo VII é caracterizado por um paleoambiente de plataforma distal desóxica-anóxica. (figura 42).

A seção corresponde a palinofácies I (paleoambiente proximal) do diagrama de palinomorfos modificado de Turnau e Racki (1999).

Devido o percentual de esporomorfos no poço ST-12 contribuir com a maior parte do elevado percentual de palinomorfos (tabela 14) e o diagrama ternário de Tyson (1993) não contemplar essa particularidade, embora todos os resultados estejam sendo plotados nesse diagrama, é a representação diagramática de palinomorfos modificado de Turnau e Racki (1999) que melhor representará a caracterização paleoambiental.

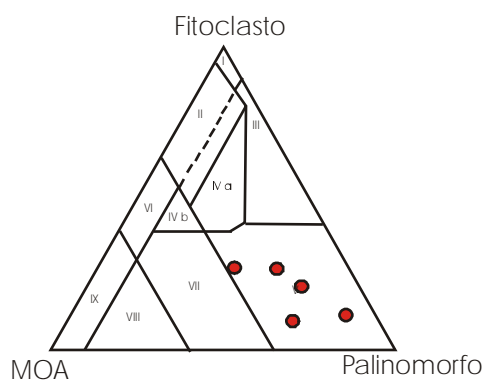


Figura 42: Diagrama ternário FITO-MOA-PALINO com os campos de palinofácies (Tyson, 1993) do poço ST-12.

A seção estratigráfica foi dividida em dois intervalos, os quais foram definidos pela análise da disposição das amostras do poço ST-12 no diagrama ternário com os campos de palinofácies (figura 43).

ST-12

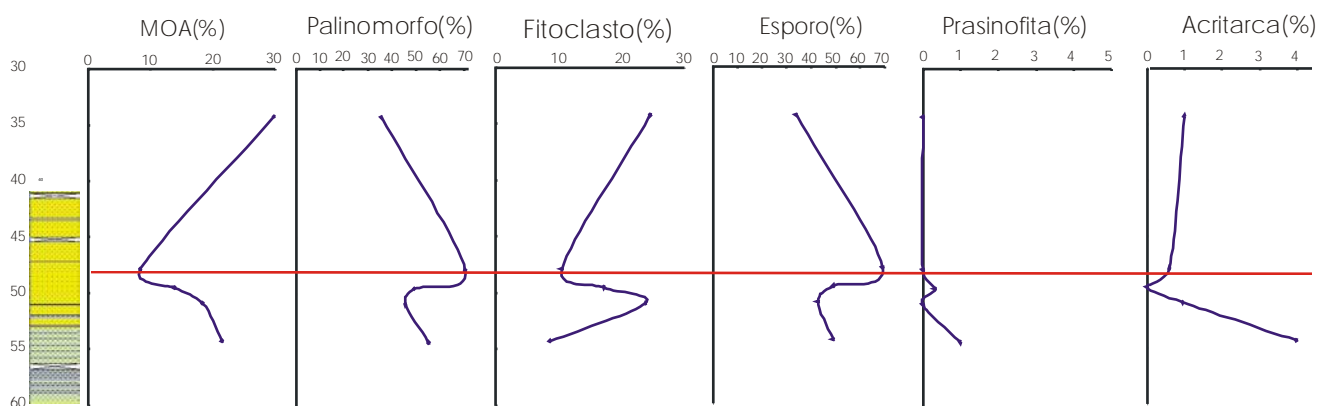


Figura 43: Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação a matéria orgânica com as subdivisões dos intervalos definidos pelo diagrama ternário com os campos de palinofácies do poço ST

Intervalo 1 - Amostras: ST-12.13 e ST-12.14

Neste intervalo as amostras recebem influencia dos campos V e VII do diagrama ternário com os campos de palinofácies que correspondem aos paleoambientes de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal) e de plataforma distal desóxica-anóxica, respectivamente. O intervalo é caracterizado pela elevada média percentual de palinomorfos (59,17%), a média percentual de fitoclastos e de MOA é de 19,53% e 21,30%, respectivamente. (tabela 45). Os elevados valores percentuais de esporos são os responsáveis pela alta média percentual de palinomorfos.

De acordo com a representação diagramática modificada de Turnau e Racki as amostras ST-12.13 e ST-12.14 correspondem a palinofácies I (paleoambiente proximal).

Tabela 45: Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo I do poço ST-12.

Média do intervalo I	Palinomorfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)
	59,17	19,53	21,30

Intervalo 2 - Amostra: ST-12.15, ST-12.16 e ST-12.17

Neste intervalo as amostras concentram-se no campo V do diagrama ternário com os campos de palinofácies que corresponde a um paleoambiente de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal). Este intervalo é evidenciado pela elevada média percentual de palinomorfos (59,34%), a média percentual de MOA e fitoclastos são semelhantes e possuem valores de 21,14% e 19,52%, respectivamente. (tabela 46). Esta média percentual alta de palinomorfos é devido aos elevados valores percentuais de esporos.

De acordo com a representação diagramática modificada de Turnau e Racki as amostras ST-12.15, ST-12.16 e ST-12.17 correspondem a palinofácies I (paleoambiente proximal).

Tabela 46: *Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo II do poço ST-12.*

Média do intervalo II	Palinomorfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)
	59,34	19,52	21,14

No testemunho de sondagem SM-IST-4 as amostras concentram-se nos campos V, VII e VIII. O campo V corresponde ao paleoambiente de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal). O campo VII é caracterizado por um paleoambiente de plataforma distal desóxica-anóxica. O campo VIII é apontado como um paleoambiente de plataforma distal desóxica-óxica (figura 44).

A seção corresponde a palinofácies I (paleoambiente proximal), porém possui uma amostra com influência da palinofácies III (paleoambiente distal), devido a grande quantidade de prasinófitas, do diagrama de palinomorfos modificado de Turnau e Racki (1999).

Devido o percentual de esporomorfos no poço SM-IST-4 contribuir com a maior parte do elevado percentual de palinomorfos (tabela 16) e o diagrama ternário de Tyson (1993) não contemplar essa particularidade, embora todos os resultados estejam sendo plotados nesse diagrama, é a representação diagramática de palinomorfos modificado de Turnau e Racki (1999) que melhor representará a caracterização paleoambiental.

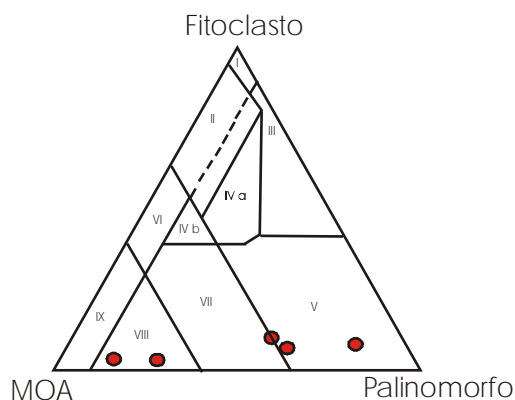


Figura 44: Diagrama ternário FITO-MOA-PALINO com os campos de palinofácies (Tyson, 1993) do poço SM-IST-4.

A seção estratigráfica foi dividida em dois intervalos, os quais foram definidos pela análise da disposição das amostras do poço SM-IST-4 no diagrama ternário com os campos de palinofácies (figura 45).

SM-IST-4

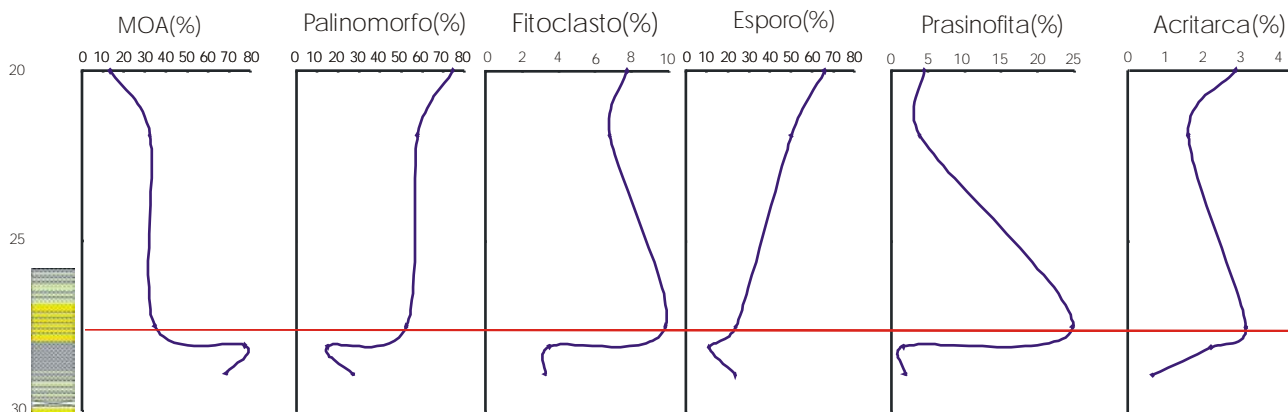


Figura 45: Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação a matéria orgânica com as subdivisões dos intervalos definidos pelo diagrama ternário com os campos de palinofácies do poço SM

Intervalo 1 - Amostras: SM-IST-4.18, SM-IST-4.19 e SM-IST-4.20

Neste intervalo as amostras correspondem ao campo V, porém também recebe influencia do campo VII do diagrama ternário com os campos de palinofácies. Os paleoambientes correspondentes são os de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal) e de plataforma distal desóxica-anóxica, respectivamente. O intervalo é caracterizado pela elevada média percentual de palinomorfos (63,87%), a MOA e o grupo dos fitoclastos possuem média percentual de 27,72% e 8,41%, respectivamente. (tabela 47). Os elevados valores percentuais de esporos são os responsáveis pela alta média percentual de palinomorfos.

De acordo com a representação diagramática modificada de Turnau e Racki as amostras SM-IST-4.18 e SM-IST-4.19 correspondem a palinofácies I (paleoambiente proximal) e a amostra de SM-IST-4.20 corresponde a palinofácies III (paleoambiente distal).

Tabela 47: Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo I do poço SM-IST-4.

Média do intervalo I	Palinomorfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)
	63,87	8,41	27,72

Intervalo 2 - Amostra: SM-IST-4.21 e SM-IST-4.22

Neste intervalo as amostras concentram-se no campo VIII do diagrama ternário com os campos de palinofácies que corresponde a um paleoambiente de plataforma distal desóxica-óxica. O intervalo é caracterizado pela elevada média percentual de MOA (74,95%), a média percentual de palinomorfos é de 21,59% e a média percentual de fitoclastos é baixa (3,46%), conforme a tabela 48.

De acordo com a representação diagramática modificada de Turnau e Racki as amostras SM-IST-4.21 e SM-IST-4.22 correspondem a palinofácies I (paleoambiente proximal).

Tabela 48: *Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo II do poço SM-IST-4.*

Média do intervalo II	Palinomorfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)
	21,59	3,46	74,95

No testemunho de sondagem CT-02 as amostras concentram-se nos campos III, IVa, IVb e V. O campo III corresponde ao paleoambiente de plataforma óxica (plataforma proximal). O campo IV é caracterizado por um paleoambiente de transição plataforma - bacia (IVa- desóxico, IVb- subóxico-anóxico). O campo V tem as características de um paleoambiente de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal). (figura 46).

Neste poço não houve a subdivisão dos palinomorfos devido ao alto grau de maturidade térmica, portanto não se fez a análise segundo o diagrama proposto por Turnau e Racki.

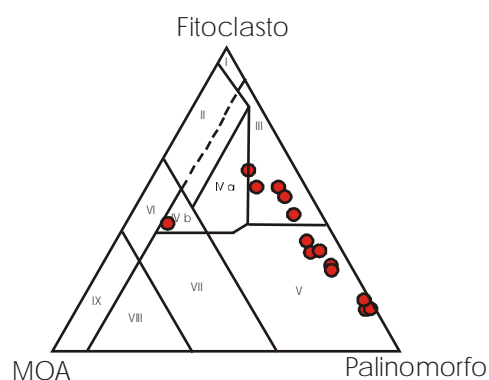


Figura 46: Diagrama ternário FITO-MOA-PALINO com os campos de palinofácies (Tyson, 1993) do poço CT-02.

A seção estratigráfica foi dividida em seis intervalos, os quais foram definidos pela análise da disposição das amostras do poço CT-02 no diagrama ternário com os campos de palinofácies (figura 47).

CT-02

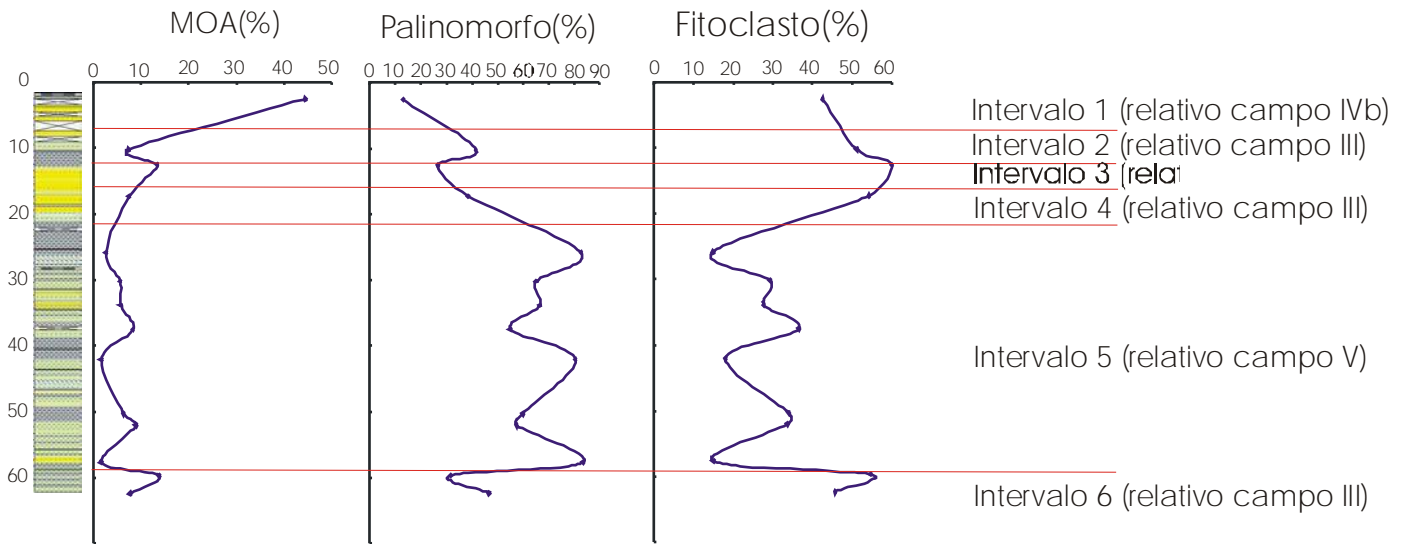


Figura 47: Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação a matéria orgânica com as subdivisões dos intervalos definidos pelo diagrama ternário com os campos de palinofácies do poço CT

Intervalo 1 - Amostra: CT-02.23

A amostra que corresponde a este intervalo localiza-se no campo IVb do diagrama ternário com os campos de palinofácies que corresponde a um paleoambiente de transição plataforma-bacia subóxico-anóxico. Neste intervalo as médias percentuais de MOA e fitoclastos são semelhantes, 44,44% e 42,59 %, respectivamente. A média percentual de palinomorfos é de 12,96%. (tabela 49).

Tabela 49: Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo I do poço CT-02.

Média do intervalo I	Palinomorfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)
	12,96	42,59	44,44

Intervalo 2 - Amostra: CT-02.24

A amostra que corresponde a este intervalo localiza-se no campo III do diagrama ternário com os campos de palinofácies que corresponde a um paleoambiente de plataforma óxica (plataforma proximal). Este intervalo é evidenciado pela elevada média percentual de fitoclastos (51,12%), a média percentual de palinomorfos também é alta (41,53%) e a média de MOA é de 7,35%. (tabela 50).

Tabela 50: Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo II do poço CT-02.

Média do intervalo II	Palinomorfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)
	41,53	51,12	7,35

Intervalo 3 - Amostra: CT-02.25

A amostra que corresponde a este intervalo recebe influência dos campos III e IVa do diagrama ternário com os campos de palinofácies que correspondem aos paleoambientes de plataforma óxica (plataforma proximal) e de transição plataforma - bacia desóxico, respectivamente. Este intervalo é caracterizado por

uma elevada média percentual de fitoclastos (60,00%), a média percentual de palinórfos é de 26,67% e a de MOA é de 13,33. (tabela 51).

Tabela 51: Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo III do poço CT-02.

Média do intervalo III	Palinórfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)
	26,67	60,00	13,33

Intervalo 4 – Amostra: CT-02.26

A amostra que corresponde a este intervalo localiza-se no campo III do diagrama ternário com os campos de palinofácies que corresponde a um paleoambiente de plataforma óxica (plataforma proximal). Este intervalo é evidenciado pela elevada média percentual de fitoclastos (54,17%), a média percentual de palinórfos e de MOA é de 38,39% e 7,44%, respectivamente. (tabela 52).

Tabela 52: Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo IV do poço CT-02.

Média do intervalo IV	Palinórfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)
	38,39	54,17	7,44

Intervalo 5 - Amostras: CT-02.43, CT-02.44, CT-02.45, CT-02.46, CT-02.47, CT-02.48, CT-02.49 e CT-02.50

Neste intervalo as amostras concentram-se no campo V do diagrama ternário com os campos de palinofácies que corresponde a um paleoambiente de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal). Este intervalo é caracterizado por uma elevada média percentual de palinórfos (68,73%), a média percentual de fitoclastos é de 26,15% e a média de MOA é baixa (5,12%) conforme a tabela 52. Esta média percentual alta de palinórfos é devido aos elevados valores percentuais de esporos. (tabela 53)

Tabela 53: Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo V do poço CT-02.

Média do intervalo V	Palinomorfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)
	68,73	26,15	5,12

Intervalo 6 – CT-02.41 e CT-02.42

Neste intervalo as amostras concentram-se no campo III do diagrama ternário com os campos de palinofácies que corresponde a um paleoambiente de plataforma óxica (plataforma proximal). Este intervalo possui elevada média percentual de fitoclastos (50,17%), a média percentual de MOA é de 10,72% e a média percentual do grupo dos palinomorfos é de 39,11%. (tabela 54).

Tabela 54: Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo VI do poço CT-02.

Média do intervalo VI	Palinomorfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)
	39,11	50,17	10,72

No testemunho de sondagem PM-10 as duas amostras concentram-se no campo IX. O campo IX corresponde ao paleoambiente de bacia distal subóxida-anóxida. (figura 48).

Neste poço não foi feita a análise segundo o diagrama proposto por Turnau e Racki pois o grupo dos palinomorfos apresenta-se com menos de 10% do total da matéria orgânica.

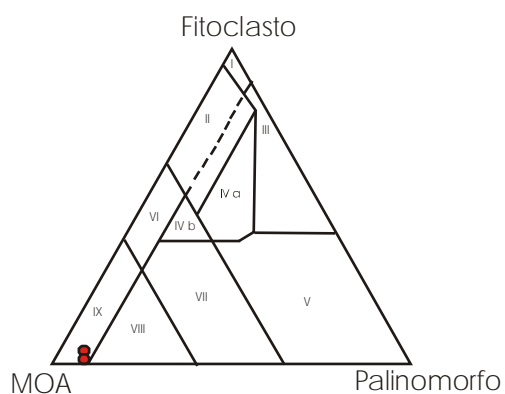


Figura 48: Diagrama ternário FITO-MOA-PALINO com os campos de palinofácies (Tyson, 1993) do poço PM-10.

A seção estratigráfica é representada por um intervalo, o qual foi definido pela análise da disposição das amostras do poço PM-10 no diagrama ternário com os campos de palinofácies (figura 49).

PM-10

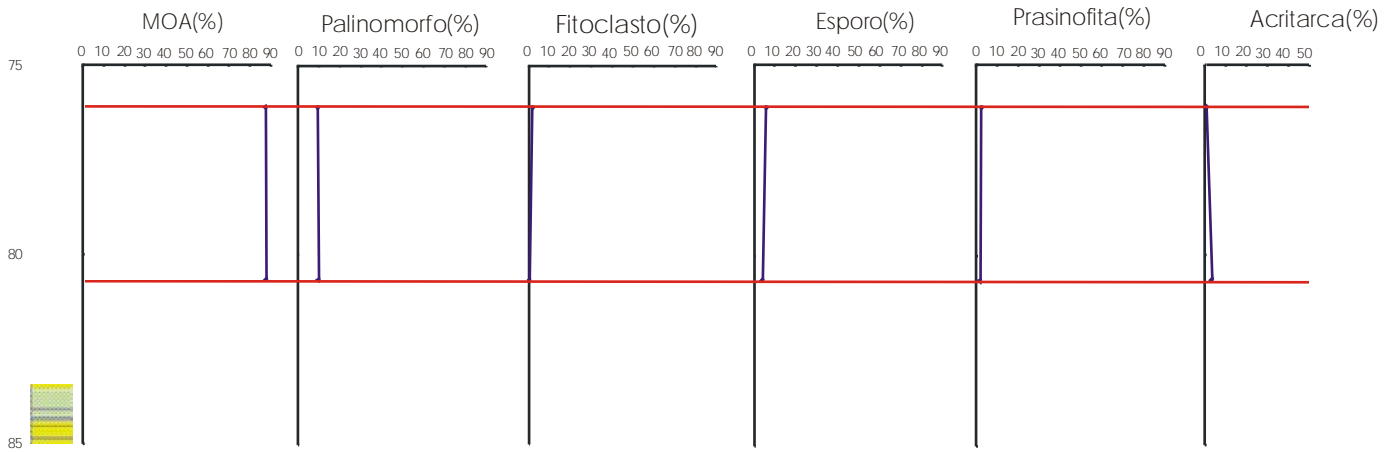


Figura 49: Distribuição dos valores percentuais dos grupos e subgrupos de componentes da matéria orgânica em relação a matéria orgânica com as subdivisões dos intervalos definidos pelo diagrama ternário com os campos de palinofácies do poço PM

Intervalo 1 - Amostras: PM-10.27 e PM-10.28

Neste intervalo as amostras concentram-se no campo IX do diagrama ternário com os campos de palinofácies, que corresponde a um paleoambiente de bacia distal subóxida-anóxida. Este intervalo é evidenciado pela elevadíssima média percentual de MOA (89,15%), a média percentual de palinomorfos é de 9,70% e os raros fitoclastos aparecem com apenas 1,15% da matéria orgânica total do intervalo. (tabela 55).

Tabela 55: Valores percentuais médios dos 3 grupos de componentes da matéria orgânica no intervalo I do poço PM-10.

Média do intervalo I	Palinomorfos(%)	Fitoclastos(%)	MOA(%)
	9,70	1,15	89,15

10. CONCLUSÕES

A análise de palinofácies realizada envolveu o exame qualitativo e quantitativo da assembléia dos componentes da matéria orgânica particulada em quarenta e quatro lâminas organopalinológicas confeccionadas de amostras de sete seções sedimentares da borda leste da bacia do Parnaíba, e de acordo com os objetivos propostos neste estudo conclui-se:

Para o conjunto de amostras dos poços VL-03, PM-06, ST-12, SM-IST-4 e CT-02 observou-se o predomínio do grupo palinomorfo, representado principalmente por esporos, além de microplâncton de parede orgânica marinho (prasinófitas e acritarcas) e algas de água doce do gênero *Botryococcus*. O grupo dos fitoclastos (cutículas, membranas, fitoclastos não opacos e fitoclastos opacos) e a matéria orgânica amorfa alternam-se como segundo grupo em dominância.

Nas amostras do poço CT-01 não foi possível se fazer o exame qualitativo, isto é, não se pode reconhecer os diversos componentes da matéria orgânica, pois as amostras encontram-se com elevado grau de evolução térmica.

Nas amostras do poço PM-10 verificou-se a grande predominância do grupo da MOA com aproximadamente 90% do total da matéria orgânica, o segundo grupo em dominância foi o de palinomorfos (aproximadamente 9%).

O grau de evolução térmica foi obtido pelo Índice de Coloração dos Esporos (ICE), que determinou de um modo geral um baixo estágio de evolução térmica (maturação) da matéria orgânica presente nas amostras das seções analisadas, o que demonstra um baixo grau de diagênese pelo processo natural de aumento de temperatura conseqüente do aumento da profundidade de soterramento. No entanto, nas amostras que apresentam um elevado estágio de evolução térmica, o efeito térmico foi proporcionado pela proximidade de intrusivas ígneas.

Através da análise do diagrama ternário com os campos de palinofácies de Tyson (1993) e da representação diagramática modificada de Turnau e Racki (1999) pode-se obter as seguintes conclusões:

O poço VL-03 foi dividido, baseado no diagrama ternário com os campos de palinofácies de Tyson (1993), em cinco intervalos que correspondem aos paleoambientes de plataforma óxica (plataforma proximal) e plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal). De acordo com a representação diagramática modificada de Turnau e Racki (1999), o topo da seção corresponde a palinofácies II (paleoambiente intermediário) e a base, a palinofácies I (paleoambiente proximal).

O poço PM-06 foi dividido, baseado no diagrama ternário com os campos de palinofácies de Tyson (1993), em dois intervalos que correspondem aos paleoambientes de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal) e de plataforma distal desóxica-óxica. De acordo com a representação diagramática modificada de Turnau e Racki (1999), o topo da seção corresponde a palinofácies II (paleoambiente intermediário) e a base, a palinofácies I (paleoambiente proximal).

O poço ST-12 foi dividido, baseado no diagrama ternário com os campos de palinofácies de Tyson (1993), em dois intervalos que correspondem aos paleoambientes de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal) e de plataforma distal desóxica-anóxica. De acordo com a representação diagramática modificada de Turnau e Racki (1999), a seção corresponde a palinofácies I (paleoambiente proximal).

O poço SM-IST-4 foi dividido, baseado no diagrama ternário com os campos de palinofácies de Tyson (1993), em dois intervalos que recebem influencia de paleoambientes de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal), de plataforma distal desóxica-anóxica e de plataforma distal desóxica-óxica. De acordo com a representação diagramática modificada de Turnau e Racki (1999), a seção corresponde a palinofácies I (paleoambiente proximal), porém possui uma amostra com influência da palinofácies III (paleoambiente distal), devido a grande quantidade de prasinófitas.

O poço CT-02 foi dividido, baseado no diagrama ternário com os campos de palinofácies de Tyson (1993), em seis intervalos que correspondem aos

paleoambientes de plataforma óxica (plataforma proximal), de transição plataforma - bacia e de plataforma óxica dominada por lama (plataforma distal).

No poço PM-10 foi reconhecido um intervalo baseado no diagrama ternário com os campos de palinofácies de Tyson (1993), que corresponde ao paleoambiente de bacia distal subóxida-anóxida.

Devido o percentual de esporomorfos contribuir com a maior parte do elevado conteúdo de palinomorfos e o diagrama ternário de Tyson (1993) não contemplar essa particularidade, embora todos os resultados estejam sendo plotados nesse diagrama, foi a representação diagramática de palinomorfos modificado de Turnau e Racki (1999) que melhor representou a caracterização paleoambiental.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, H.J.T.R.; COELHO, J.M.; FARIAS, C.E.G. (1972). *Projeto São Miguel do Tapuio*. CNEN-CPRM, Recife. 2V.
- ALBUQUERQUE, K.R.M., 2000. *Subdivisão estratigráfica da seqüência Devoniana da bacia do Parnaíba*. Tese de Mestrado, FGEL/UERJ, Rio de Janeiro. 130p.
- ANP, 2002. Agência Nacional do Petróleo. Disponível em < http://www.brazil-rounds.gov.br/round4/atividades_exploratorias/cartas_secoes/cartas/ce_paraiba.pdf >.
- ASSIS JR.,F., 2000. *New Organic Matter Isolation Procedure and Equipment*. In: LATIN AMERICAN CONGRESS ON ORGANIC GEOCHEMISTRY, 7th, Foz do Iguaçu, 2000 Anais...ALAGO, v.1, p. 355.
- BATTEN, D.J., 1973. *Use of palynologic assemblage-types in Wealden correlation*. *Palaeontology*, v. 16, p. 1-40.
- BATTEN, D.J., 1982. Palynofacies, paleoenvironments and petroleum. *Journal of Micropalaeontology*, v. 1, p. 107-14.
- BOULTER, M.C. & RIDDICK, A. 1986. *Classification and analysis of palinodebris from the Palaeocene sediments of the Forties Field*. *Sedimentology*, v. 33, p. 871-86.
- BRITO, I.M., 1979. Estratigrafia da bacia do Parnaíba I – a seqüência sedimentar inferior. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 51: 695-727.
- BUSTIN, R.M. 1988. *Sedimentology and characteristics of dispersed organic matter in Tertiary Niger Delta: origin of source rocks in a deltaic environment*. *American Association of Petroleum Geologists Bull.*, v. 72, p. 277-298.
- CAMPBELL, D.F., ALMEIDA, L.A. de, SILVA, S.O., 1949. *Relatório preliminar sobre a geologia da bacia do Maranhão*. Conselho Nacional do petróleo, Rio de Janeiro. 160p. (Boletim, 1).
- CAPUTO, M.V., 1984. *Stratigraphy, tectonics, palioclinatology and paleogeography of Northern basins of Brazil*. Tese de Doutorado, California University, Santa Barbara. 583p.
- CAROZZI, V. C., Falkenhein, F.U.H., CARNEIRO, R.G., ESTEVES, F.R., CONTREIRAS, C.J.A. , 1975. *Análise ambiental e evolução tectônica sinsedimentar da seção siluro-eocarbonífera da bacia do Maranhão*. Petrobrás, Rio de Janeiro. 2V. (Ciência-Técnica-Petróleo, Seção Exploração de Petróleo, 7).
- CARVALHO, M.A., 2001. *Paleoenvironmental reconstruction based on palynology and palynofacies analyses of Upper Aptian-Middle Albian succession from Segipe Basin, northeaster Brazil*. Tese de Doutorado, Ruprecht-Karl Heidelberg, Alemanha. 160p.

- CARVALHO, M.G.P., 1995. *Trilobitas Devonianos da bacia do Parnaíba (Formações Pimenteira, Cabeça e Longá)*. Tese de Doutorado, IGEO/UFRJ, Rio de Janeiro. 132p.
- COMBAZ, A. 1964. *Les palynofaciès*. Revue de Micropaléontologie, v. 7, p. 205-218.
- CUNHA, F.M.B., 1986. *Evolução paleozóica da bacia do Parnaíba e seu arcabouço tectônico*. Tese de Mestrado, IGEO/UFRJ, Rio de Janeiro. 107p.
- DARRELL, H.; & HART, G.F., 1970. *Environmental determinations using absolute miospore frequency Mississippi River delta*. Geological Society of America Bulletin, 81: 2513-2518.
- DELLA FÁVERA, J.C. (1990). *Tempestitos da Bacia da Parnaíba: um ensaio holístico*. Tese de Doutorado, IG/UFRGS, Porto Alegre. 243p.
- DELLA FÁVERA, J.C. (2001). *Fundamentos de estratigrafia moderna*. EdUERJ, Rio de Janeiro. 263p.
- DENISON, C. & FOWLER, R.M. 1980. *Palynological identification of facies in a deltaic environment*. In: *Proceedings of the Meeting on the Sedimentation of North Sea Reservoir Rocks*, Geilo, 1980, Norwegian Petroleum Society, Oslo, paper XII, p. 1-22.
- DURAND, B. & MONIN, J. C. (1980). *Elemental analysis of kerogens (C, H, O, N, S, Fe)*. In: DURAND, B. (ed) *Kerogen: Insoluble Organic Matter From Sedimentary Rocks*, Editions Technic, Paris, p. 113-42.
- FISHER, M.J. 1980. *Kerogen distribution and depositional environments in the Middle Jurassic of Yorkshire U.K.*. In: BHARADWAJ, D.C.; SINGH, H.P. & TIWARI, R.S. (eds) *Proceedings of the 4th International Palynological Conference, Lucknow 1976-1977*, v. 2, p. 574-80.
- FISHER, M.J. & HANCOCK, N.J. 1985. *The Scalby Formation (Middle Jurassic, Ravenscar Group) of Yorkshire: reassessment of age and depositional environment*. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, v. 45, p. 293-8.
- GENSEL, P.G.; CHALONER, W.G. & FORBES, W.H. 1991. *Spongiophyton from the late Lower Devonian of New Brunswick and Quebec, Canada*. *Paleontology*, 34:149-168.
- GÓES, A.M.O. & FEIJÓ, F.J. (1994). *Bacia do Parnaíba*. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 8:57-67.
- GÓES, A.M.O., SOUZA, J.M.P. de, TEIXEIRA, L.B. 1990. *Estágio exploratório e perspectivas petrolíferas da bacia do Parnaíba*. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 4:55-64.
- GRAHN, Y. LOBOZIAK, S., MELO, J.H.G., 2001. *Integrate miospore-chitinozoan biozonation of the Parnaíba Basin and its correlation with PETROBRAS (Müller 1962) Silurian- Lower Carboniferous palynozones*. In: Melo, J.H.G. & Terra, G. J. S. (eds) *Correlação de seqüências paleozóicas sul-americanas*, Petrobrás,

- Rio de Janeiro. P.81-89. (Ciência-Técnica-Petróleo, seção exploratória de Petróleo, 20).
- GUERRA-SOMMER, M.; DIAS-FABRÍCIO, M.E.; CAZZULO-KLEPZIG, M.; MARQUES-TOIGO, M.& PILATTI, F. 1990. *Spongiophyton and associated mico and megafossil from the Devonian of Ponta Grossa Formation, Paraná Basin, South Brazil*. In: Reunião de Paleobotânicos e Palinólogos, 7, 1990. Paleobotânica Latino América São Paulo, IG- USP, 9 (1):22.
- GUERRA-SOMMER, M.; MENDONÇA FILHO, J.G & RODRIGUES, R. 1996 a. *Application of Organic Geochemistry, Organic Petrography and Morphographic Characterization in Palaeobotanical Studies*. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 68(2):297.
- GUERRA-SOMMER, M.; MENDONÇA FILHO, J.G & RODRIGUES, R. 1996 b. *Integration of Organic Geochemistry, Petrography and Morphology in Palaeobotanical Studies: In: Congresso brasileiro de geologia, 1996*. Anais, Salvador, Bahia, 2, p.285-287.
- GUTJAHR, C. C. M. (1966). *Carbonization Measurements of Pollen Grains and Spores and their Application*. Leidse. Geol. Meded., 38. 29p.
- HABIB, D. 1982. *Sedimentary supply origin of cretaceous black shales*, In: SCHLANGER, S.O & CITA, M.B. (eds) *Nature and origin of Cretaceous Carbon-rich Facies*, Academic Press, London, p. 113-27.
- HABIB, D. 1993. *Sedimentation rate dependent distribution of organic matter in the North Atlantic Jurassic-Cretaceous*, In: SHERIDAM, R.E.; GRADSTEIN, F.M. et. al. (eds) *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, US Government Printing Office, Washington, DC, v.76, p.781-94.
- HANCOCK, N.J. & FISHER, M.J. 1981. *Middle Jurassic North Sea deltas with particular reference to Yorkshire*. In: ILLING, L.V. & HOBSON, G.D. (eds) *Petroleum Geology of the Continental Shelf of North-West Europe*, Heyden, London, p. 186-95.
- HIGHTON, P.J.C., PEARSON, A. & SCOTT, A.C. 1991. *Palynofacies and palynodebris and their use in Coal Measure palaeoecology and palaeoenvironmental analysis*. Neues Jarbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen, v. 183, p. 135-69.
- HUNT, J. W. 1987. *Relationship between microlithotype and maceral composition of coals and geological setting of coal measures in Permian Basins of Eastern Australia*. Australian Coal Geology 4, part 2. p. 484-501.
- KEGEL, W., 1953. *Contribuição para o estudo do Devoniano da bacia do Parnaíba.*, DNPM, Rio de Janeiro. 48p. (Boletim DGM, 141).
- LIMA FILHO, F.P., 1998. *As seqüências Permo-Pensilvanianas da bacia do Parnaíba*. Tese de Doutorado, IGc/USP, São Paulo.155p.
- LIMA, E.A.M. & LEITE, J.F., 1978. *Projeto estudo global dos recursos minerais da bacia sedimentar do Parnaíba*. DNPM-CPRM, Recife. 16V.

- MABESOONE, M.J., 1994. *Sedimentary basins of Northeast Brazil*. DG/CT/UFPe, Recife. 308p. (Special Publication, 2).
- MELO, H.C., 1971. *Geologia e geofísica de São Miguel do Tapuío – Piauí. Resumo Geral*. Relatório de Graduação em Geologia, DG/CT/UFPe, Recife. 58p.
- MELO, J.H.G., 2002. *Revisão da bioestratigrafia de miósporos do Devoniano – Carbonífero Inferior da bacia do Amazonas e correlação com outras bacias paleozóicas brasileiras*. Tese de doutorado, IGEO/UFRJ, Rio de Janeiro. 103p.
- MELO, J.H.G., 1988. *The Malvinocaffric Realm in the Devonian of Brazil*. In: McMillan, N.J., Embry, A.F., Glass, D.J. (eds), *The Devonian of the World*. Calgary, Canadian Society of Petroleum Geologist, p.669-703. (Memoir, 14).
- MENDONÇA FILHO, J. G., 1999. *Aplicação de estudos de palinofácies e fácies Orgânica em rochas do Paleozóico da Bacia do Paraná, Sul do Brasil*. Tese de Doutorado em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2 volumes, 338 p.
- MENDONÇA FILHO, J.G.; ALVES, L.S.R.; MENEZES, T.R., MARQUES-TOIGO, M. 2003. *Aplicação de técnicas Geoquímicas e Organopetrográficas em Estudo Paleontológico*. In . Congresso Brasileiro de Paleontologia, 2003, Anais, Brasília, p.31-32.
- MENDONÇA FILHO, J.G; CARVALHO, M.A.; MENEZES, T.R., 2002. *Palinofácies*. In: Unisinos ed. *Técnicas e procedimentos de trabalho com fósseis e formas modernas comparativas*. São Leopoldo. p. 20-24.
- MENEZES, T.R. (2002). *Aplicação de Parâmetros Palinofaciológicos e Organogeoquímicos na Reconstrução Paleoambiental do Talude Continental Brasileiro Recente na Bacia de Campos, RJ*. Tese de Mestrado em Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 174 p.
- MESNER, J.C., Wooldridge, C.P., 1964. Maranhão Paleozoic basin and Cretaceous coastal basins, North Brazil. *AAPG Bulletin*, 48: 1475-1512.
- MUDIE, P.J. 1982. *Pollen distribution in Recent marine sediments, eastern Canada*. Canadian Journal of Earth Sciences, v. 19, p. 729-47.
- MÜLLER, J. 1959. *Palynology of Recent Orinoco Delta and shelf sediments: reports of the Orinoco Shelf expedition; volume 5*. Micropaleontology v. 5, p. 1-2.
- OLIVEIRA, J.C. DE & BARROS, F.L. (1976). *Projeto fosfato de São Miguel do Tapuío*. DNPM-CPRM, Recife. 4V.
- PARRY, C.C., WHITLEY, P.K.J. & SIMPSON, R.D.H. 1981. *Integration of palynological and sedimentation methods in facies analysis of the Brent Formation*. In: ILLING, L.V. & HOBSON, G.D. (eds) *Petroleum Geology of the Continental Shelf of North West Europe*, Heyden, London, p. 205-15.
- PLAYFORD, G. e DETTMANN, M.E., 1996. *Palynology: principles and applications; American Association of Stratigraphic palynologists Foundation*, vol. 1, p. 227-260.

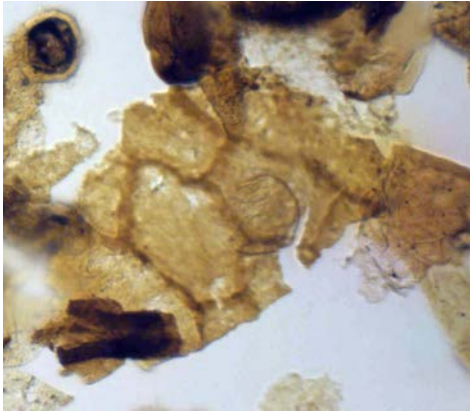
- RIBEIRO, C.C. & DARDENNE, M.A., 1978. O minério de ferro da Formação Pimenteira na borda SW da bacia do Maranhão (Goiás). In: SBG, Congr. Bras. Geol., 30., Recife, *Anais*, 4: 1583-1595.
- RODRIGUES, R. (1995). *A Geoquímica Orgânica da Bacia do Parnaíba*. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tese de Doutorado, Porto Alegre. 225p.
- ROGERS, M. A. 1980. *Application of organic facies concepts to hydrocarbon source rocks evaluation*, In: Proceedings of the 10th World Petroleum Congress, Bucharest 1979, Heyden, London, v. 2, p. 23-30.
- ROSSETI, D.F., GOÉS, A.M., TRUCKENBRODT, W. (eds), 2001. *O Cretáceo da bacia da São Luís-Grajaú*. Museu Goeldi, Belém. 246p. (Coleção Friedrich Katzer).
- STAPLIN, F. L. (1969). *Sedimentary Organic Matter, Organic Metamorphism and Oil and Gas Occurrence*. Bull. Can. Petrol. Geol., 17:47-66.
- TISSOT, B. P.; WELTE, D. H. (1984). *Petroleum Formation and Occurrence*. 2 ed. Berlin: Springer-Verlag. 699p.
- TURNAU, E. & RACKI, G. *Givetian palynostratigraphy and palynofacies: new data from the Bodzentyn Syncline (Holy Cross Mountains, central Poland)*. *Review of Palaeobotany and Palynology* 106 (1999) 237-271.
- TUWENI, A. O. & TYSON, R. V. 1994. *Organic facies variations in the Westbury Formation (Rhaetic Bristol Channel, SW England)*. *Organic Geochemical*. V.21 N: 10 - 11, p. 1001- 1014.
- TYSON, R. V. 1984. *Palynofacies investigation of Callovian (Middle Jurassic) sediments from DSDP Site 534, Blake-Bahama Basin, western Central Atlantic*. *Marine and Petroleum Geology*, v.1, p-3-13.
- TYSON, R. V. 1987. *The genesis and palynofacies characteristics of marine petroleum source rocks*, In: BROOKS, J. & FLEET, A.J. (eds) *Marine Petroleum Source Rocks*, Geological Society Special Publication, v. 26, p. 47-67.
- TYSON, R. V. 1989. *Late Jurassic palynofacies trends, Piper and Kimmeridge Clay Formations, UK onshore and northern North Sea*. The British Micropalaeontological Society, p. 135-172.
- TYSON, R. V. 1990. *Automated transmitted light kerogen typing by image analysis: I. General aspects and program description*. In: Fermont, W.J.J. and Weegink, J.W. (eds) PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ORGANIC PETROLOGY, Zeist. Mededelingen Rijks Geologische Dients, 45, p.139-150.
- TYSON, R. V. 1993. *Palynofacies Analysis*. In: Jenkins, D.J. (eds) , *Applied Micropaleontology* , Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. p. 153-191.
- TYSON, R. V. 1995. *Sedimentary Organic Matter: Organic facies and palynofacies*. Chapman & Hall. Londres. 615 p.

- VALENTIN, J.L., 2000. *Ecologia Numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. 1ed. Rio de Janeiro, Interciência.117p
- WALL, D.; DALE, B. LOHMANN, G. P. & SMITH, W.K. 1977. *The environment and climatic distribution of dinoflagellate cysts in modern marine sediments from regions in the North and South Atlantic Oceans and adjacent seas*. Marine Micropalaeontology, v. 2, p. 121- 200.
- WELTE, D. H. (1972). *Petroleum Exploration and Organic Geochemistry*. J. Geochem. Explor., 1:117-136.
- WHITAKER, M.F., GILES, M.R. & CANNON, S.J.C. 1992. *Palynostratigraphical review of the Brent Group, Uk Sector, North Sea*. In: MORTON, A.C.; HASZELDINE, R.S.; GILES, M.R. & BROWN, S. (eds.) *Geology of the Brent Group*, Geological Society of London Special Publication. V. 61, p. 169-202.
- WILLIAM, G. 1992. *Palynology as a palaeoenvironmental indicator in the Brent Group, Northern North Sea*. In: MORTON, A.C.; HASZELDINE, R.S.; GILES, M.R. & BROWN, S. (eds.) *Geology of the Brent Group*, Geological Society of London Special Publication. v. 61, p. 203-212.
- WOLLAST, R.,1983. *Interactions in estuaries and coastal waters*. In: Bolin, B. and Cook, R.B. (eds) *The Major Biogeochemical Cycles and Their Interactions*. Wiley, Nova York, p.385-407.
- WYLEY, E.O., 1981. *Phylogenetics: Theory and practice of phylogenetic systematics*. Nova York, J. Wiley and Sons. 439p.
- YOUNG, C.G.K. (2003). *Contribuição à análise estratigráfica da Formação Pimenteiras (Devoniano, bacia do Parnaíba): caracterização de um potencial intervalo de rochas-reservatório*. Monografia de Graduação, IG/UFRJ, Rio de Janeiro. 84p.

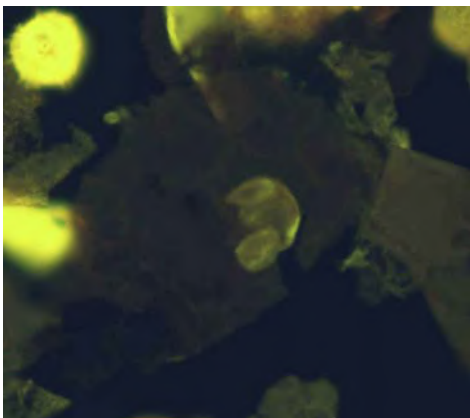
ANEXO

ESTAMPA

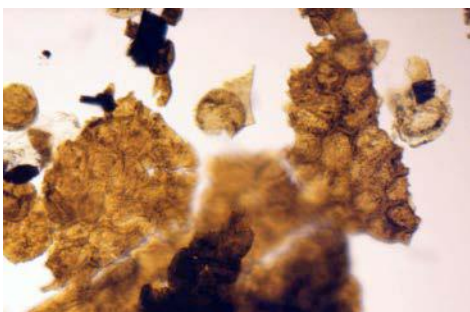
As fotos micrográficas foram tiradas em um microscópio Zeiss modelo AXIOSKOP 2 PLUS, com aumentos de 100x, 200x e 400x.



1.1 – Cutícula e palinomorfos. Lâminas organopalinológicas, luz branca transmitida.



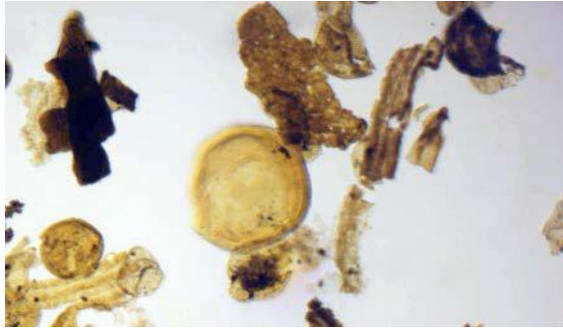
1.2 – Cutícula e palinomorfos. Lâminas organopalinológicas, Luz ultravioleta refletida (fluorescência).



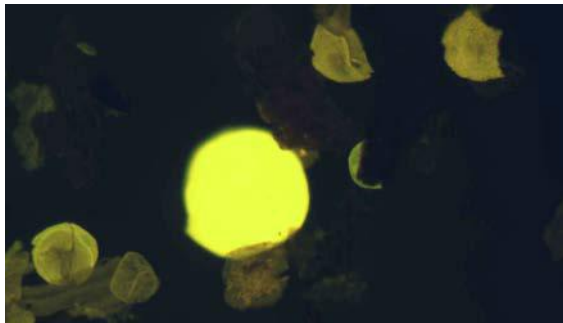
2.1 – Cutícula e palinomorfos. Lâminas organopalinológicas, luz branca transmitida.



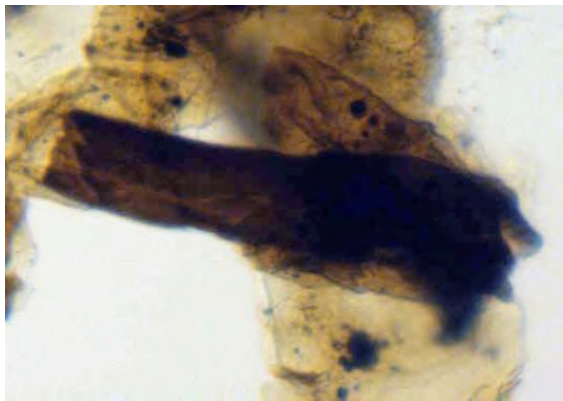
2.2 – Cutícula e palinomorfos. Lâminas organopalinológicas, Luz ultravioleta refletida (fluorescência).



3.1 – Fitoclasto não opaco e palinórfos. Lâminas organopalinológicas, luz branca transmitida.



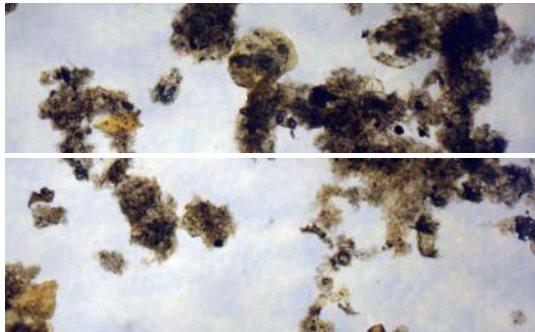
3.2 – Fitoclasto não opaco e palinórfos. Lâminas organopalinológicas, Luz ultravioleta refletida (fluorescência).



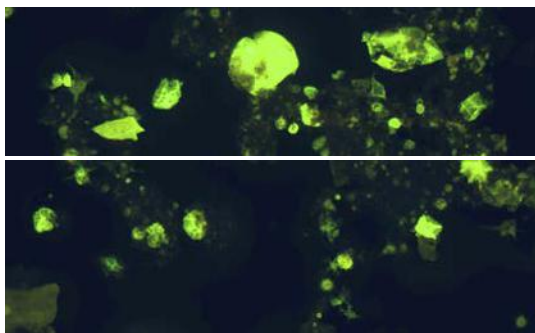
4.1 – Fitoclasto não opaco. Lâminas organopalinológicas, luz branca transmitida.



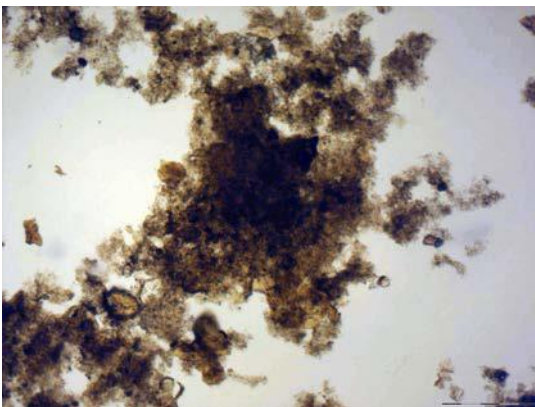
4.2 – Fitoclasto não opaco. Lâminas organopalinológicas, Luz ultravioleta refletida (fluorescência).



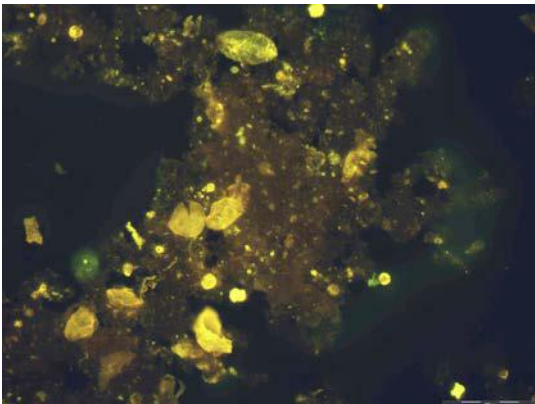
5.1 – Matéria orgânica amorfa. Lâminas organopalinológicas, luz branca transmitida.



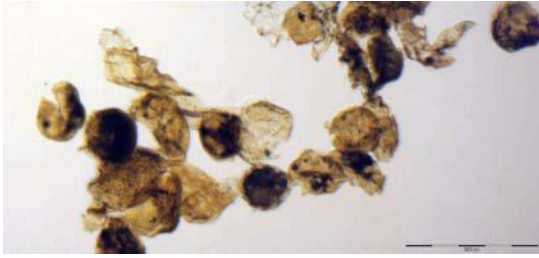
5.2 – Matéria orgânica amorfa. Lâminas organopalinológicas, Luz ultravioleta refletida (fluorescência).



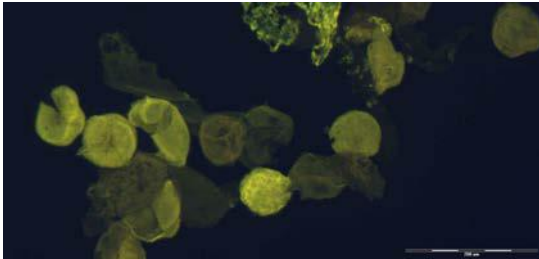
6.1 – Matéria orgânica amorfa. Lâminas organopalinológicas, luz branca transmitida.



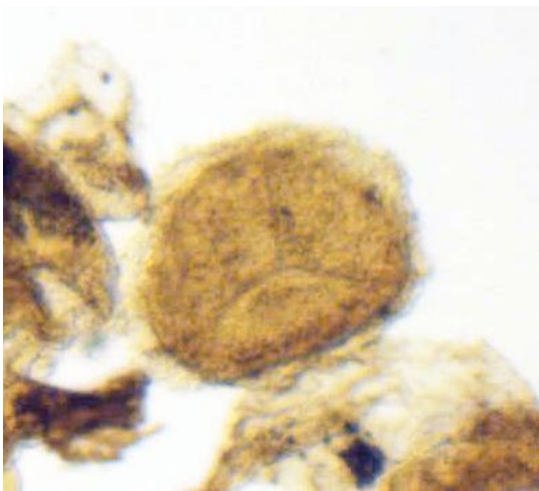
6.2 – Matéria orgânica amorfa. Lâminas organopalinológicas, Luz ultravioleta refletida (fluorescência).



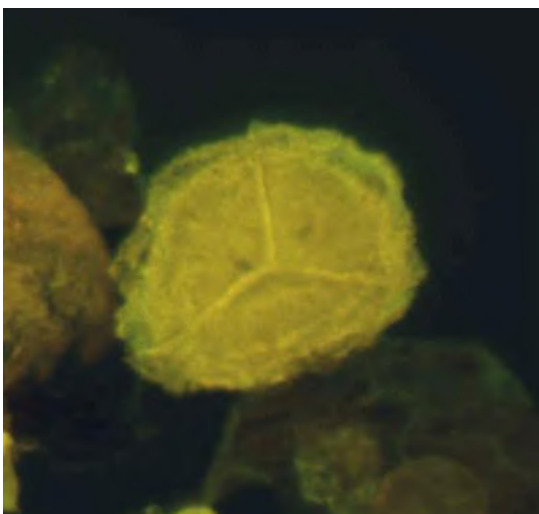
7.1 – Esporos. Lâminas organopalinológicas, luz branca transmitida.



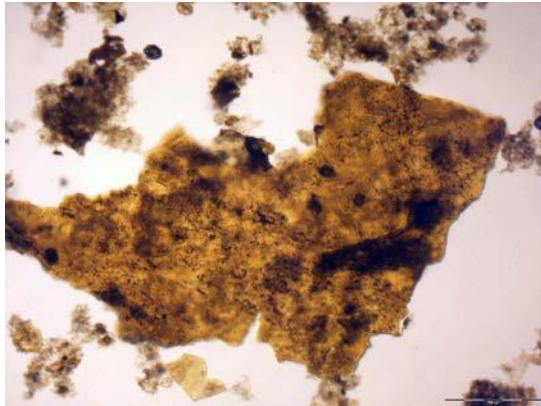
7.2 – Esporos. Lâminas organopalinológicas, Luz ultravioleta refletida (fluorescência).



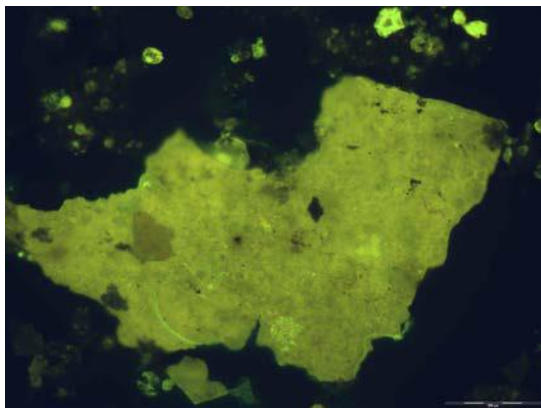
8.1 – Esporo. Lâminas organopalinológicas, luz branca transmitida.



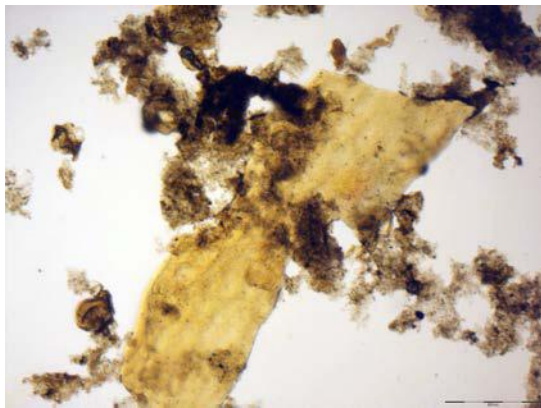
8.2 – Esporo. Lâminas organopalinológicas, Luz ultravioleta refletida (fluorescência).



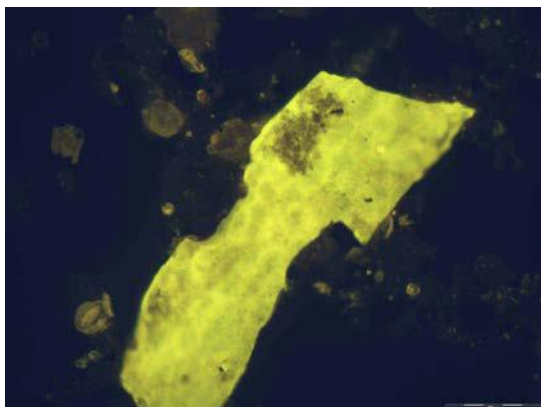
9.1 – *Spongiophyton* e MOA. Lâminas organopalinológicas, luz branca transmitida.



9.2 – *Spongiophyton* e MOA. Lâminas organopalinológicas, Luz ultravioleta refletida (fluorescência).



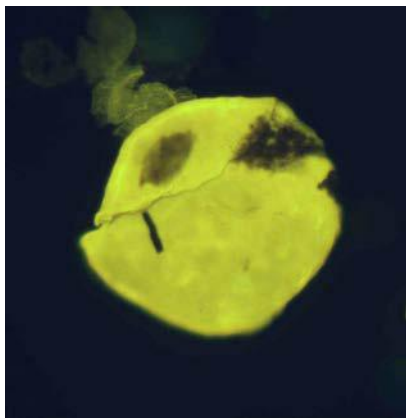
10.1 – *Spongiophyton* e MOA. Lâminas organopalinológicas, luz branca transmitida.



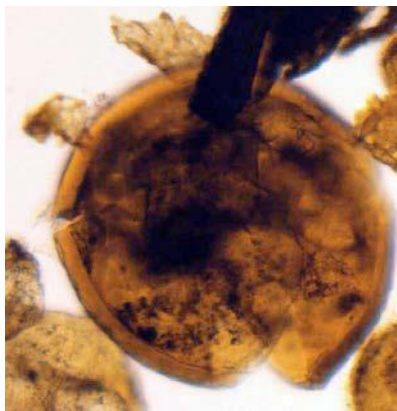
10.2 – *Spongiophyton* e MOA. Lâminas organopalinológicas, Luz ultravioleta refletida (fluorescência).



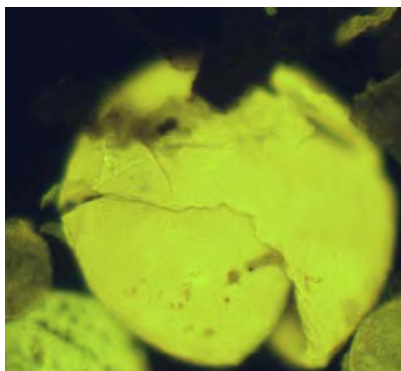
11.1 – Prasinófitas. Lâminas organopalinológicas, luz branca transmitida.



11.2 – Prasinófitas. Lâminas organopalinológicas, Luz ultravioleta refletida (fluorescência).



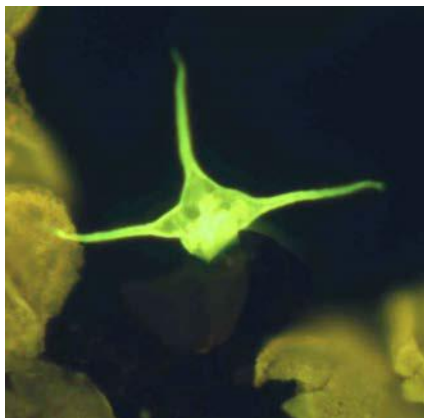
12.1 – Prasinófitas. Lâminas organopalinológicas, luz branca transmitida.



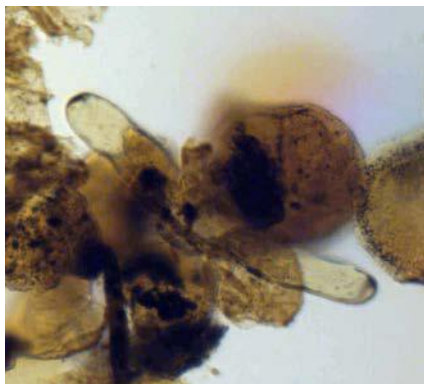
12.2 – Prasinófitas. Lâminas organopalinológicas, Luz ultravioleta refletida (fluorescência).



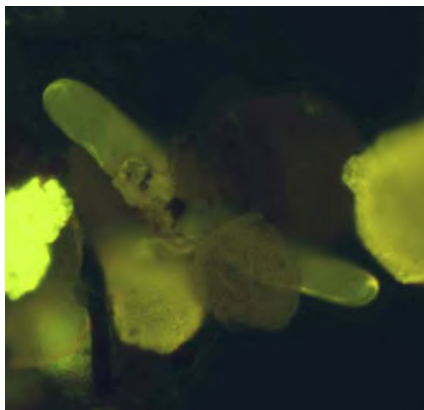
13.1 – Acritarca. Lâminas organopalinológicas, luz branca transmitida.



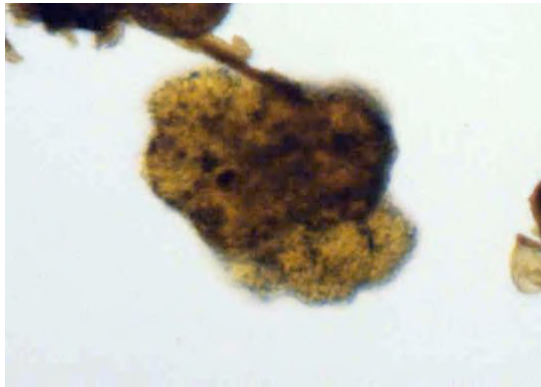
13.2 – Acritarca. Lâminas organopalinológicas, Luz ultravioleta refletida (fluorescência).



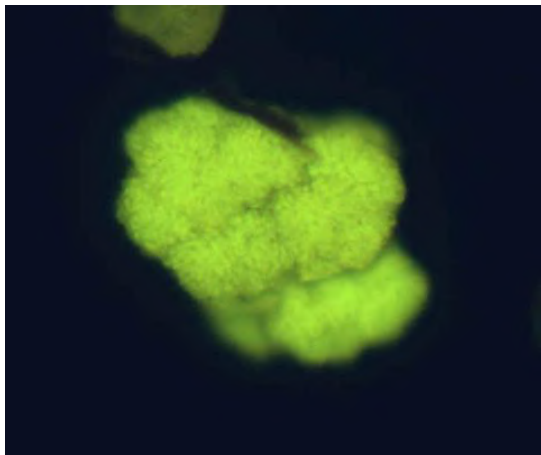
14.1 – Acritárca e outros palinómorfos. Lâminas organopalinológicas, luz branca transmitida.



14.2 – Acritárca e outros palinómorfos. Lâminas organopalinológicas, Luz ultravioleta refletida (fluorescência).



15.1 – *Botryococcus*. Lâminas organopalinológicas, luz branca transmitida.



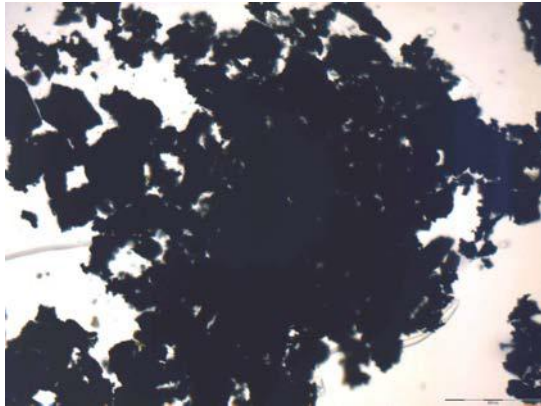
15.2 – *Botryococcus*. Lâminas organopalinológicas, Luz ultravioleta refletida (fluorescência).



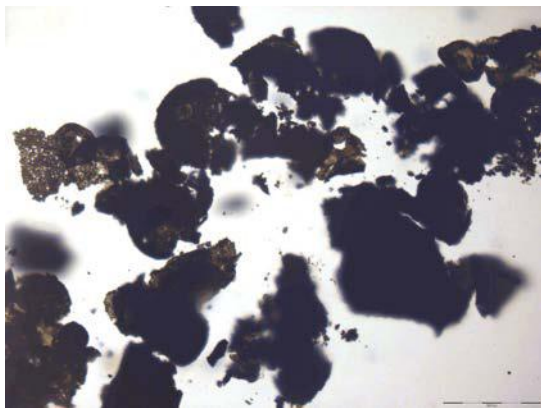
16.1 – *Botryococcus*. Lâminas organopalinológicas, luz branca transmitida.



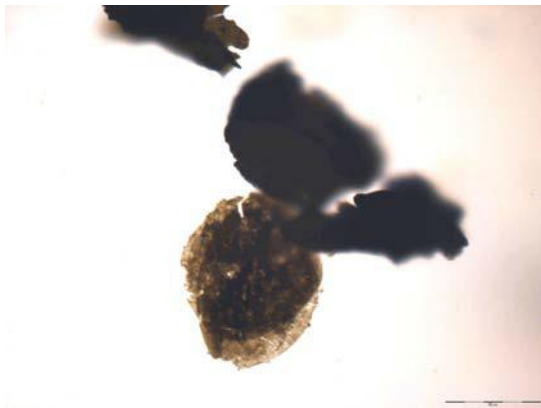
16.2 – *Botryococcus*. Lâminas organopalinológicas, Luz ultravioleta refletida (fluorescência).



17 – Material orgânico com elevado grau de maturação térmica. Lâminas organopalinológicas, luz branca transmitida.



18 – Material orgânico com elevado grau de maturação térmica. Lâminas organopalinológicas, luz branca transmitida.



19 – Material orgânico com elevado grau de maturação térmica. Lâminas organopalinológicas, luz branca transmitida.



20 – Material orgânico com elevado grau de maturação térmica. Lâminas organopalinológicas, luz branca transmitida.