

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE PALEONTOLOGIA E ESTRATIGRAFIA**

**THAYSA LORENI COLMAN DE MORAIS**

**PALINOMORFOS DO MIOCENO NO POÇO CBM001-ST-RS, BACIA DE PELOTAS  
E SEU SIGNIFICADO PALEOAMBIENTAL**

PORTO ALEGRE

2017

THAYSA LORENI COLMAN DE MORAIS

**PALINOMORFOS DO MIOCENO NO POÇO CBM001-ST-RS, BACIA DE  
PELOTAS E SEU SIGNIFICADO PALEOAMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Apresentado na forma de monografia, junto à disciplina Projeto Temático em Geologia III, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Alvesde Souza

Supervisor: Eduardo Premaor

PORTO ALEGRE

2017

# **UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

**Reitor:** Rui Vicente Oppermann

**Vice-Reitor:** Jane Fraga Tutikian

## **INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**Diretor:** André Sampaio Mexias

**Vice-Diretor:** Nelson Luiz Sambaqui Gruber

Morais, Thaysa Loreni Colman de

Palinomorfos do Mioceno no Poço CBM001-ST-RS, Bacia de Pelotas e seu Significado Paleoambiental. / Thaysa Loreni Colman De Moraes. - Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2017.  
[50 f.] il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia). - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia. Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2017.

Orientador: Paulo Alves de Souza

1. Palinologia. 2. Dinoflagelados. 3. Paleoambiente. 4. Mioceno. 5. Bacia de Pelotas. I. Título.

CDU 561.31

---

Catlogação na Publicação

Biblioteca Instituto de Geociências - UFRGS

Renata Cristina Grun

CRB 10/1113

---

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Campus do Vale Av. Bento Gonçalves, 9500 - Porto Alegre - RS - Brasil CEP: 91501-970 / Caixa Postal: 15001.

Fone: +55 51 3308-6569

E-mail: bibgeo@ufrgs.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso **PALINOMORFOS DO MIOCENO NO POÇO CBM001-ST-RS, BACIA DE PELOTAS E SEU SIGNIFICADO PALEOAMBIENTAL** elaborado por THAYSA LORENI COLMAN DE MORAIS como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

**Comissão Examinadora:**

---

Dr. Anderson J. Maraschin

---

Dra. Renata A. Kuchle

---

Dra. Rosália Barili

Porto Alegre, 18 de Dezembro de 2017.

As mulheres que passaram pela minha vida sempre me dando exemplos de superação e a certeza que podemos chegar onde sonhamos. Dedico esse trabalho às minhas amigas, pelo carinho e apoio; às minhas professoras, exemplos de força e sabedoria e à minha família, em especial minha mãe, por ter sonhado comigo e me apoiado em todos os momentos.

## AGRADECIMENTOS

Quando um sonho se torna realidade faltam palavras para expressar a nossa gratidão. Sou muito feliz e abençoada pelas pessoas que passaram pela minha vida, todas elas contribuíram de alguma forma para a construção de quem sou hoje.

Agradeço a minha família pelo apoio, em especial aos meus pais Carmen e Nelson. O amor, carinho que vocês têm por mim constrói e sustenta a escada que estou subindo hoje. Pai, você foi quem me apresentou a geologia, me mostrou através dos livros e das nossas viagens, que há muito a ser descoberto, sou eternamente grata por isso. Mãe, nenhuma palavra conseguirá refletir o quão grata eu sou a ti. Obrigada por estar sempre ao meu lado, por ter sonhado comigo a cada escolha. Obrigada por me apoiar, pelo carinho, pelo cuidado e pelo melhor exemplo que uma filha pode ter. Amo vocês!

Agradeço as minhas amigas, meu Pelotão, Bárbara Bramraiter, Bruna Fiscuk, Gaia Hasse, Helena Lengler, Hyllanah Oliveira, Larissa Petrolli e Letícia Fernandes. Obrigada por acreditarem em mim, cuidarem de mim e me darem força sempre. Obrigada por fazerem da graduação um dos melhores momentos que já vivi e se tornarem minhas amigas-irmãs. Obrigada pelas trips, pelos campos, pelas HFs e por deixarem cada perrengue mais leve. Sem vocês essa história seria bem sem graça e com muito menos cervejas e cafés. Agradeço também à Grasielle Beber, à Camila Betella e à Flora Cezimbra, vocês foram uma das melhores coincidências da faculdade; e as encontrar pelo campus sempre deixava meus dias melhores.

Agradeço aos últimos que entraram nesta história, porém não menos importantes. Tiago Garcia obrigada pela revisão deste trabalho, paciência e amor, tu é mesmo um guri iluminado e tenho muita sorte de te ter nos meus dias. A Lola eu agradeço pela sua insuperável disposição em me animar, teus lambeijos sempre me esperavam em casa tirando o peso da semana.

Obrigada ao meu orientador Paulo Alves de Souza e ao supervisor Eduardo Premaor pelos ensinamentos e por terem enfrentado comigo os desafios deste trabalho. Obrigada ao professor Wolfgang Kalkreuth pelos 4 anos em que trabalhamos juntos, pelas histórias, pelos exemplos e por ter cedido o testemunho CBM001-ST-RS para a produção deste trabalho. Por fim agradeço ao Programa PRH12 e à Petrobras pelo incentivo à produção desta monografia.

“A luta contra o erro tipográfico tem algo de homérico. Durante a revisão os erros se escondem, fazem-se positivamente invisíveis. Mas, assim que o livro sai, tornam-se visibilíssimos, verdadeiros sacis a nos botar a língua em todas as páginas. Trata-se de um mistério que a ciência ainda não conseguiu decifrar.” - Monteiro Lobato

## RESUMO

A palinologia consiste em uma ferramenta frequentemente utilizada para interpretações paleoambientais e bioestratigráficas. Microfósseis orgânicos pré-quaternários, provenientes de perfurações na Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul, ainda são relativamente escassos. Neste sentido, este trabalho visa contribuir com informações inéditas do poço CBM001-SR-RS, localizado na região carbonífera de Santa Terezinha, entre os municípios de Osório e Tramandaí, RS. Foram selecionados para a preparação palinológica 19 níveis do intervalo 365,75 m a 350,65 m. Com base em associações palinológicas reconhecidas o intervalo é atribuído ao Mioceno. O procedimento laboratorial de preparação de amostras compreende na eliminação da fração inorgânica e a concentração da matéria orgânica particulada, através de maceração com ácidos (HF e HCl) e peneiramento subsequente. O reconhecimento dos palinomorfos foi realizado a partir da observação de espécimes em microscopia ótica binocular, a fim de reconhecer os espécimes e classificar em grupos para cada nível. O estudo quantitativo se deu a partir da contagem de 300 espécimes de palinomorfos por nível estratigráfico. Com base nos dados quantitativos foi feito cálculos para porcentagem das formas marinhas versus formas continentais e aplicado o Índice de Marinhade Palinológico (IMP). A associação palinologica consiste em dinoflagelados, acritarcos, palinoforaminíferos, grãos de pólen, esporos, algas, fungos e escolecodontes. Tal associação se mostrou fértil e com espécimes bem preservados durante todo o intervalo. Formas marinhas como dinoflagelados e palinoforaminíferos aparecem em maior frequência em toda a sucessão. O IMP varia de positivamente, com picos positivos em níveis extremamente ricos em formas marinhas. O nível basal, de arenito muito fino, apresenta IMP com valor baixo em função dos raros espécimes encontrados. A integração dos dados de palinologia com a geologia regional da Bacia de Pelotas levou à interpretação paleoambiental para a sucessão aqui apresentada, como sendo parte de um sistema marinho plataformal..

**Palavras-Chave:** Palinologia; Dinoflagelados; Paleoambiente; Mioceno; Bacia de Pelotas



## ABSTRACT

Palynology is a tool used to make paleoenvironmental and biostratigraphic interpretations. Pre-Quaternary organic-walled microfossils taken from boreholes on the Coastal Plain of the State of Rio Grande do Sul (RS) are still hardly found. This work aims to present recent discoveries on the well CBM001-SR- RS, located in the Santa Terezinha Coalfield, between Osório and Tramandaí counties, in RS. A total of 19 samples were extracted for analysis from a section within an interval from 365,75 to 350,65 m deep. Based on palynological association, this interval was dated as Miocene. The laboratory procedure used to prepare the samples comprises elimination of the inorganic fraction and concentration of particulated organic matter, employing maceration by acids (HF and HCl) followed by sieving. The palynomorphs are recognized by using an optical binocular microscope and separating the specimens in groups, for each sample. The quantitative study was based on the counting of 300 specimens of palynomorphs per stratigraphic level. The application of the Palynological Marine Index. This palinological association considers species like dinoflagellate cysts, acritarchs, palynoforaminifers, grains of pollens, spores, algae, fungi and scolecodonts. That association is rich in marine species. The IMP varies positively, in special in levels rich in marine forms. The basal level, very fine sandstone, show IMP lower because is rare species there. The integration of data work compares palynology results with the geology of the Pelotas Basin, suggesting a paleoenvironment for the interval here showed as part of a shallow marine depositional system.

**Key-words:** Palynology; Dinoflagellate cysts; Paleoenvironmental; Miocene; Pelotas Basin

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Mapa de localização do testemunho CBM001-ST-RS.....	18
Figura 2 - Carta cronoestratigráfica da Bacia de Pelotas, com destaque para o intervalo trabalhado. ....	20
Figura 3. Ilustração de exemplares do grupos trabalhados.....	28
Figura 4 - Preparação de amostras para confecção de lâminas palinológicas. A) Descarte de água após ataque de HCl; B) Ataque com HF; C) Decantação do material de interesse durante 24 h. D) Descarte de água após ataque por HF. ....	32
Figura 5 - Ilustração de como se dá a leitura da lâmina palinológica .....	34
Figura 6 - Modelo usado nas descrições palinológicas com resultado da leitura de um dos níveis.....	34
Figura 7 - Descrição do testemunho CBM001-ST-RS correlacionado com o gráfico de IMP.....	37
Figura 8 - Imagem ilustrativa do testemunho CBM001-ST-RS (diâmetro de 47,6 mm), com fotografia, descrição e interpretação das fácies. A) Fácies Sl; B) Fácies Gm, C) Fácies S, D) Fácies Fl, E) Fácies Gmm e F) Fácies Fm.....	38
Figura 9 - Espécimes representantes dos grupos trabalhados. Escala equivalente a 20 µm. ...	40
Figura 10 - Distribuição quantitativa, em números absolutos, dos grupos estudados no intervalo.....	41
Figura 11 - Modelo esquemático do paleoambiente aplicado ao testemunho CBM001-ST-RS. ....	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição quantitativa, em números absolutos, dos grupos estudados no intervalo.....	43
Tabela 2 - Valores calculados para IMP, com base no banco de dados na Tabela 1 .....	44

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	14
1.1.	<b>Caracterização do Problema / Hipóteses .....</b>	<b>14</b>
1.2.	<b>Justificativa.....</b>	<b>15</b>
1.3.	<b>Objetivos e Metas.....</b>	<b>16</b>
2.	estado da arte .....	17
2.1	<b>Material de Estudo e Bacia de Pelotas .....</b>	<b>17</b>
2.2	<b>Contexto Estratigráfico e Paleontológico .....</b>	<b>21</b>
2.3	<b>Palinologia .....</b>	<b>22</b>
2.3.1	<i>Palinomorfos.....</i>	<i>22</i>
2.3.1.2	<i>Cistos de Dinoflagelados .....</i>	<i>23</i>
2.3.1.3	<i>Acritarcos .....</i>	<i>24</i>
2.3.1.4	<i>Esporos de Briófitas e Pteridófitas .....</i>	<i>26</i>
2.3.1.5	<i>Grãos de Pólen.....</i>	<i>26</i>
2.3.1.6	<i>Escolecodontes .....</i>	<i>27</i>
2.3.1.7	<i>Fungos.....</i>	<i>27</i>
3.	MÉTODOS.....	29
3.1	<b>Seleção da Área de Estudo .....</b>	<b>29</b>
3.2	<b>Coleta de Materiais .....</b>	<b>29</b>
3.3	<b>Descrição do Testemunho .....</b>	<b>29</b>
3.4	<b>Palinologia .....</b>	<b>30</b>
3.4.1	<i>Processamento de amostras para palinologia.....</i>	<i>30</i>
3.4.2	<i>Preparação das lâminas.....</i>	<i>33</i>
3.4.3	<i>Leitura das lâminas .....</i>	<i>33</i>
3.4.4	<i>Reconhecimento e quantificação dos espécimes .....</i>	<i>34</i>
3.5	<b>Aplicação do Índice de Marinidade Palinológica.....</b>	<b>35</b>
4.	RESULTADOS .....	36

<b>4.1</b>	<b>Descrição do Testemunho .....</b>	<b>36</b>
<b>4.2</b>	<b>Fácies e Associações de Fácies .....</b>	<b>36</b>
<b>4.3</b>	<b>Palinologia .....</b>	<b>39</b>
<b>4.3.1</b>	<b><i>Índice de Marinidade Palinológica (IMP)</i>.....</b>	<b>44</b>
<b>5.</b>	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>45</b>
<b>5.1</b>	<b>Características Gerais .....</b>	<b>45</b>
<b>5.2</b>	<b>Interpretação Paleoambiental do Intervalo .....</b>	<b>45</b>
<b>5.3</b>	<b>Considerações sobre a Idade.....</b>	<b>47</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>49</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>50</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>56</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Caracterização do Problema / Hipóteses

A micropaleontologia constitui uma das principais ferramentas para pesquisas exploratórias de recursos energéticos, especialmente em bacias da margem continental brasileira. A Bacia de Pelotas, situada no extremo sul da margem continental brasileira, é composta pelas Formações Imbituba, Cassino, Curumim, Ariri Portobelo, Tramandaí, Atlântida, Cidreira e Imbé.

A Formação Cidreira é descrita nesse trabalho, no intervalo de 365,75 m a 350,65 m, com base em testemunho de poço CBM001-ST-RS. O poço está localizado entre os municípios de Osório e Tramandaí, na região carbonífera de Santa Terezinha, RS. A sucessão corresponde a arenitos e folhelhos, resultantes de eventos regressivos (BUENO et al., 2007).

A Formação Cidreira ocorre do Neomioceno ao Recente é caracterizada por uma tendência geral regressiva. Eventos de inundação atingiram áreas mais extensas da bacia, chegando a inundar parte do Uruguai e da Argentina, este evento é conhecido como Mar Enterriense.

Estudos micropaleontológicos com enfoque em taxonomia, biocronoestratigrafia e paleoambiente vêm sendo realizados na Bacia de Pelotas a fim de elaborar zoneamentos bioestratigráficos e reconhecimento de paleoambientes (DOS ANJOS-ZERFASS et al., 2008; PREMAOR et al., 2010; PREMAOR, 2016; SILVA et al., 2011, 2015). No entanto a escassez de estudos de âmbito palinológico para a Formação Cidreira abre discussões a respeito da interpretação do ambiente deposicional dessas rochas e sua idade de deposição.

No presente trabalho espera-se responder a qual paleoambiente corresponde as rochas da sucessão, com base no conteúdo palinológico. De acordo com a literatura são consideradas variações paleoambientais para a sucessão durante o Mioceno. A porção basal dos depósitos da sucessão indica ambiente distal, em mar aberto; enquanto associações palinológicas da porção de topo indicam ambiente ainda marinho, porém mais proximal. Para Silva et al. (2014) a sucessão é descrita como pobre em palinóforos terrestres contendo predominantemente material marinho, como cistos de dinoflagelados e palinoforaminíferos. Ainda é observada a abundância de matéria orgânica representada por material lenhoso, como

fitoclastos e cutículas, indicando entrada de água doce no sistema. Para Bueno et al. (2007), a Formação Cidreira corresponde a uma sequência regressiva, onde siltitos e arenitos finos progradam sobre os pelitos da Fm. Imbé. Para Barboza; Rosa; Ayup-Zouain (2008) o mesmo intervalo é marcado pela significativa descida no nível do mar, formando a megasequência regressiva.

Assim levantou-se a hipótese do intervalo estudado possa corresponder à porção distal de um delta, com contribuição de material continental sobre a plataforma marinha. Para tanto a interpretação paleoambiental será baseada na integração de dados litoestratigráficos e micropaleontológicos. Técnicas de análise palinológica são aplicadas para os testemunhos do poço CBM001-ST-RS a fim de reconhecer os palinomorfos encontrados e averbar a hipótese levantada.

## **1.2. Justificativa**

Estudos paleoambientais nas bacias da margem continental brasileira vêm fornecendo suporte para pesquisa exploratória de recursos energéticos como óleo e gás. Um exemplo é a descoberta de óleo na Bacia de Campos, com isso a porção sul da margem continental se tornou um importante alvo da exploração (DOS ANJOS-ZERFASS et al., 2008).

Este trabalho se justifica por promover uma caracterização palinológica das fácies da Fm. Cidreira, para o poço CBM001-ST-RS (na região carbonífera de Santa Terezinha – RS). Assim, contribuirá para o posicionamento bioestratigráfico e interpretação paleoambiental.

Além de enriquecer o acervo de dados palinológico na região estudada, esse trabalho auxiliará na formação de recursos humanos, a partir do treinamento da proponente, em técnicas laboratoriais de preparação de amostras para análise palinológica e interpretação dos dados.

### 1.3. Objetivos e Metas

Com base no reconhecimento do conteúdo palinológico, no Índice de Marinidade e na descrição de testemunho o principal objetivo é sugerir um paleoambiente de deposição para o intervalo estudado, na Formação Cidreira.

Espera-se recuperar uma associação palinológica de ambiente continental, com esporos, grãos de pólen, fungos; associado à de ambiente de mar raso, como cistos de dinoflagelados e palinoforaminíferos; além de escolocodontes.

Para tanto, as seguintes metas são alcançadas:

- determinar a associação palinológica do intervalo abordado;
- quantificar as espécies para cada um dos 19 níveis e sugere um domínio, a fim de propor um paleoambiente.



## **2. ESTADO DA ARTE**

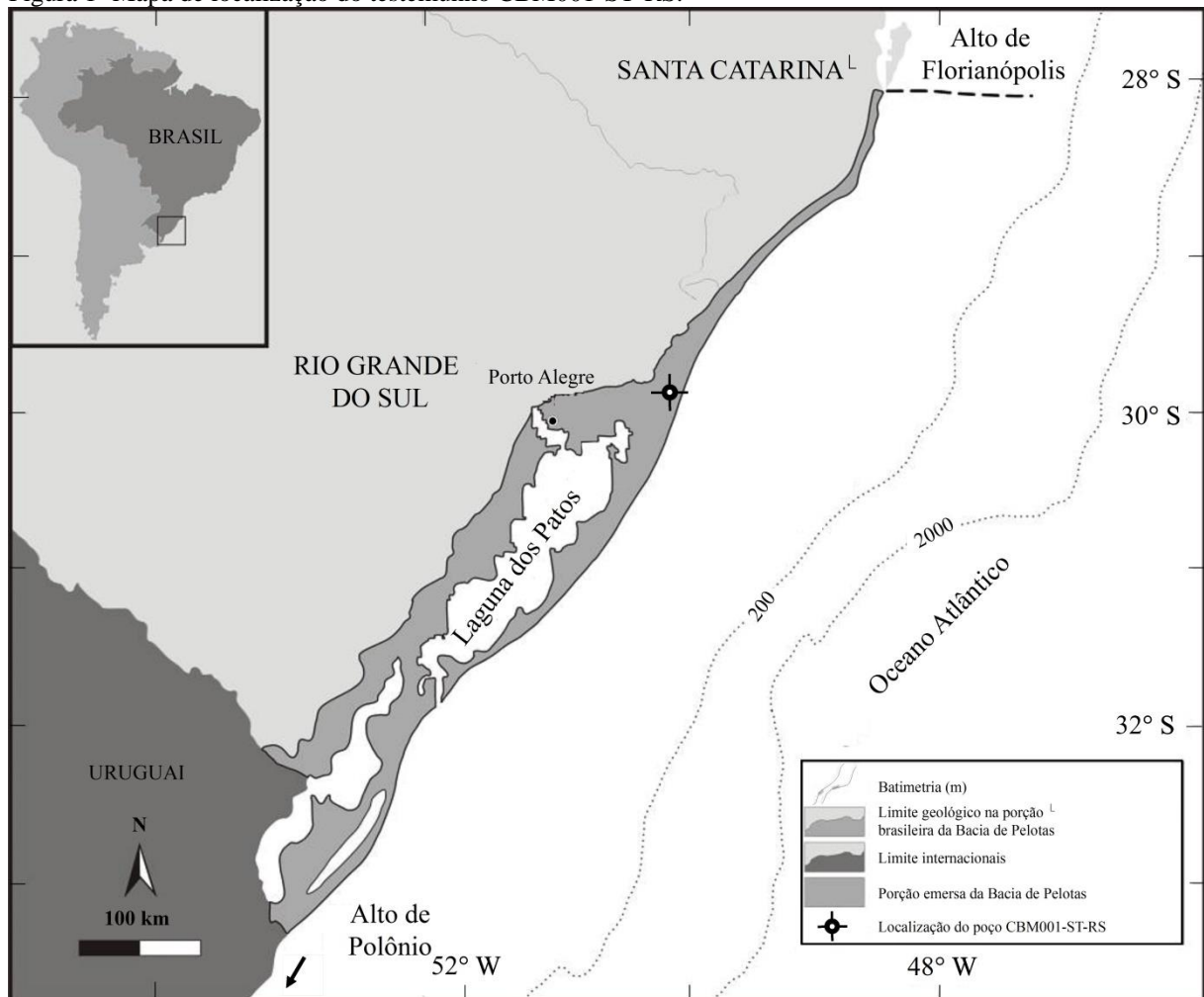
O Neojurássico foi marcado pelo início do rifteamento da porção sul da América do Sul e África (MILANI et al., 2000). O arcabouço estrutural pré-existente desenvolveu um importante papel durante o rifteamento no Mesozoico, uma vez que a ruptura do Atlântico Sul acomodou como falhas normais sobre um grão estrutural mais antigo. A presença de estruturas transversais colaborou com a propagação do rifte de sul para norte fomentando a formação de bacias na margem continental da América do Sul.

A margem continental, vista a partir do seu extremo sul, inicia com um extenso trecho retilíneo, orientado a NE-SW, em que se inclui a Bacia de Pelotas. No limite NE deste trecho se desenvolve a Dorsal de São Paulo e no prolongamento para NW, no sentido do continente, se encontra o Arco de Ponta Grossa. Esta feição corresponde a um braço abortado do rifte atlântico sul, largamente dominado por magmatismo básico do Eocretáceo (MILANI et al., 2000).

### **2.1 Material de Estudo e Bacia de Pelotas**

Os carvões na região de Santa Terezinha vêm sendo estudada pelo professor W. Kalkreuth. Sob sua coordenação foram coletados testemunhos de poço (CBM001-ST- RS) nesta região. A porção superior do poço se torna alvo deste estudo do ponto de vista palinológico por ser esperado encontrar nela marcadores bioestratigráficos dos ciclos transgressivos, responsáveis pela deposição de cunhas transgressivas na bacia. Assim, o testemunho do poço CBM001-ST-RS foi compartilhado com de mais pesquisadores do Instituto de Geociências da UFRGS. O poço está localizado na Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul, na região carbonífera de Santa Terezinha, coordenada UTM E 578466/ N6687463, conforme Figura 1.

Figura 1- Mapa de localização do testemunho CBM001-ST-RS.



Fonte: Modificada de Gomide (1989).

A Bacia de Pelotas é inserida na região costeira e marítima do Estado do Rio Grande do Sul e sul do Estado de Santa Catarina, entre os paralelos  $28^{\circ}40'S$  e  $34^{\circ}S$ . Ocupa cerca de  $200.000 \text{ km}^2$ , dos quais  $40.000 \text{ km}^2$  se referem a áreas emersas constituindo a Planície Costeira do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Ao norte a bacia é limitada pelo Alto de Florianópolis, que a separa da Bacia de Santos, e ao sul, pelo Alto do Polônio, em águas territoriais uruguaias, onde é denominada Bacia del Este (DIAS et al., 1994; FONTANA, 1979).

A sequência pré-rifte foi resultado de uma lenta e progressiva subsidência da região, precedendo o rifteamento do Atlântico Sul. Espessos depósitos da Formação Serra Geral, sotopostos a Formação Imbituba se depositaram na porção norte da Bacia de Pelotas. Quando o magmatismo intracontinental decresce em função da abertura continental, o vulcanismo foi

deslocado para os espaços gerados no interior dos meio-grábens formados pelo processo de rifteamento.

A fase rifte é dividida em dois estágios. Rifte I representa os basaltos da Formação Imbituba, e o Rifte II as fácies siliclásticas da Formação Cassino. O estágio de subsidência térmica pós-rifte equivale à suíte vulcânica (basaltos, andesitos e traquiandesitos) da Formação Curumim. Esta unidade é recoberta em discordância por evaporitos da Formação Ariri e por carbonatos da Formação Portobelo. Através de registros de poços sua presença fica restrita à porção norte da bacia. Litologicamente os arenitos continentais na base que se alternam para arenitos marinhos e carbonatos no topo, sugerindo uma deposição inicial lacustre que grada para um ambiente marinho.

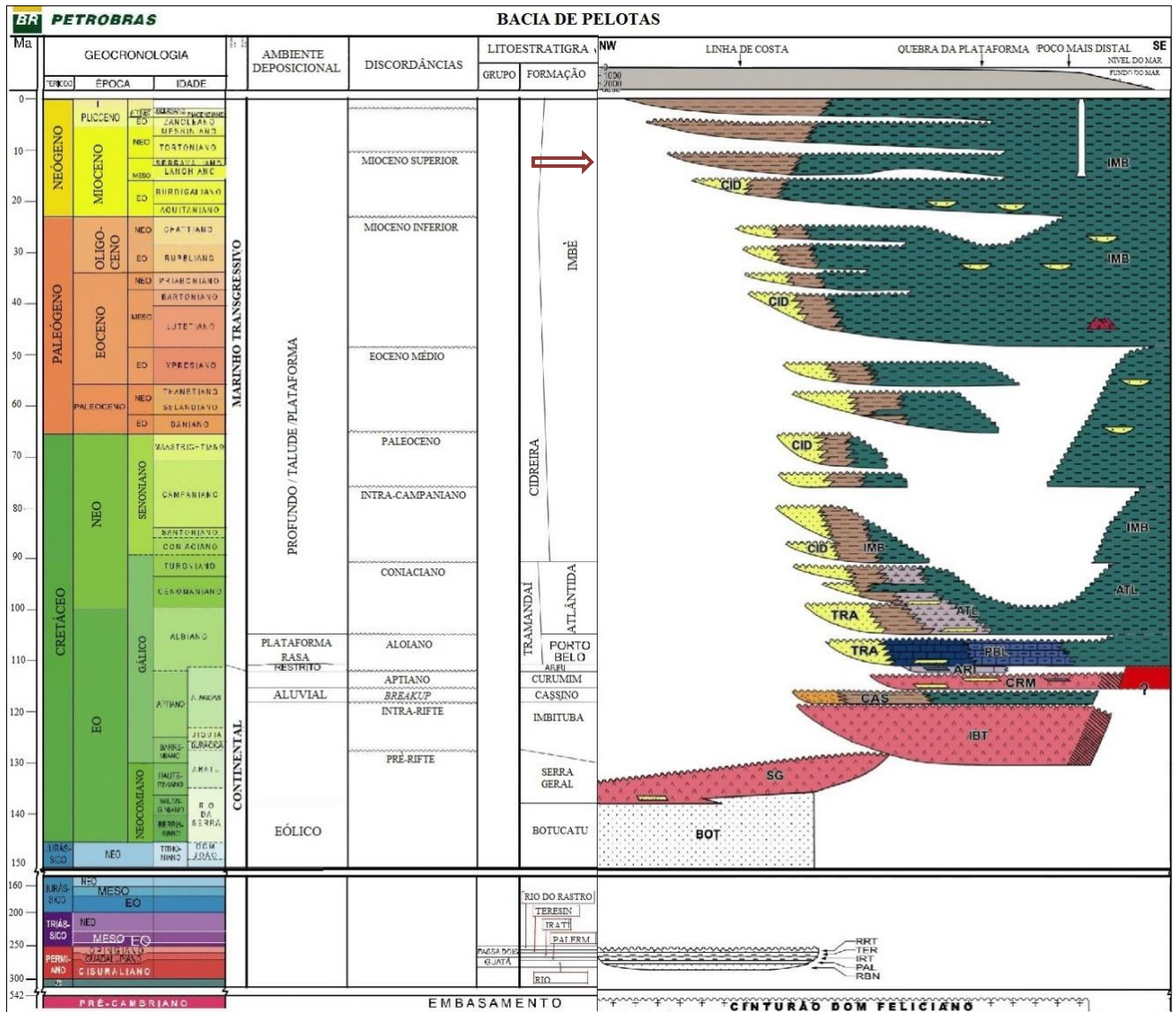
A sequência drifte é dividida em três fases. A fase inicial se refere a depósitos de plataforma rasa no Albiano, a fase intermediária se refere a depósitos transgressivos do Albiano ao Oligoceno e a fase final se refere a uma cunha clástica regressiva no Neógeno.

A sequência plataformar é caracterizada por depósitos carbonáticos e siliclásticas da Formação Portobelo, denotando um ambiente de deposição do tipo plataforma mista. Seus contatos, em direção ao continente, camadas de calcarenitos bioclásticos e oolíticos interdigitando-se com os arenitos da Formação Tramandaí. Em direção ao depocentro da bacia, gradam para calcilitos. Seu contato inferior por vezes está em concordância com depósitos evaporíticos da Formação Ariri, por vezes em discordância com as vulcânicas da Formação Curumim. O contato superior é marcado pela discordância com os pelitos da Formação Atlântida.

O início do ciclo transgressivo é marcado por pelos pelitos da Formação Atlântida recobrando em discordância os carbonatos da Formação Portobelo. Nesse ciclo os folhelhos gradam para margas e siltitos que se interdigitam, com a Formação Tramandaí. Interpreta-se como um ambiente marinho raso que sofre transgressão dos pelitos da Formação Atlântida.

Durante a Sequência Regressiva os siltitos e arenitos finos que compõem a Formação Cidreira progradam sobre os pelitos da Formação Imbé, caracterizando uma cunha sedimentar regressiva no Neógeno (BUENO et al., 2007) (Figura 2). A seção-tipo da Formação Cidreira foi descrita pela PETROBRAS, em 1964, no município de Mostardas-RS (DIAS et al., 1994). O perfil é caracterizado por arenitos que variam de muito finos a grossos, de cor cinza-escuro e são interpretados como sistemas deposicionais de leques costeiros, que progradam sobre a plataforma.

Figura 2 - Carta cronoestratigráfica da Bacia de Pelotas, com destaque para o intervalo trabalhado. A Bacia de Pelotas engloba as Formações Imbituba, Cassino, Curumim, Ariri, Porto Belo, Tramandaí, Atlântida, Cidreira e Imbé; sotoposta a elas repousa a Bacia do Paraná onde estão inseridas as Fm. Botucatu e a Fm. Serra Geral.



Modificado de Bueno et al. (2007).

## 2.2 Contexto Estratigráfico e Paleontológico

Trabalhos clássicos que utilizam foraminíferos (KOUTSOUKOS, 1982; CLOSS, 1970; FERNANDES, 1975 e THIESEN, 1975) e ostracodes (SANGUINETTI 1974, 1980; ORNELLAS, 1981; CAREÑO et al., 1997, 1999) tem apontado natureza marinha, com tendências regressivas, em associação de microfósseis para a sessão miocênica da Bacia de Pelotas. Estudos baseados em nanofósseis calcários (GOMIDE, 1989; GONÇALVES; DEHNHARDT, 1999) corroboram tal interpretação ao sugerir que no Mioceno a Bacia de Pelotas correspondia a um ambiente do tipo plataforma continental marinha.

Estudos mais recentes relatam para o mioceno a presença abundante de dinoflagelados, contribuindo para interpretações paleoambientais de um ambiente dominado por sistemas plataformais marinhos (ARAI et al., 200; ARAI, 2007; DOS ANJOS-ZERFASS et al., 2008).

Para Silva et al. (2011) representa os palinomorfos continentais representam as maiores porcentagens de palinomorfos presentes, a contribuição efetiva é dada por fitoclastos opacos e translúcidos e grãos de pólen. A presença de cistos de dinoflagelados também é comentada pelos autores, observado a diminuição e frequência. Assim se interpreta este como um evento de pequena queda do nível do mar, durante o Mioceno, gradando uma um ambiente nerítico interno. Dados litográficos e de estratigrafia de sequencia delimitam esse intervalo como uma cunha sedimentar regressiva, com pulsos transgressivos que vão até o Holoceno. Ainda, em Silva et al. (2015) a assembleia palinológica indica um ambiente marinho raso durante o Neógeno, com condições próximas à linha de costa, e mistura de água doce e salgada, no final do Mioceno.

Trabalhos como Premaor et al. (2010) apontam a contribuição de elementos marinhos e continentais no Mioceno da bacia. É notada a alta diversidade de cistos de dinoflagelados, sendo frequentemente encontrados *Cannosphaeropsis quattrocchia*, *Cousteaudinium aubryae*, *Operculodinium centrocarpum* e o gênero *Spiniferites*. Esporos são representados pelo gênero *Lycopodiumsporites* e a espécie *Polypodiaceoisporites potonie*; a abundância de grãos de pólen se dá pela presença dos gêneros *Podocarpidites*, *Retitricolporites*, *Araucariacites*, *Tricolpites* e a espécie *Phedripides (Distachyapites) claricristatus*.

O trabalho de Fischer et al. (2013) mostra que entre o final do Cretáceo e Paleógeno médio houve uma rica associação típica de paleoambiente marinho, na Bacia de Pelotas. Nela

os cistos de dinoflagelados, divididos em grupos de gonyaulacoides e de peridinioides, correspondem a 45% dos palinomorfos. Os acritarcos e os palinoforaminíferos ocorrem subordinadamente tendo baixa representatividade percentual.

## **2.3 Palinologia**

A síntese que segue está baseada em clássicos da literatura e se referente às formas que serão abordadas nesse trabalho.

### **2.3.1 *Palinomorfos***

Refere-se à esporomorfos, cistos de dinoflagelados, algas clorofíceas, palinoforaminíferos, ovos de copépodes, peças maxilomandibulares de anelídeos e fungos. A identificação taxonômica das formas pode ser aplicada para posicionamento bioestratigráfico, reconstituição paleoambiental e paleoestratigráfica.

#### **2.3.1.1 *Palinoforaminíferos***

Palinoforaminíferos continuam o resíduo orgânico, após a dissolução das partes inorgânicas dos foraminíferos. Possuem uma carapaça ou teca de forma variada, sendo formada por várias câmaras que se intercomunicam através de uma ou mais aberturas, chamadas de forâmen. São encontrados em sedimentos marinhos do Permiano ao Recente (STANCLIFFE, 1998, 1996) como retos (uniseriado, bisseriado e trisseriados), enrolados

(planoespiralados e troncoespiralados) e miliolidiformes (biloculinoides, tricolulinoides e quinquelolulinoides) (VILELA, 2011).

Os palinoforaminíferos são utilizados para reconstituição paleoambiental, sendo indicador de condições marinhas. É observado que a quantidade de espécimes diminui em direção ao continente e aumentam a em direção à regiões marinhas plataformais (TRAVERSE, 1988; TYSON, 1995).

### ***2.3.1.2 Cistos de Dinoflagelados***

Cistos de dinoflagelados são pequenas estruturas de dimensões variando entre 5 e 200 µm. Sua composição química varia entre orgânica, silicosa ou calcária, predominando a primeira. Possuem diversificada morfologia assimétrica, disposta em paraplacas, cujo número e arranjo são conhecidos como paratabulação e organizada em tabulações, sendo esta usada como padrão para classificação taxonômica.

Para ser reconhecido como um cisto de dinoflagelado o organismo deve apresentar os elementos definidores da paratabulação: cingulo (cintura transversal); um sulco (depressão longitudinal) e uma abertura (arqueópilo). Os cistos de dinoflagelados são reconhecidos por apresentar parte superior (epiteca/epicisto) e inferior (hipoteca/hipocisto), onde são identificadas as paraplacas. As paraplacas da cintura dos cistos de dinoflagelados formam a Série Cíngular, as que ficam imediatamente acima da cintura forma a Série Pré-cíngular e as que ficam imediatamente abaixo da cintura compõem a Série Pós-cíngular. Nas extremidades superior e inferior ficam respectivamente a Série Apical e Antapical. As estruturas de locomoção vertical dos cistos de dinoflagelados na coluna da água são representadas pela presença de dois flagelos; o primeiro em volta do cingulo e o segundo disposto de maneira longitudinal.

A classificação mais recente aceita por Fensome e Williams (1993) os coloca como parte do Reino Protista, divisão Dinofagelatta, subdividindo-se em classe Diokaryota, possuidora de 4 classes (Diophyceae – subdividindo-se ainda em 13 ordens, Blastoniphyceae, Noctiluciphyceae e uma classe indeterminada) e classe Syndinea.

Os cistos de dinoflagelados são organismos termófilos, viventes entre as isotermas de 15 e 16° C, sendo mais abundantes em águas tropicais mornas. São organismos cosmopolitas

sendo encontrados em diversos meios marinhos e continentais de água doce. No entanto destacam-se como domínio principal no plâncton marinho, se desenvolvem preferencialmente em ambientes neríticos de baixa a médias latitudes. Esta distribuição se dá em função da disponibilidade de nutrientes, oxigenação, luminosidade, temperatura e salinidade favoráveis do meio. A distribuição latitudinal é influenciada em função de correntes oceânicas e por ressurgência de águas frias em zonas tropicais (DE VERNAL; MARRET, 2007).

Dinoflagelados ocorrem do final do Triássico ao Recente. São amplamente usados para interpretações paleoambientais e bioestratigráficas no Mesozoico e no Cenozoico, em função de sua boa preservação e distribuição (POWELL, 1992; FENSOME; WILLIAMS, 1993; FENSOME, 2004).

Os cistos de dinoflagelados de parede orgânica são divididos em três grupos; gymnodinoides e peridinioides, organismos heterotróficos; e os gonyaulacoides, autotróficos. Peridinioides ocorrem preferencialmente em regiões com alta produtividade de nutrientes na água, como áreas de surgência, onde se alimentam principalmente de diatomáceas. Enquanto gonyaulacoides, como *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites*, vivem em condições mais ditais, quando comparados aos peridinioides (LEWIS; DODGE; POWELL, 1990).

As relações entre as populações de dinoflagelados são dificilmente estabelecidas em função das espécies fossilizadas representarem cerca de 10 a 20% das espécies originalmente depositadas. Ainda se observa que características morfológicas dos cistos de dinoflageladas se diferem significativamente, levando pesquisadores a diferentes nomenclaturas para os mesmos espécimes (DALE, 1976; HEAD, 1996; MATTHIESSEN et al., 2005).

### **2.3.1.3 Acritarcos**

Acritarcos são microfósseis predominantemente marinhos, autotróficos, plantônicos, de paredes orgânicas, podendo apresentar parede ornamentada com sulcos ou prolongamentos. Sua forma varia entre esférica, fusiforme, estrelada ou prismática. Não são solúveis em ácido e em sua maioria vivem solitários, sendo indicadores paleoambientais e bioestratigráficos (STROTHER, 1996). São conhecidos desde do Devoniano. e se estendem até o Pleistoceno.



Os critérios taxonômicos para distinção genérica incluem caracteres morfológicos internos e externos, como a forma da vesícula, simetria e o tipo e o modelo de ornamentos na superfície da vesícula. Ainda, para este autor, a abertura dos acritarcos aparece como uma complexa estrutura, a qual não deve ser usada como o principal critério de diferenciação genérica.

Os principais critérios utilizados são o número de espinhos ou processos, se são sólidos ou ocos, e, se ocos, se suas cavidades são ligadas ao interior da vesícula. Outro aspecto importante no estudo da morfologia dos acritarcos, diz respeito ao arranjo geométrico dos seus elementos componentes, em destaque a ornamentação da vesícula.

A análise taxonômica deve se basear na ultraestrutura e a composição da parede dos acritarcos, assim a análise química da estrutura da parede é um caráter diagnóstico. No entanto essa técnica exige uma quantidade mínima de espécimes da mesma espécie por amostra.

A associação microfossilífera é utilizada para determinar a proximidade da linha de costa quando se combina palinomorfos de origem continental a acritarcos. Isso porque os acritarcos tem seu hábitat limitado à zona fótica em função de fatores biológicos para a realização da fotossíntese (WILLIAMS; SARJEANT, 1967).

De acordo com Montenari e Lepping (2003) as associações de acritarcos são controladas por associações sedimentológicas e ecológicas divididas em quatro fácies: costeira de água rasa, plataformais, proximais, plataformais distais e bacinais de água profunda. Segundo esses autores em fácies costeiras de água rasa, onde predominam eventos de maior energia, se destaca o subgrupo Sphaeromorphitae. Já em fácies plataformais proximais há um aumento da diversidade e a diminuição da dominância de alguns táxons, predominando o subgrupo Polygonomorphitae e Netromorphitae, com poucos representantes de Sphaeromorphitae.

O uso desse modelo se mostra limitado para caracterização paleoambiental em virtude da similaridade entre as associações de águas rasas e águas profundas. Assim, se faz necessária à análise dos demais componentes da matéria orgânica presentes nas lâminas, bem como dados sedimentológicos e a estratigrafia de seqüências, para uma correta interpretação (FELIX; DE SOUZA, 2012).

#### **2.3.1.4 Esporos de Briófitas e Pteridófitas**

O termo esporos é considerado neste trabalho como a porção reprodutiva das briófitas e pteridófitas. Sua disseminação compreende especialmente ambientes continentais e costeiros, em estratos transgressivos, onde marcam a transição entre ambientes continentais para marinhos. Sua distribuição ocorre do Paleozoico ao Recente.

Esporos apresentam morfologia esferoidal a elipsoidal, a conservação das paredes depende principalmente da composição química e das condições do ambiente de deposição. São comumente encontrados em rochas de granulação fina, como folhelhos ricos em matéria orgânica, carvões e turfas. A preservação dos espécimes se dá preferencialmente em condições anaeróbicas; em ambientes ácidos com relação aos alcalinos e tanto de baixa energia quanto de alta energia (PLAYFORD; DETTMANN, 1996).

#### **2.3.1.5 Grãos de Pólen**

Grãos de pólen correspondem à estrutura reprodutiva masculina das plantas. São divididos em gminospermas e angiospermas, constituindo-se como assembleia microfossilífera dominante em sedimentos continentais do Paleozoico ao Recente. Os pólenes podem ser transportados por animais ou por fatores ambientais, como o vento. As distâncias em que os grãos de pólen viajam variam de acordo com a espécie, seu tamanho e as correntes de vento.

Gimnospermas costumam compartilhar características básicas como estrutura de abertura e parede ornamentada. Variam de pequenos, simples, esféricos e inaperturados a grandes, bissacados e ornamentados. O reconhecimento da inapertura de um fóssil de pólen serve para separar os pólenes de gimnosperma dos de angiosperma. A morfologia das angiospermas varia grandemente, podendo ser inaperturados ou aperturados (JARZEN; NICHOLS, 1996). Na palinologia o reconhecimento das espécimes de grão de pólen é aplicado em reconstruções paleogeográficas, paleoambientais e bioestratigráficas, sendo estas formas características de ambientes continentais.

### **2.3.1.6 *Escolecodontes***

Escolecodontes compreendem aparelhos mandibulares fósseis de anelídeos. São formados por matéria orgânica e geralmente apresentam cor marrom ou preta. Possui morfologia variável, com corpos alongados, paredes duplas, denticulados e dimensões variando entre 0,1 a 0,4 mm.

Os primeiros espécimes são encontrados no Ordoviciano Inferior, mas ocorrem em maior diversidade entre o Ordoviciano Superior, Siluriano e Devoniano. Aparecem de forma abundante em sedimentos marinhos rasos, como em calcários e folhelhos. Ocorre associado à graptólitos, chitinozoa, esporos e acritarcos.

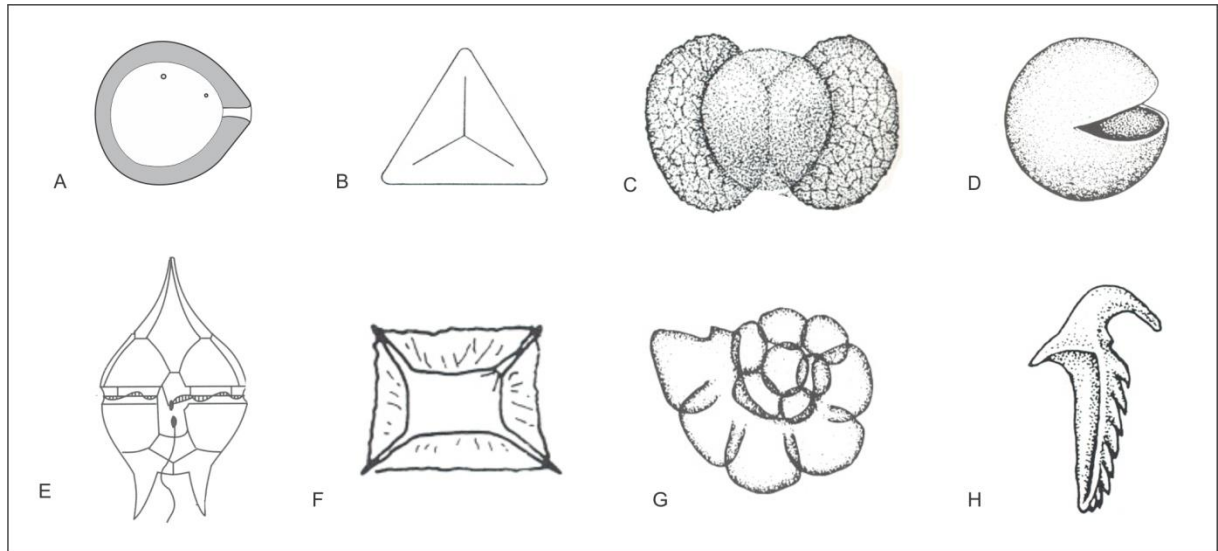
Escolecodontes não são muito significantes do ponto de vista de correlações estratigráficas, em função do pouco conhecimento sobre este grupo, no entanto são úteis para paleoecologia (SZANIAWSKI, 1996).

### **2.3.1.7 *Fungos***

A assembleia palinológica que compõem os fungos é dividida em esporos, hifas e ascomas. Estes organismos são encontrados desde Paleozoico, mas apresentam maior diversidade e abundância do Paleoceno e o Plioceno. Fungos apresentam comportamento variado, variando de acordo com fatores climáticos, como temperatura e umidade. Ocorrem preferencialmente em ambientes úmidos e quentes; ocorrendo em meio terrestre, em água doce, em ambientes mixalinos e em água salgada (ELSIK, 1996).

As formas supracitadas são exemplificadas segundo o modelo esquemático (Figura 3).

Figura 3. Ilustração de exemplares do grupos trabalhados. A) Esporo de fungo (modificado de SOUZA et al., 2016); B) Esporo com marca trilete (extraído de PLAYFORD; DETTMANN, 1996); C) Grão de pólen bissacado (extraído de JARZEN; NICHOLS, 1996); D) Alga Prasinophyceaea (extraído de GUY-OHLSON, 1996); E) Cisto de dinoflagelado (modificado de ARAI; LANA, 2011); F) Acritarca (extraído de STROTHER, 1996); G) Palinoforaminífero trocoespiralado (extraído de STANCLIFFE, 1996); H) Escolecodonte (extraído de SZANIAWSKI, 1996).



### **3. MÉTODOS**

#### **3.1 Seleção da Área de Estudo**

Os carvões na região de Santa Terezinha vêm sendo estudada pelo professor W. Kalkreuth. Sob sua coordenação foram coletados testemunhos de poço (CBM001-ST- RS) nesta região. A porção superior do poço se torna alvo deste estudo do ponto de vista palinológico por ser esperado encontrar nela marcadores bioestratigráficos dos ciclos transgressivos, responsáveis pela deposição de cunhas transgressivas na bacia. Assim, os testemunhos do poço CBM001-ST-RS foram compartilhados com de mais pesquisadores do Instituto de Geociências da UFRGS.

#### **3.2 Coleta de Materiais**

As amostras foram coletadas no intervalo de interesse no poço, que abrange de 365,75 m a 350,65 m. Os níveis escolhidos para coleta das amostras são os que possuíam menor granulometria (silte-argila) e cor mais escura, sugerindo presença de matéria orgânica. Esses critérios foram adotados com o objetivo de trabalhar níveis mais férteis, onde a matéria orgânica presente não tenha sido oxidada. Para realizar análise palinologica foram coletados 20 g de amostra em cada nível.

#### **3.3 Descrição do Testemunho**

A descrição do testemunho é baseada na espessura das camadas, estrutura internada e tamanho de grão. Esta técnica se mostra relevante ao trabalho por representar, através de perfil estratigráfico, o intervalo abordado. O poço será trabalhado na escala de 1:100, onde

através do programa Adobe Illustrator Artwork 14.0, é elaborada uma tabela de fácies para representar o intervalo descrito.

As fácies são agrupadas em associação de fácies, através de fácies geneticamente relacionadas em um ambiente deposicional (COLLINSON, 1969). A associação de fácies busca entender o ambiente deposicional, através de comparação da sucessão com modelos predefinidos na bibliografia.

### **3.4 Palinologia**

A palinologia é a principal ferramenta neste trabalho. A relevância desta técnica se mostra por, a partir do reconhecimento das formas e de suas frequências, ser possível inferir o paleoambiente de deposição. O estudo dos palinomorfos é dividido em coleta de amostras, processamento, confecção de lâminas e leitura das lâminas. De maneira subsequente, através da taxonomia dos grupos, da frequência e do Índice de Marinidade Palinológica se elabora gráficos. Esses produtos servem como base para interpretações paleoambientais.

A resolução da técnica está atrelada à classificação dos espécimes em grupo, gênero e espécie. Para este trabalho é considerada apenas a divisão por grupos, deixando para trabalhos futuros a classificação estudos taxonômica por gênero e espécie.

#### ***3.4.1 Processamento de amostras para palinologia***

O procedimento de preparação de amostras palinológicas tem como objetivo recuperar os microfósseis de natureza orgânica. Devido sua composição química são necessários técnicas de extração e concentração da matéria orgânica.

Para esse fim são utilizados reagentes de dissolução específica de silicatos e carbonatos e equipamentos de proteção adequados. Para este estudo está sendo utilizado a técnica proposta por Wood et al. (1996), onde o ácido clorídrico (HCl) é empregado para eliminar os carbonatos presentes nas amostras e o (HF) é empregado para eliminar o material silicático.

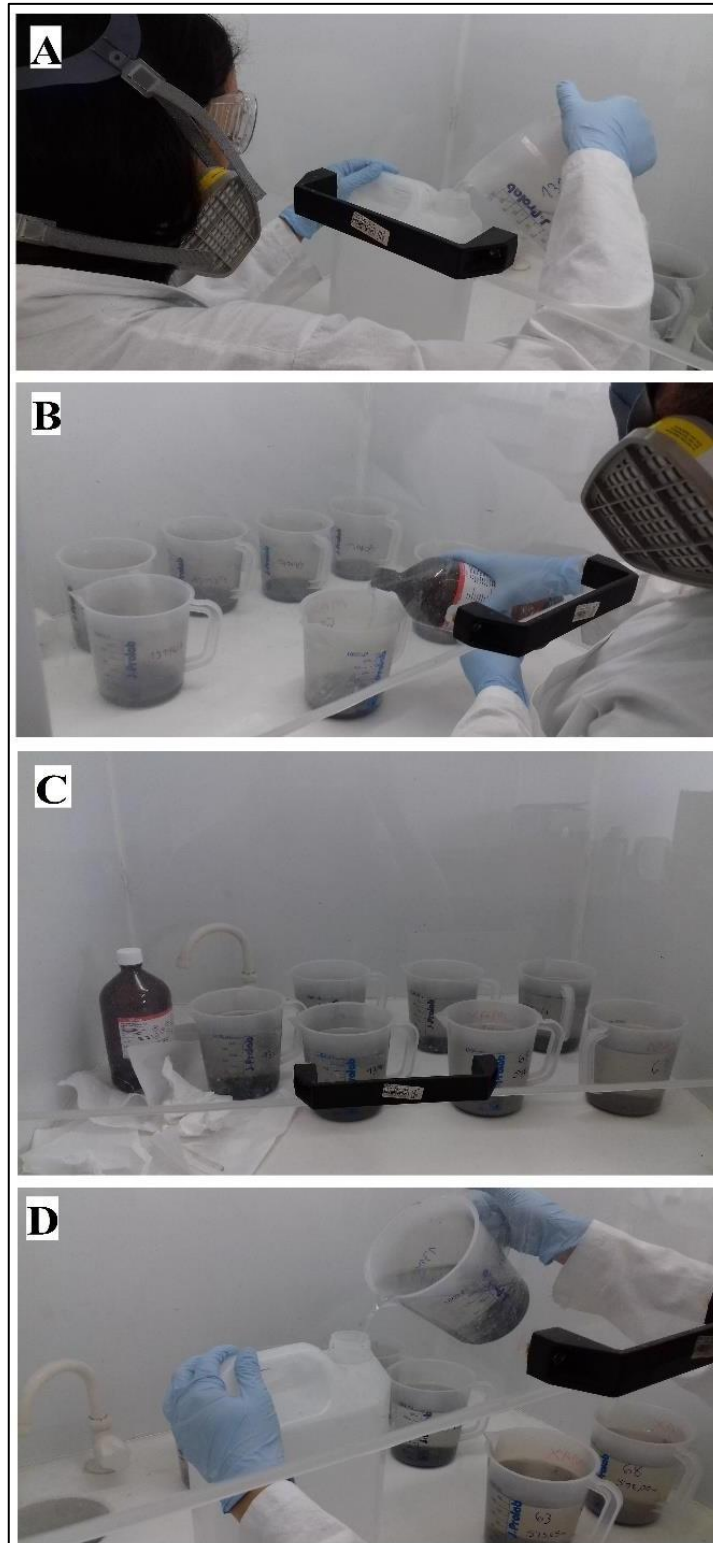
Inicialmente as amostras são envolvidas em um papel-jornal e fragmentadas com o auxílio de um martelo, a fim de ficarem em pedaços menores do que 1 cm. Este procedimento tem como objetivo aumentar a eficiência da reação com os ácidos. Após a fragmentação com o martelo, as amostras são transferidas individualmente para o almofariz, onde são novamente fragmentadas com o auxílio de um pistilo. É importante tomar cuidado para não pulverizar a amostra, pois com isso se corre o risco de quebrar o material de interesse.

Após a fragmentação da fração inicial com peso variável (menor de 1kg), cerca de 20 g de cada é reservada para a dissolução química. As amostras são colocadas em béqueres de plástico de 1000 ml, identificados com o número da amostra. Os béqueres são levados à capela onde é retirada uma pequena fração de cada amostra para ser testada a sua reação em um béquer de vidro, com ácido clorídrico (HCL a 37%). Quando a reação é efervescente, a amostra é separada para o processamento com HCl, caso não reaja, a amostra é submetida a etapa de dissolução com HF.

Sequencialmente HCl é adicionado aos béqueres até que cubra toda a amostra. A reação ocorrerá apenas com essa mistura na primeira 1 h. Em seguida é adicionada água aos béqueres, até preencher os 1000 ml. As amostras ficaram descansando por 24 h, a fim de que o material de interesse decante. Após as 24 h é realizada a neutralização, com a troca de águas, onde o resíduo é descartado, retirando-se a água anterior. Esse procedimento é repetido por 3 vezes (Figura 4). Para garantir a dissolução dos minerais, as amostras são submetidas ao HF por 24 h, segundo os mesmos procedimentos descritos a cima.

Após o ataque com ácidos o resíduo é peneirado por um conjunto de peneiras para a eliminação de partículas de tamanho superior a 25 mm e inferior a 250 mm. Esse procedimento é realizado individualmente, para cada amostra, na pia, onde elas são lavadas com água destilada. Após a lavagem as amostras são guardadas em potinhos plásticos identificados, para a posterior preparação das lâminas.

Figura 4 - Preparação de amostras para confecção de lâminas palinológicas. A) Descarte de água após ataque de HCl; B) Ataque com HF; C) Decantação do material de interesse durante 24 h. D) Descarte de água após ataque por HF.





### 3.4.2 *Preparação das lâminas*

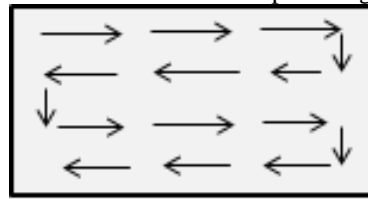
Para a confecção das lâminas palinológicas são utilizadas lamínula (24 x 32 mm) e lâminas de vidro (24 X 76 mm) identificadas de acordo com a numeração do Museu de Paleontologia-Palinologia (MPP).

As lâminas são confeccionadas em uma chapa aquecida a 60°C. Inicialmente é colocada sobre a chapa uma gota de água destilada para a fixação da lamínula e seu melhor manuseio; assim que a lamínula está fixa é adicionada sobre ela água destilada a fim de que o material de interesse se distribua homogeneamente sobre ela. Para que o resíduo fique bem aderido e para evitar a proliferação de fungos é adicionada uma gota de cellosize. Após esse procedimento os resíduos palinológicos são adicionados às lamínulas com o auxílio de canudinhos descartáveis. Em função da concentração do material que se deseja obter é adicionado de 1 a 3 gotas de resíduos, e os mesmos são espalhados na lamínula com o auxílio de um palito. Depois de secas, as lamínulas são levadas à capela para serem coladas às lâminas, utilizando o composto *Entelan*. Adiciona-se uma gota de *Entelan* a cada lâmina, com o auxílio de um palito, e justapõem a lamínula sobre ela, tomando-se cuidado para não formar bolhas. As laminas devem secar por 72 h e posteriormente, ao se retira o excesso de cola, já se pode ler a lâmina.

### 3.4.3 *Leitura das lâminas*

As lâminas são lidas no microscópio óptico binocular de luz branca transmitida e ultravioleta refletida (fluorescência) ZEISS Imager.A2, em aumento de 200 a 1000 vezes. A leitura da lâmina é feita na horizontal, conforme ilustrado (Figura 5). Para registro da posição das formas na lâmina é usada uma lâmina auxiliar. Através do registro de uma sequencia alfa numérica na *England Finder Slide* é possível posicionar exatamente onde cada forma se localiza na lâmina palinológica.

Figura 5 - Ilustração de como se dá a leitura da lâmina palinológica



### 3.4.4 Reconhecimento e quantificação dos espécimes

Para cada lâmina lida é preenchida uma ficha (Figura 6) onde serão registradas informações das formas, localização das lâminas, medidas de seus principais parâmetros, observações e número da fotomicrográfica.

Figura 6 - Modelo usado nas descrições palinológicas com resultado da leitura de um dos níveis.

BACIA: Bacia de Pelotas	POÇO: CBM001-ST-RS	PROFUNDIDADE: 362,25 m	AMOSTRA: MP-P 13583	
NÚMERO DE PARTÍCULAS				
PALINOMORFOS	ESPOROMORFOS	ESPOROS	14	
		GRÃOS DE PÓLEN	ANGIOSPERMAS	
			GIMNOSPERMAS	27
	MICROPLÂNCTON DE ÁGUA DOCE	Botryacoccus ssp.		
		Pediastrum ssp.		
	MICROPLÂNCTON MARINHO	CISTOS DE DINOFLAGELADOS	PERIDINIOIDES	64
			GONYAULACOIDES	163
		PRASINÓFITAS		
		ACRITARCOS		
	ZOOMORFO	PALINOFORAMINÍFEROS	11	
		ESCALECODONTES		
OUTROS	FUNGOS	ESPOROS	5	
		HIFAS	7	
OBS:		ASCOMAS	9	
Total de partículas:			300	

Para análise paleoambiental é considerada a contagem de 300 espécimes por lâmina, distribuídos em cistos de dinoflagelados, esporomorfos, foraminíferos, etc. A partir da contagem das formas é observada a frequência dos elementos para cada nível estratigráfico. Todos os espécimes são contabilizados com exceção das formas com tamanho menor a 10 µm, fragmentos não identificáveis ou com menos da metade do seu tamanho original.

É objetivo deste trabalho a contagem de 300 formas por nível, a fim de alcançar uma boa representatividade para o nível palinológico. Para os níveis que não alcançarem 300 espécimes é considerado o número de espécimes existente e os cálculos, de porcentagem e de mais cálculos, são recalculados para o valor total das formas presentes. Os dados obtidos

através da leitura das lâminas são processados no Excel e representados de forma gráfica, utilizando o programa Corel Draw X8.

### **3.5 Aplicação do Índice de Marinidade Palinológica**

Para obter a razão entre palinórfos marinhos e continentais é aplicado o Índice de Marinidade Palinológica (IMP) (HELENES, 1998) que se baseia na diversidade palinológica. O índice é calculado aplicando-se a fórmula:  $IMP = [(R_m/R_t+1) \times 100]$ , onde  $R_m$  refere-se a camadas ricas em palinórfos marinhos, como dinoflagelados, acritarcos e palinoforaminíferos e  $R_t$  refere-se a camadas ricas em palinórfos terrestres, como pólenes, esporos e algas de água doce.

Valores nulos para o IMP indicaram camadas sem representatividade de palinórfos marinhos e são interpretados como ambientes terrestres. Valores baixos de IMP são interpretados como indicativo de ambiente de água salobra e valores altos de IMP são interpretados como ambientes com condições de deposição marinha.

Este índice é usado quando se deseja comparar valores de camadas adjacentes na seção a fim de identificar qual teve maior influência marinha. O IMP é aplicado também no auxílio do reconhecimento de limites de sequências e superfícies de inundação máxima, como regra geral eles acompanham os maiores valores de IMP.

Os dados obtidos através da leitura das lâminas foram processados no Excel e representados por meio de gráfico pelo Corel Draw X8.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Descrição do Testemunho

O testemunho CMB-001-ST-RS, com 15,75 m de profundidade e diâmetro de 47,6 mm, tem origem na região de carbonífera de Santa Terezinha, situada na Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1).

São identificados no intervalo descrito 6 fácies, em uma sucessão predominantemente composta por arenitos e folhelhos, associado a níveis de conchas fragmentados (Figuras 6 e 7). As fácies descritas foram fotografadas sistematicamente, buscando representar as principais feições estruturais (Figura 8).

O perfil colunar apresenta na Figura 7 expressa no eixo das ordenadas a granulometria e no eixo abscissas a espessura da camada, na escala de 1:100, e feições sedimentares e estruturais.

### 4.2 Fácies e Associações de Fácies

Para a descrição das fácies foi usada uma adaptação do código de fácies de Miall (1977), onde a primeira letra representada em maiúscula indica a granulometria ( $S = sand$ ) e a segunda letra em minúscula indica estrutura ou textura ( $Sl = sand, low-angle$ ).

As fácies foram individualizadas de acordo com o processo de formação. A combinação de características como litologia, tamanho de grão, estruturas físicas, biológicas e níveis de conchas, confere a cada intervalo aspectos diferentes que os individualizam em fácies.

Uma associação de fácies corresponde a um conjunto de fácies geneticamente relacionadas, que buscam representar correlação lateral em um ambiente de deposição (COLLINSON, 1969).

Figura 7 - Descrição do testemunho CBM001-ST-RS correlacionado com o gráfico de IMP.

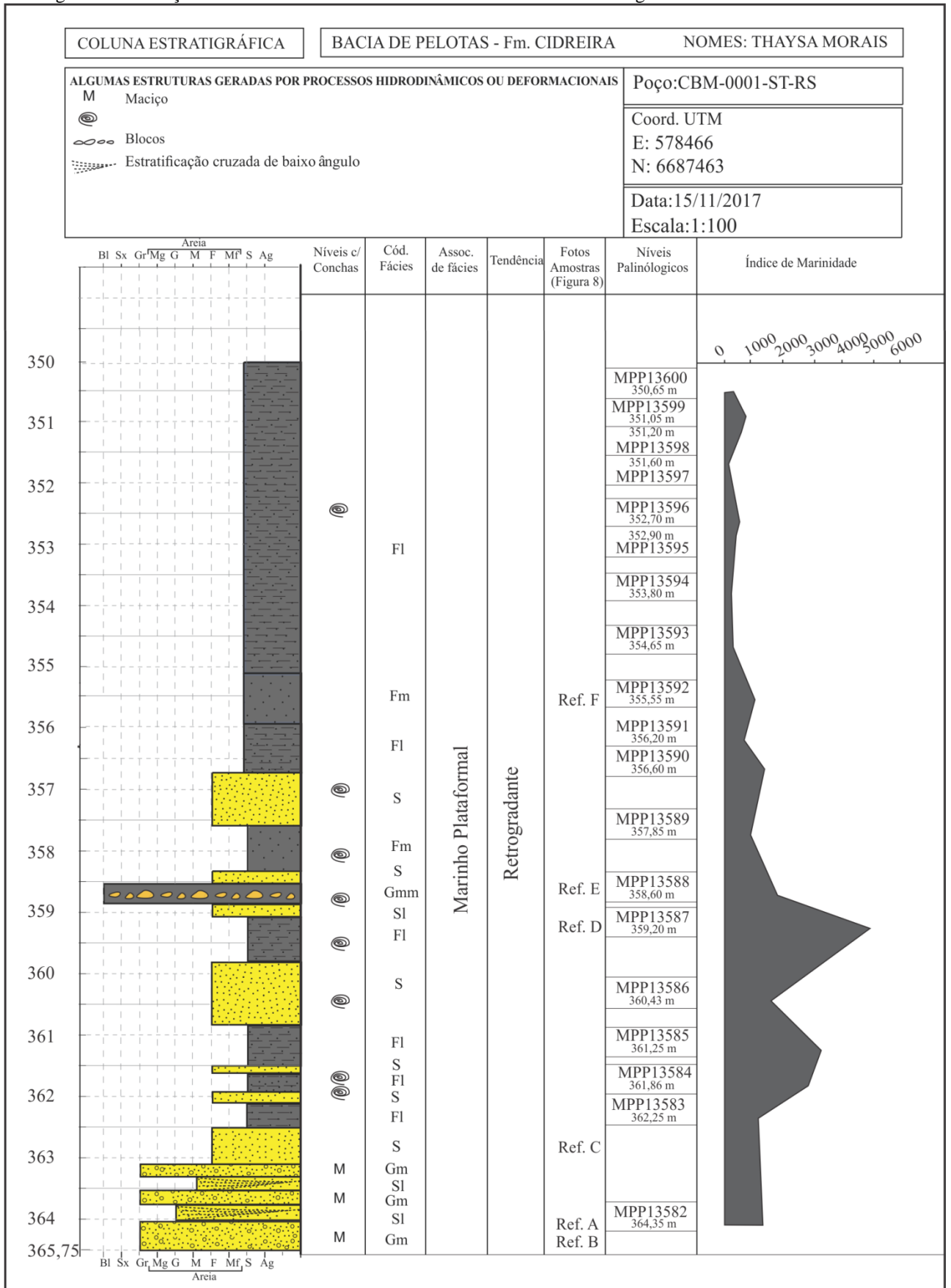

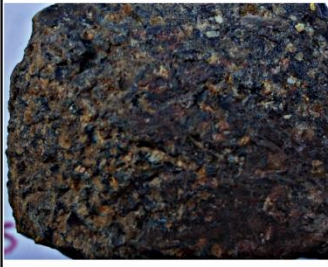
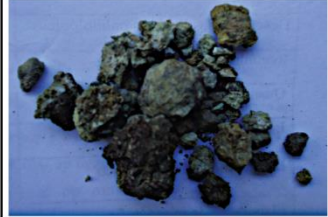





Figura 8 - Imagem ilustrativa do testemunho CBM001-ST-RS com fotografia, descrição e interpretação das fácies. A) Fácies Sl; B) Fácies Gm, C) Fácies S, D) Fácies Fl, E) Fácies Gmm e F) Fácies Fm. Escala de 23,8 mm.

Referência	Fácies	Foto	Descrição e Interpretação
A)	Sl		<b>Descrição:</b> arenito médio a grosso, de composição quartzo-feldspática, com estratificação cruzada de baixo ângulo. Rocha sã rosa-da e alteração laranja-esverdeado. <b>Interpretação:</b> regime de fluxo superior.
B)	Gm		<b>Descrição:</b> Conglomerado arenoso com grânulos de quartzo e de feldspato subangulosos. Maciço. <b>Interpretação:</b> fluxo de detritos.
C)	S		<b>Descrição:</b> Arenito fino, cor cinza totalmente desagregado.
D)	Fl		<b>Descrição:</b> Folhelho com laminação insipiente, apresenta níveis com de conchas retrabalhadas. <b>Interpretação:</b> decantação em regime de fluxo inferior.
E)	Gmm		<b>Descrição:</b> Conglomerado matriz suportado, apresenta blocos com fragmentos de rocha vulcânicas. <b>Interpretação:</b> fluxo de detritos hiperpicinal.
F)	Fm		<b>Descrição:</b> Folhelho maciço, com fragmento de conchas retrabalhados, cor cinza. <b>Interpretação:</b> fluxo de massa.

### 4.3 Palinologia

Para os 19 níveis estudados são identificados 10 grupos: esporos, angiospermas, gimnospermas, cistos de peridinioides, cistos de gonyaulacoides, prasiniófitas, acritarcos, palinoforaminíferos, escolecodontes e fungos, com formas bem preservadas. Palinomorfos retrabalhados são raros, com apenas uma ocorrência de grão de pólen paleozoico, no nível de 351,20 metros. De modo geral o intervalo é fértil para palinologia, a exceção da fácies Gm, com raros cistos de gonyaulacoides. Não é alvo deste trabalho a divisão por gênero e espécie, tarefa esta reservada para futuros estudos taxonômicos. Os exemplares dos espécimes identificadas são retratados em fotomicrográficas, conforme a Figura 9. A distribuição dos grupos é expressa por nível palinológico na Figura 10.

---

Figura 9. Fotomicrografias de palinomorfos selecionados do poço CBM001-ST-RS, Mioceno da Bacia de Pelotas. A: esporo de fungo (*Multicellites* sp.), lâmina MPP-13591, coordenada *England Finder* G47-1; B: ascoma de fungo (*Phragmotryrites* sp.), lâmina MPP-13590, coordenada *England Finder* F58-1; C: esporo de pteridófito (indeterminado), lâmina MPP-13592, coordenada *England Finder* L32; D: grão de pólen de gimnosperma (*Perisyncolporites* sp.), lâmina MPP-13599, coordenada *England Finder* W35-1; E: Grão de pólen de angiosperma (*Podocarpidites* sp.), lâmina MPP-13590, coordenada *England Finder* L43-4; F: cisto de peridinioide (*Selenopemphix quanta*), lâmina MPP-13587, coordenada *England Finder* K49-1; G: cisto de peridinioide (*Brigantedinium* sp.), lâmina MPP-13587, coordenada *England Finder* Q32-4; H: cisto de gonyaulacoide (*Tuberculodinium vancampoeae*), lâmina MPP-13587, coordenada *England Finder* W39-4; I: cisto de gonyaulacoide (*Operculodinium centrocarpum*), lâmina MPP-13592, coordenada *England Finder* N32-3; J: acritarco (*Quadrina ? condita*), lâmina MPP-13587, coordenada *England Finder* K47; K: Palinoforaminífero espiralado, lâmina MPP-13588, coordenada *England Finder* B36-2; L: escolecodonte (indeterminado) e lâmina MPP-13593, coordenada *England Finder* N45. Escala equivalente a 20 µm.

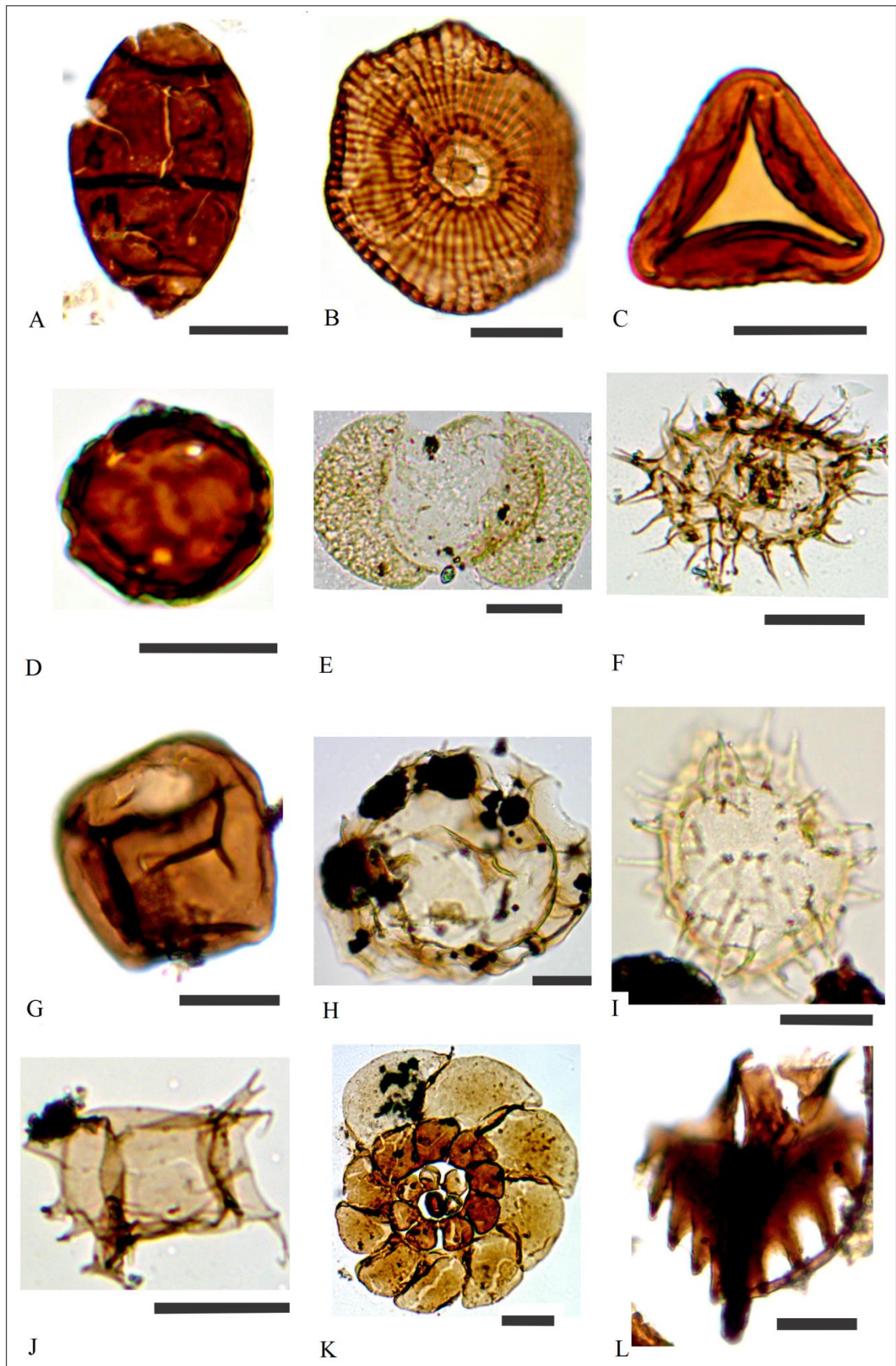
Figura 9 - Espécimes representantes dos grupos trabalhados. Escala equivalente a 20  $\mu\text{m}$ .



Figura 10 - Distribuição quantitativa, em números absolutos, dos grupos estudados no intervalo.



A associação palinológica dos níveis é composta essencialmente por formas marinhas, variando de 74% a 100%, destacando a abundância de cistos de dinoflagelados e palinoforaminíferos, seguidos por prasiniófitas e acritarcos (Tabela 1). Cistos de dinoflagelados são aqui divididos em subgrupos gonyaulacoides e peridinióides, para fins de interpretações paleoambientais. Ainda são raras as formas marinhas de acritarcos a exemplo a espécie *Quadrina? condita*, que de forma restrita aparece apenas em 2 níveis.

Dentre os peridinióides são observados com maior frequência exemplares de *Brigantedinium* spp., *Lejeunecysta* ssp., *Selenopemphix nephroides*, *Selenopenfix pseudo-furcado*. Gonyaulacoides ocorrem como *Spiniferites* spp., *Operculodinium floridium*, *Operculodinium centrocarpum*, *Tuberculodinium vancampoeae*, *Lingulodinium* spp., *Augidasphaeridium* spp., *Reticulatosphaera actinocoronata*, *Nematosphaeropsis rigida* e *Batiacasphaera* spp.. Os palinoforaminíferos apresentam com morfologia espiralada em todo o intervalo e de maneira geral bem preservados.

Subordinadamente formas terrestres, como esporos e grãos de pólen de gimnosperma e de angiosperma e fungos, ocorrem em quase todo o intervalo, compondo 0% a 23% da assembleia (Tabela 1).

Ocorrem grãos de pólen de gimnospermas, como *Podocarpidites* spp., e de angiosperma, como *Perisyncolporites* spp., e esporos como *Monolete*. Fungos continentais ocorrem dispersos e como colônias de esporos, como *Fusiformiporites* spp., ascomas, como *Parmathyrites* spp., e raras hifas. Por fim, são escassas as formas não definidas como marinhas ou continentais, como escolecodontes, compondo menos de 1% da assembleia.

Tabela 1 - Distribuição quantitativa, em números absolutos, dos grupos estudados no intervalo.

Nível Palinológico	Prof. (m)	Esporos	Angiospermas	Gimnospermas	Peridinioídes	Gonyaulacoides	Prasinófitas	Acrítarcos	Palinoforaminíferos	Escolecodontes	Fungos	Total	Σ M	% M	Σ C	% C	Outros	%	Total (%)
MPP13600	350,65	7	1	-	25	28	-	-	1	-	4	66	54	82%	12	18%	-	-	100%
MPP13599	351,05	13	-	3	122	124	2	-	24	1	11	300	270	90%	29	10%	1	-	100%
MPP13598	351,20	21	1	-	119	138	6	-	13	-	4	302	270	89%	32	11%	-	-	100%
MPP13597	351,60	10	1	-	24	29	1	-	2	-	7	74	55	74%	19	26%	-	-	100%
MPP13596	352,70	1	-	-	15	30	1	-	2	-	4	53	47	89%	6	11%	-	-	100%
MPP13595	352,80	33	2	-	107	124	2	-	19	-	13	300	250	83%	50	17%	-	-	100%
MPP13594	353,80	2	-	-	21	31	1	-	4	-	14	73	56	77%	17	23%	-	-	100%
MPP13593	354,65	9	2	-	90	128	2	-	18	1	53	303	236	78%	66	22%	-	-	100%
MPP13592	355,55	8	3	-	101	139	4	1	25	1	7	289	266	92%	22	8%	1	-	100%
MPP13591	356,20	8	3	3	104	151	6	-	17	-	10	302	272	90%	30	10%	1	-	100%
MPP13590	356,60	5	2	-	80	155	7	-	47	-	4	300	282	94%	18	6%	-	-	100%
MPP13589	357,85	5	1	-	76	163	18	-	35	-	5	303	274	90%	29	10%	-	-	100%
MPP13588	358,60	4	-	-	127	103	-	-	57	-	10	301	287	95%	14	5%	-	-	100%
MPP13587	359,20	-	4	-	111	150	-	3	31	-	1	300	295	98%	5	2%	-	-	100%
MPP13586	360,43	1	-	-	42	56	-	-	3	-	3	105	101	96%	5	4%	-	-	100%
MPP13585	361,25	2	-	-	73	140	-	-	55	-	5	275	268	97%	7	3%	-	-	100%
MPP13584	361,86	-	-	-	15	120	-	-	7	-	4	146	142	97%	4	3%	-	-	100%
MPP13583	362,25	1	-	3	11	137	-	-	11	-	7	170	159	94%	11	6%	-	-	100%
MPP13582	364,35	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	14	14	100%	-	-	-	-	100%

### 4.3.1 Índice de Marinidade Palinológica (IMP)

O IPM foi calculado conforme a metodologia descrita neste trabalho e apresentou resultados que variam de 275 a 4.917. Os resultados são expostos em gráfico nível palinológico *versus* IMP (Figura 7) e em números absolutos (Tabela 2). Tais resultados discutidos, no próximo capítulo, sob o ponto de vista relatividade entre os níveis. Para o cálculo formam consideradas como formas marinhas cistos de dinoflagelados, prasiniófitas, acritarcos, palinoforaminíferos; as formas continentais correspondem a esporos, grãos de pólen e fungos.

Tabela 2 -Valores calculados para IMP, com base no banco de dados na Tabela 1.

Nível Palinológico	Prof. (m)	IMP
MPP13600	350,65	415
MPP13599	351,05	900
MPP13598	351,20	818
MPP13597	351,60	275
MPP13596	352,70	671
MPP13595	352,80	490
MPP13594	353,80	311
MPP13593	354,65	352
MPP13592	355,55	1157
MPP13591	356,20	877
MPP13590	356,60	1484
MPP13589	357,85	913
MPP13588	358,60	1913
MPP13587	359,20	4917
MPP13586	360,43	1683
MPP13585	361,25	3350
MPP13584	361,86	2840
MPP13583	362,25	1325
MPP13582	364,35	1400

## 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 5.1 Características Gerais

Com base na presença e na distribuição dos grupos estudados, apoiado na literatura desta e de outras bacias, buscou-se entender o paleoambiente para o intervalo. Na assembleia dos palinomorfos foi observado o destaque para elementos marinhos, como cistos de dinoflagelados e palinoforaminíferos. A expressão percentual destas formas, apresentado na Tabela 1, aliada à descrição do testemunho, embasam as considerações para este trabalho. Escolecodontes não são incluídos como elementos continentais ou marinhos por poderem compreender parte dos dois conjuntos, enquanto espécie não identificada.

O intervalo foi interpretado como parte um conjunto formado sob influência marinha. Os critérios utilizados para a divisão deste conjunto foram a porcentagem e a distribuição dos palinomorfos, como mostrado na Figura 9 e na Tabela 1, dentro do intervalo amostrado; o IMP exposto na Tabela 2 e a sucessão litoestratigráfica apresentada nas Figuras 6 e 7.

### 5.2 Interpretação Paleoambiental do Intervalo

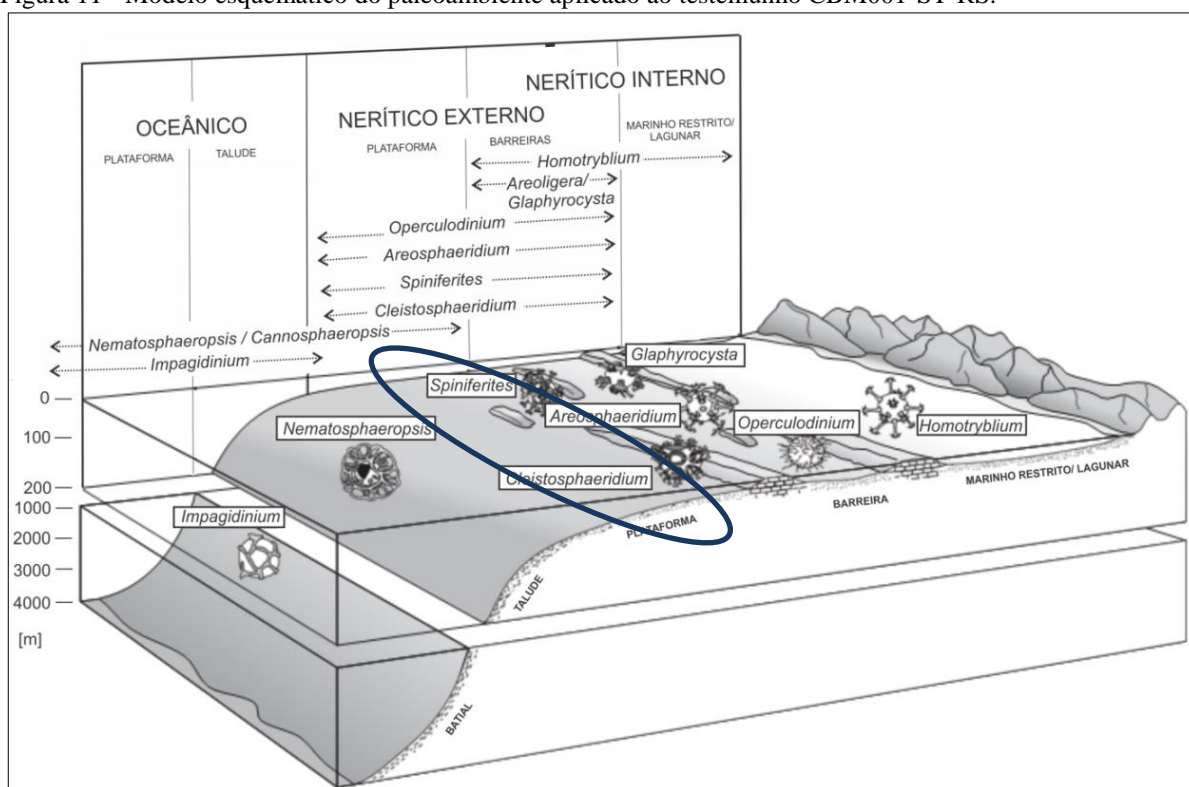
O intervalo entre 366,75 e 362,50 m é formado por conglomerados areníticos (Gm), arenitos médio a grosso, com estratificação cruzada de baixo ângulo (Sl) e arenito fino (S).

Arenitos e conglomerados costumam apresentar algum grau de porosidade, a matéria orgânica presa nos poros destas rochas é oxidada, obliterando possíveis microfósseis orgânicos depositados, o que torna o intervalo infértil (TRAVERSE, 1998). Desta forma espera-se a não preservação da matéria orgânica para este intervalo, o que explica a quantidade extremamente baixa de palinomorfos para o nível MPP13582. Ocorre para este nível apenas 14 espécimes de cistos de gonyaulacoides típicas de ambiente costeiro, como por exemplo *Brigantedinium* spp. No entanto, observa-se para este intervalo que o IMP é positivo, indiciando influência marinha no intervalo.

O intervalo que abrange de 365,75 a 350,65 m é formado por uma sucessão de folhelhos laminados (FI), intercalado por arenitos (S) e por um conglomerado clasto suportado (Gmm). Conchas fragmentadas são encontradas em todas as fácies, o que sugere a ação de ondas. Associação de fácies semelhantes são descritas em trabalhos clássicos de cunho estratigráfico (DIAS et al., 1994), onde através de dados de furos de sondagem sistemas de leques aluviais passam diretamente para sistemas marinhos, em ambiente nerítico, indicando uma tendência regressiva, durante o Mioceno. Para Bueno et al. (2007), a porção miocênica da bacia corresponde a uma sequência regressiva, onde os siltitos e arenitos finos da Fm. Cidreira progradam sobre os pelitos da Fm. Imbé.

Para o intervalo supracitado são encontrados com maior frequência cistos de dinoflagelados (Tabela 1, Figura 10). Formas representadas por peridinioides, como *Brigantedinium* spp., *Selenopemphix nephroides*, *Selenopemphix quanta*, *Lejeunecysta* spp., e por gonyaulacoides como *Operculodinium centrocarpum*., *Lingulodinium* spp, *Tuberculodinium vancampoe* e diversas espécies de *Spiniferides* spp., aparecem em todo o intervalo, constituindo os principais indicadores de ambiente marinho plataformal (SLUIJS; APPY; JÖRG PROSS; HENK BRINKHUIS, 2005). (Figura 11).

Figura 11 - Modelo esquemático do paleoambiente aplicado ao testemunho CBM001-ST-RS.



Fonte: Modificado de Sluijs, Appy, Jörg Pross e Henk Brinkhuis (2005).

Formas continentais ocorrem de modo subordinado e correspondem à esporomorfos e fungos terrestres, sendo produto do transporte de sedimentos continentais em direção ao depocentro da bacia. Esta interpretação é corroborada por diversos autores, como Silva et al. (2011, 2015) que encontram associação semelhante, para o Neógeno, na Bacia de Pelotas e interpretam como ambiente plataformal, nerítico médio a externo. Para Premaor (2016) se observa a no intervalo miocênico da Bacia de Pelotas a importante contribuição de elementos marinhos, em especial cistos de dinoflagelados e secundariamente elementos continentais, como grãos de pólen e esporos.

O IMP é positivo durante todo o intervalo (Tabela 2), indicando influência marinha. Os valores calculados variam de 275 até o máximo de 4.917. Flutuações nos valores de IMP são esperadas, tendo em vista que para o mesmo ponto o nível de base e o nível do mar variam constantemente, acumulando ora mais ora menos formas marinhas, porém mantendo continuamente o caráter marinho à sucessão. Tais variações podem ser atribuídas a diferenças no acúmulo e preservação da matéria orgânica nos sedimentos, refletindo assim diferenças na recuperação de palinomorfs.

Baseando-se no conteúdo palinológico, em especial a grande quantidade de cistos de dinoflagelados, e na associação de fácies, o intervalo é entendido com parte de um sistema plataformal marinho dominado.

Assim, os dados apresentados apontam para interpretação de um sistema de plataforma marinha, possivelmente dominado por onda, na porção nerítico da bacia. Esta interpretação é corroborada pela presença de conchas, que foram s pela ação das ondas e depositadas em porções mais distais. Variações no IMP são atribuídas às mudanças no nível de base e conferem ao conjunto estudado o caráter de sistema francamente marinho. Interpretações mais detalhadas são inviabilizadas tendo em vista o intervalo relativamente curto (15,75 m) e ao testemunho se encontra relativamente obliterado.

### **5.3 Considerações sobre a Idade**

Com base na presença de cistos de dinoflagelados e de ascomas de fungo, procurou-se estabelecer uma idade relativa para a sucessão.

É observada no intervalo a presença de ascoma de fungos, *Parmatrhyrites* sp. encontrado na bibliografia para idades até o Mioceno (KALGUTKAR; JANSONIUS, 2000;

SAXENA; TRIPATHI, 2011). Cistos de dinoflagelados da espécie *Hystrichosphaeropsis obscura* são encontrados na sucessão e descritos na literatura como limite superior do Mioceno médio para as Formações Cidreira e Imbé (PREMAOR, 2016). No Brasil a *Zona Hystrichosphaeropsis obscura* (ZHo) é registrada apenas no trabalho de Premaor (2016) e parcialmente correspondente em trabalhos no Hemisfério Norte (COSTA; MANUM, 1988; POWELL, 1992; DE VERTEUIL; NORRIS, 1996; KOTHE; PIESKER, 2007).

É registrado pontualmente, no nível 351,20 m, um espécime mal preservado de grão de pólen monossacado, não identificado em nível de espécie, de idade atribuída ao Paleozoico. A proveniência desta forma provavelmente vem da Bacia do Paraná, pela proximidade da área de estudo.



## 6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises palinológicas em 19 níveis do poço CBM001-ST-RS, localizado na Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul, Bacia de Pelotas, levaram ao reconhecimento de um paleoambiente marinho plataformar. Esta interpretação é atribuída em especial pela alta razão de elementos marinhos, como cistos de dinoflagelados e palinoforaminíferos. O IMP varia positivamente mostrando seu caráter marinho para todo o intervalo.

A idade, baseada em fungos e cisto de dinoflagelados, aponta para o Mioceno. Ainda, o intervalo não apresenta retrabalhamento significativo tendo em vista que foi encontrando de maneira pontual um espécime retrabalhado.

Assim, a palinologia constituiu uma ferramenta satisfatória para interpretação do paleoambiente, apresentando um potencial para estudos taxonômicos e bioestratigráficos. Contudo é observada a limitação das interpretações paleoambientais, tendo em vista o pequeno intervalo abordado (15,75 m).

Por fim é observado que a hipótese inicial levantada neste trabalho, onde sugere um paleoambiente deltaico, não se confirmou, tendo em vista a baixa quantidade de elementos continentais, o que não é esperado em sistemas deltaicos.

Sugere-se para a continuação deste trabalho que os níveis palinológicos sejam estudados em nível de gênero e espécie a fim de refinar o dado e as interpretações. Ainda é sugerido que trabalhos futuros realizem análise granulométrica nas amostras, a fim de estudar a influência da granulometria de cada nível na preservação da matéria orgânica.

## 7. REFERÊNCIAS

ARAI, M.; LANA, C. Capítulo 7 Dinoflagelados. *Palentologia: microfósseis invertebrados v. 2*. P. 139-166, 2011.

ARAI, M.; MASURE, E.; LEMOS, V. B. Occurrence of a high-diversity Aptian microphytoplanktonic assemblage in Pelotas Basin (Southern Brazil): its implication for the Early Cretaceous history of the South Atlantic. **Simpósio do Cretáceo do Brasil**, v. 7, n. 2006, p. 12, 2006.

ARAI, M. **Sucessão das associações de dinoflagelados (Protista, Pyrrhophyta) ao longo das colunas estratigráficas do Cretáceo das bacias da margem continental brasileira: uma análise sob ponto de vista paleoceanográfico e paleobiogeográfico**. 2007. 252. f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007

BARBOZA, E. G.; ROSA, M. L. C. C.; AYUP-ZOUAIN, R. N. Cronoestratigrafia da Bacia de Pelotas: uma revisão das seqüências deposicionais. **Gravel**, v. 6, n. 1, p. 125-138, 2008.

BUENO, G. V. et al. Bacia de Pelotas. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, v. 15, p. 551-559, 2007.

CARREÑO, A. L.; COIMBRA, J. C.; SANGUINETTI, Y. T. Biostratigraphy of the late Neogene and Quaternary ostracodes in the Pelotas basin, southern Brazil. **Gaia**, v. 14, p. 33-43, 1997.

CARREÑO, A. L.; COIMBRA, J. C.; DO CARMO, D. A. Late Cenozoic sea level changes evidenced by ostracodes in the Pelotas Basin, southernmost Brazil. **Marine Micropaleontology**, v. 37, n. 2, p. 117-129, 1999.

CLOSS, D. Estratigrafia da Bacia de Pelotas, Rio Grande do Sul. **Iheringia (Série Geologia)**, v. 3, p. 3-76, 1970.

COLLINSON, J D. The sedimentology of the Grindslow Shales and the Kinderscout Grit: a deltaic complex in the Namurian of northern England. **Journal of Sedimentary Research**, v. 39, n. 1, 1969.

COSTA, L. I.; MANUM, S. B. The description of the interregional zonation of the Paleogene (D1–D15) and the Miocene (D16–D20). **The Northwest European Tertiary Basin. Results**

of the **International Geological Correlation Programme, Project**, n. 124, p. 321-330, 1988.

DALE, B. Cyst formation, sedimentation, and preservation: factors affecting dinoflagellate assemblages in recent sediments from Trondheimsfjord, Norway. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 22, n. 1, p. 39-60, 1976.

DE VERNAL, A.; MARRET, F. Chapter 9 Organic-walled dinoflagellate cysts: tracers of sea-surface conditions. **Developments in marine geology**, v. 1, p. 371-408, 2007.

DE VERTEUIL, L.; NORRIS, G. **Miocene dinoflagellate stratigraphy and systematics of Maryland and Virginia**. Micropaleontology Press, 1996.

DIAS, J. L. et al. Bacia de Pelotas. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 8, n. 1, p. 235-245, 1994.

DOS ANJOS-ZERFASS, G. S.; DE SOUZA, P. A.; CHEMALE JR, F. Biocronoestratigrafia da Bacia de Pelotas: estado atual e aplicação na geologia do petróleo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38, n. 2 suppl, p. 47-62, 2008.

ELSIK, W.C. Chapter 10 Fungi. *In*: JANSONIUS, J.; MCGREGOR, D.C. (Org. s.) **Palynology principles and applications**. Salt Lake: Publishers Press, 1996. p. 293-306. (American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation).

FÉLIX, C. M.; DE SOUZA, P. A. Acritarcos (grupo acritarcha Evitt 1963): conceitos gerais, aplicações e importância na análise estratigráfica do intervalo pennsylvaniano e permiano da Bacia do Paraná. **Revista do Instituto Geológico**, v. 33, n. 1, p. 71-88, 2012.

FENSOME, R. A.; WILLIAMS G. L. A classification of living and fossil dinoflagellates. **Micropaleontol. Spec. Public.**, v. 7, p. 351, 1993.

FENSOME, R. A. The Lentin and Williams Index of Fossil Dinoflagellates (Contribution Series Number 42). **Dallas, TX: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation**, 2004.

FERNANDES, J. M. G. **O gênero Uvigerina (Foraminiferida) do Cenozóico superior na Bacia de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil**. 1975. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1975

FISCHER, T. V. et al. Associações palinológicas do Paleógeno da Bacia de Pelotas (Poço BP-1, Brasil) e seu significado estratigráfico. **Geociências (São Paulo)**, v. 32, n. 4, p. 677-695, 2013.

FONTANA R. L. Investigações Geofísicas Preliminares sobre o Cone do Rio Grande, Bacia de Pelotas, Brasil. In: SIMPÓSIO SULBRASILEIRO DE GEOLOGIA, 4., 1989. **Acta...** Porto Alegre: SBG, 1979 v 2, p, 161-170.

GOMIDE, J. Bacia de Pelotas: biocronoestratigrafia baseada em nanofósseis calcários. In: **SBP, Congresso Brasileiro de Paleontologia**. 1989. p. 338-351.

GONÇALVES, H. M. S.; DEHNHARDT, B. A. Interpretação do testemunho T-101,(32 05'S; 47 35'W) com base em nanofósseis calcários-cone de Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 29, n. 4, p. 527-532, 1999.

HEAD, M. J. Chapter 30 Modern dinoflagellate cysts and their biological affinities; In: JANSONIUS, J.; MCGREGOR, D.C. (Org. s.). **Palynology: principles and applications**, Salt Lake: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 1996. p. 1197-1248.

HELENES, Javier; DE GUERRA, Clara; VASQUEZ, Javier. Palynology and chronostratigraphy of the Upper Cretaceous in the subsurface of the Barinas area, western Venezuela. **AAPG bulletin**, v. 82, n. 7, p. 1308-1328, 1998.

JARZEN D. M.; NICHOLS D. J. Chapter 9 Pollen. In: JANSONIUS J.; MCGREGOR D. C. (Org. s). **Palynology: principles and applications**, Salt Lake: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 1996. p. 261-291.

KALGUTKAR, R. M.; JANSONIUS, J. Synopsis of fossil fungal spores, mycelia and fructifications. **American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation**, Dallas, 2000.

KOTHE, A.; PIESKER, B. Stratigraphic distribution of Paleogene and Miocene dinocysts in Germany. **Revue de Paléobiologie**, v. 26, n. 1, p. 1, 2007.

KOUTSOUKOS, E. A. M. Geohistória e paleoecologia das bacias marginais de Florianópolis e Santos. In: **XXXII Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador—BA. Soc Bras Geol**. 1982. p. 2369-2382.

LEWIS, J.; DODGE, J. D.; POWELL, A. J. Quaternary dinoflagellate cysts from the upwelling system offshore Peru, Hole 686B, ODP Leg 112. In: **Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results**. National Science Foundation, 1990. p. 297-322.

MATTHIESSEN, J. et al. Modern organic-walled dinoflagellate cysts in arctic marine environments and their (paleo-) environmental significance. **Paläontologische Zeitschrift**, v. 79, n. 1, p. 3-51, 2005.

MIALL, A. D. Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: a summary Geological Survey of Canada. P.597-604, 1977.

MILANI, E. J. et al. Petróleo na margem continental brasileira: geologia, exploração, resultados e perspectivas. **Brazilian Journal of Geophysics**, v. 18, n. 3, p. 351-396, 2000.

MONTENARI, M.; LEPPIG, U. The Acritarcha: their classification morphology, ultrastructure and palaeoecological/palaeogeographical distribution. **Paläontologische Zeitschrift**, v. 77, p. 173-194, 2003.

ORNELAS LP. **Os ostracodes e seu significado na interpretação dos eventos cenozóicos na Bacia de Pelotas, RS. Transgressões, Regressões, Paleoecologia e Bioestratigrafia.** Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p 218, 1981.

PLAYFORD, G.; DETTMANN, M. E. Chapter 8 Spores. In: JANSONIUS J.; MCGREGOR D. C. (Org. s). **Palynology: principles and applications.** Salt Lake: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 1996. p. 227-260.

POWELL, A. J. Dinoflagellatecysts of the Tertiary System; In: POWELL, A. J (Ed) A stratigraphic index of dinoflagellate cysts. **British Micropalaeontological Society Publication Series**, 1992. p. 155-251.

PREMAOR, E. et al. Palinomorfos do Campaniano (Cretáceo Superior) da Bacia de Pelotas, Rio Grande do Sul: implicações bioestratigráficas e paleoambientais. **Pesquisas em Geociências**, v. 37, n. 1, p. 63-79, 2010.

PREMAOR, E. **Bioestratigrafia das associações de cistos de dinoflagelados do Cretáceo Inferior (Albiano) ao neógeno (Plioceno) da Bacia de Pelotas, Brasil.** 2016. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

SANGUINETTI, Y. T. Tafofáunula de Ostracodes e Bioestratigrafia do Mioceno da Bacia de Pelotas. Rio Grande do Sul. **Porto Alegre**, 1974.

SANGUINETTI, Y. T. Bioestratigrafia (ostracodes) do Mioceno da Bacia de Pelotas, Rio Grande do Sul. **Pesquisas**, v. 13, p. 7-34, 1980.

SAXENA, K.; TRIPATHI, M. Indian fossil fungi. **The Palaeobotanis**, v. 60, p. 1-208, 2011.

SILVA, W. G. et al. Palinomorfos Neogenos do poço 2-CA-1-RS, Bacia de Pelotas, Brasil: significado bioestratigráfico e paleoecológico. **Geologia USP. Série Científica**, v. 11, n. 1, p. 149-169, 2011.

SILVA, W G. et al. Biochronostratigraphy and paleoenvironment analysis of Neogene deposits from the Pelotas Basin (well 2-TG-96-RS), Southernmost Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, n. 3, p. 1565-1582, 2015.

SLUIJS, A.; PROSS, J. BRINKHUIS, H. From greenhouse to icehouse; organic-walled dinoflagellate cysts as paleoenvironmental indicators in the Paleogene. **Earth-Science Reviews**, v. 68, n. 3, p. 281-315, 2005.

STANCLIFFE, R. P. W. Microforaminiferal linings: their classification, biostratigraphy and paleoecology, with special reference to specimens from British Oxfordian sediments. **Micropaleontology**, 1989. p. 337-352.

STANCLIFFE, R. P. W., 1996 Chapter 13D Miscellaneous. Microforaminiferal linings. In: JANSONIUS J., MCGREGOR D. C. (Org. s). **Palynology: principles and applications**. Salt Lake: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 1996. p. 373-379.

STROTHER, P. K. Chapter 5 Acritarchs. In: JANSONIUS J.; MCGREGOR D. C. (Org. s). **Palynology: principles and applications**. Salt Lake: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation. p. 81-106, 1996.

SOUZA, Paulo A.; FÉLIX, Cristina M.; SALDANHA, Marla S. A new taxonomic and systematic approach on the Gondwana genus *Portalites* Hemer and Nygreen 1967. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 231, p. 23-32, 2016.

SZANIAWSKI, H., Chapter 12 Scolecodonts. In: JANSONIUS J., MCGREGOR D. C. (Org. s). **Palynology: principles and applications**. Salt Lake: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 1996.p.337-352.

THIESEN, Z. V. **Bolivinitidae e Caucasinidae (Foraminiferida) do Cenozóico superior da Bacia de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil**. 1975 Dissertação (Mestrado em Geociências) -

Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1975.

TRAVERSE, A. Palynological laboratory techniques. **Paleopalynology**. **Unwin Hyman Press, Boston**, p. 445-491, 1988.

TYSON, R. **Sedimentary Organic Matter ,organic facies and palynofacies**. Amsterdam: Springer 1995.

VILELA, C. G. Foraminíferos In: CARVALHO, I. S Paleontologia: Microfósseis Paleoinvertebrados. 3ª Edição. Rio de Janeiro: **Editora Interciência**, 2011. Volume 2, p. 53-68

WILLIAMS, D. B.; SARJEANT, W. A. Organic-walled microfossils as depth and shoreline indicators. **Marine Geology**, v. 5, n. 5-6, p. 389-412, 1967

WOOD, G. D.; GABRIEL, A. M.; LAWSON, J. C. Palynological techniques—processing and microscopy. **Palynology: principles and applications**, v. 1, p. 29-50, 1996.

## 8. ANEXOS

Fichas de correção:

### GEO 03015 – PROJETO TEMÁTICO EM GEOLOGIA III

<b>Título da Monografia:</b> Palinomorfos do Mioceno da Bacia de Pelotas (Poço CBM001-ST-RS) e seu Significado Paleoambiental
<b>Autor:</b> Thaysa Loreni Colman de Moraes
<b>Orientador(es):</b> Prof. Dr. Paulo Alvez de Souza
<b>Nota final (1 até 10):</b> 8,5
<b>Examinador:</b> Dr. Anderson José Maraschin
<b>Data:</b> 18/12/2017

		Sim	Não	Em parte
1	O título é informativo e reflete o conteúdo da monografia?	X		
2	O resumo do trabalho informa sobre os tópicos essenciais da monografia?	X		
3	As ilustrações são úteis e adequadas?	X		
4	O manuscrito apresenta estrutura organizada?	X		
5	A introdução apresenta os fundamentos para o restante do texto da monografia?	X		
6	Os materiais e métodos são descritos adequadamente?	X		
7	Os resultados são de qualidade e mostrados concisamente?	X		
8	As interpretações e conclusões são baseadas nos dados obtidos?	X		
9	As referências são convenientes e usadas adequadamente?	X		
10	O manuscrito possui boa redação (digitação, ortografia e gramática)?			X

Comentários adicionais: Em termos científicos, o estudo desenvolvido na Monografia contribuiu para um melhor entendimento referente ao preenchimento sedimentar da Bacia de Pelotas durante o Mioceno, além de comprovar a viabilidade da Palinologia como indicadora paleoambiental e para datação relativa. Em termo de estruturada, a Monografia está muito bem organizada, porém, necessita de correções gramaticais e pontuação (essencialmente a posição da vírgula). Demais sugestões e observações foram satisfatoriamente atendidas durante a arguição. Assim, parabeno a aluna, seu orientador e supervisor pela qualidade científica do estudo.

Examinador Anderson não solicitou nenhuma correção



### GEO 03015 – PROJETO TEMÁTICO EM GEOLOGIA III

<b>Título da Monografia:</b> Palinomorfos do Mioceno da Bacia de Pelotas (Poço CBM001-ST-RS) e seu significado paleoambiental
<b>Autor:</b> THAYSA LORENI COLMAN DE MORAIS
<b>Orientador(es):</b> Paulo Alvez de Souza Eduardo Premaor
<b>Nota final (1 até 10):</b> 8,5
<b>Examinador:</b> Renata dos Santos Alvarenga
<b>Data:</b> 18/12/2017

		Sim	Não	Em parte
1	O título é informativo e reflete o conteúdo da monografia?			X
2	O resumo do trabalho informa sobre os tópicos essenciais da monografia?	X		
3	As ilustrações são úteis e adequadas?			X
4	O manuscrito apresenta estrutura organizada?			X
5	A introdução apresenta os fundamentos para o restante do texto da monografia?	X		
6	Os materiais e métodos são descritos adequadamente?			X
7	Os resultados são de qualidade e mostrados concisamente?			X
8	As interpretações e conclusões são baseadas nos dados obtidos?	X		
9	As referências são convenientes e usadas adequadamente?	X		
10	O manuscrito possui boa redação (digitação, ortografia e gramática)?			X

Página	Correções obrigatórias
Capa	Trocar o título da monografia para; “ Palinomorfos do Mioceno no Poço CBM001-ST-RS, Bacia de Pelotas e seu significado paleoambiental
14	No 1º parágrafo não informa que as formações Botucatu e Serra Geral pertencem à Bacia de Pelotas (olhar a carta – figura 2)
14	Verificar a espessura do correto intervalo de estudo (364,35 – 350,65m) ou (350-365,75m)?
17	Colocar o Contexto Geológico e Localização da área de estudo como Título 2
18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arrumar Figura 1, pois a figura não apresenta as informações dadas no texto sobre a Bacia de Pelotas, inserir também nesta figura a Bacia do</li> </ul>

	<p>Paraná. Fazer um zoom para a área de estudo, pois não há como identificar o contexto geológico da área.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trazer o texto da página 28 (item 3.1 – seleção da área de estudo) para este item</li> <li>• Falta referenciar trabalhos no 1º e 2º parágrafo</li> </ul>
19	<p>Melhorar a descrição da Fm. Cidreira (último parágrafo) é foco do trabalho e apresenta uma descrição muito sucinta (apenas 3 linhas) em comparação as outras Fm.</p>
20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Figura 2, muito pequeno o texto e mau se lê. Sugestão: colocar esta figura em A4 paisagem</li> <li>• Iniciar o estado da arte aqui! Porém o item 2.2 poderia ser chamado de: “Trabalhos anteriores com enfoque Paleontológico no Intervalo do Mioceno na Bacia de Pelotas” e ser adicionado após o item 2.3 – Palinologia.</li> </ul>
22 à 27	<p>Texto muito bem descrito, porém faltou figuras esquemáticas para o leitor compreender a morfologia das espécies, e também um exemplo didático (de livro) das espécies para todos os subitens (2.3.11 à 2.3.1.7) Sugestão de figura: Parte A com a morfologia e Parte B com o exemplo.</p>
28	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A partir desta reconfiguração de títulos e subtítulos renumerar os próximos itens.</li> <li>• Melhorar o item descrição de testemunhos</li> </ul>
29	<p>Parágrafo: “As fácies foram AGRUPADAS em... A associação de fácies busca entender o AMBIENTE DEPOSICIONAL....”</p>
30	<p>Especificar no texto (1º parágrafo) a quantidade / volume inicial de amostra.</p>
32	<p>No item: “Preparação das lâminas” incluir uma figura da lâmina confeccionada.</p>
34	<p>Faltou explicar se o somatório é feito com todas as espécies identificadas.</p>
35	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2º parágrafo: “As fácies des critas FORAM fotografadas... (Figura 8 é referente as espécies w não as fácies (fig 7) E esse texto deve ir para a <u>METODOLOGIA</u>.</li> <li>• 3º PARÁGRAFO (última frase) Não se mede estruturas em testemunhos, pois não se sabe a orientação dos mesmos... Retirarr a frase</li> <li>• Item 4.2 Fácies e A. Fácies – última frase solat colocar o resultado aqui.</li> </ul>

36	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fig 6. Verificar a prof. Basal do testemunho, pois não confere com a escala. Colocar outra coluna e demarcar os 2 intervalos citados no texto de Discussão de Resultados.</li> <li>• Colocar uma linha que separa a indicação de ambiente marinho e terrestre na coluna do índice de Marinidade</li> </ul>
37	Fig 7 Legenda: Tabela de fácies do testemunho... Ordenar a tabala conforme a granulometria e colocar escala nas fácies
39	Estampas??? O que é??? (colocar como título. Colocar a explicação das características morfológicas que determinaram esta classificação
40	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fig. 8 Incluir na legenda A), B)...</li> <li>• colocar a escala nas espécies.</li> </ul>
41	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fig9. Incluir coluna para identificar os intervalos mencionados</li> <li>• Ver a profundidade basal do testemunho</li> </ul>
46	Fig 10. Onde está o poço no modelo. Colocar o poço.
48	Ultimo parágrafo necessita de um mapa para comprovar a proximidade da área de estudo com a Bacia do Paraná.
50, 51, 53 e 54	Retirar os et al e colocar os nomes de todos os autores.

Examinadora Renata:

Página	Correção
Capa	Atendida
14	Atendida
17	Não se aplica em trabalhos de palinologia
18	Atendida
19	Atendida
20	Parcialmente atendida.
22 a 27	Atendida
28	Não se aplica em trabalhos de palinologia
29	Atendida
30	Atendida
32	Não se viu necessidade de tal foto
34	Atendida
35	Atendida
36	Parcialmente atendida
37	Parcialmente atendida
39	Não se aplica em trabalhos de palinologia
40	Não é usual em trabalhos de palinologia
41	Parcialmente atendida
46	Atendida
48	Não é usual em trabalhos de palinologia
50 a 54	Não atendida por estar em concordância com a norma da disciplina.

## GEO 03015 – PROJETO TEMÁTICO EM GEOLOGIA III

<b>Título da Monografia:</b>	
PALINOMORFOS DO MIOCENO DA BACIA DE PELOTAS (POÇO CBM001-ST-RS) E SEU SIGNIFICADO PALEOAMBIENTAL	
<b>Autor:</b> Thaysa Loreni Colman de Moraes	
<b>Orientador(es):</b> Prof. Dr. Paulo Alves de Souza	
<b>Nota final (1 até 10):</b> 8,5	
<b>Examinador:</b> Rosalia Barili	<b>Data:</b> 18/12/2017

		Sim	Não	Em parte
1	O título é informativo e reflete o conteúdo da monografia?	X		
2	O resumo do trabalho informa sobre os tópicos essenciais da monografia?			X
3	As ilustrações são úteis e adequadas?	X		
4	O manuscrito apresenta estrutura organizada?	X		
5	A introdução apresenta os fundamentos para o restante do texto da monografia?	X		
6	Os materiais e métodos são descritos adequadamente?	X		
7	Os resultados são de qualidade e mostrados concisamente?	X		
8	As interpretações e conclusões são baseadas nos dados obtidos?	X		
9	As referências são convenientes e usadas adequadamente?			X
10	O manuscrito possui boa redação (digitação, ortografia e gramática)?			X

Página	Correções obrigatórias
	O Resumo precisa apresentar menos metodologia e mais resultados e conclusões
18-19	Inserir mais referências ao longo do texto
22-27	Inserir fotos/figuras de exemplos para cada item.
44	A figura citada do texto não é a correta. Seria a figura 6 ao invés da 7?

Examinadora Rosalia

Página	Correção
Resumo	Atendida
18-19	Atendida
22 a 27	Atendida
44	Atendida