

5º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

ANÁLISE FACIOLÓGICA DE ROCHAS MICROCLÁSTICAS DA FORMAÇÃO PONTA GROSSA EM UM SISTEMA PETROLÍFERO DEVONIANO (BACIA DO PARANÁ).

AUTORES:

Ana Paula C. HUGUENIN 1,2,3; Thiago G. CARELLI 1,4; Leonardo BORGHI 1.

INSTITUIÇÃO:

Laboratório de Geologia Sedimentar (Lagesed) - UFRJ

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 5º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 5º PDPETRO, realizado pela a Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 15 a 22 de outubro de 2009, em Fortaleza-CE. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 5ºPDPETRO.

ANÁLISE FACIOLÓGICA DE ROCHAS MICROCLÁSTICAS DA FORMAÇÃO
PONTA GROSSA EM UM SISTEMA PETROLÍFERO DEVONIANO
(BACIA DO PARANÁ).

Abstract

This study aims a sedimentologic analysis of the Ponta Grossa Formation shales from the Devonian of the Parana Basin, based on the characterization of microfacies, in order to assess the sealing rocks quality in a proposed Ponta Grossa-Furnas (?) petroleum system. Seven thin sections (samples for the Northwestern border, Chapada dos Guimarães), were petrographically analysed, emphasizing in texture, (proportion clay:silt:sand) and sediment organization / microstructures / orientation of micas. Five microfacies were recognized, being sandy silt (Sa) and four clayey silt (Sbf, Sm, Sma and Sch). The size distribution analysis revealed high levels of silt content in all these samples, with an average of 56.4% for the samples, pointing to a poor quality of these rocks as seal. However, it is pointed out the possibility that they can constitute potentially *gas shale*.

Key-Words: Ponta Grossa Formation; seal rock; shales.

1 Introdução

O papel das rochas microclásticas em um sistema petrolífero nem sempre é de fácil compreensão. Usualmente são reconhecidas ora como geradoras ora como selantes, muito embora possam constituir-se em reservatórios de baixa permeabilidade (*gas shales*). A bacia do Paraná, considerada de fronteira exploratória pela ANP, apresenta o sistema petrolífero Ponta Grossa–Furnas(?), contido em sua Sequência Devoniana, na qual as rochas microclásticas (“folhelhos”) da Formação Ponta Grossa comparecem não só como geradoras (efetivas na bacia), mas também como selantes. O reconhecimento da qualidade sedimentológica destas rochas, ainda não discutida na literatura geológica, permite determinar heterogeneidades que influem na sua qualidade como selantes e/ou geradoras e quiçá como reservatórios; e, desta forma, avaliar seu “papel” até mesmo em um sistema petrolífero Ponta Grossa–Ponta Grossa (?). A análise sedimentológica dessas rochas requer estudos petrográficos (microfácies), pouco frequentemente aplicados (até mesmo pela dificuldade técnica de confecção das lâminas), o que torna o assunto em um tema de fronteira de pesquisa. O estudo busca justamente caracterizar microfácies de amostras da Formação Ponta Grossa com a finalidade de caracterizar seu papel dentro de um sistema petrolífero.

2 Material e método

A caracterização das microfácies foi desenvolvida com base na descrição de 7 lâminas delgadas de folhelhos da Formação Ponta Grossa coletadas na borda Noroeste (Chapada dos Guimarães – MT, a qual foi escolhida pela pouca ou quase ausência de informações a cerca da mesma), em microscópio petrográfico de luz fotônica transmitida/polarizada (ZEISS Axioskop 40), observando-se, principalmente a textura e trama das rochas, mais particularmente, proporção argila:silte:areia, organização sedimentar da lâmina, microestruturas e orientação das micas, associado à composição mineralógica. Foi realizada a contagem de 300 pontos em cada lâmina, para determinação granulométrica e composicional (Tabelas 1 e 2, respectivamente), obtendo-se também uma relação da percentagem de poros para cada lâmina. Foi escolhida a região de Chapada dos Guimarães devido a ausência ou pouca informação referente as rochas microclásticas da borda noroeste

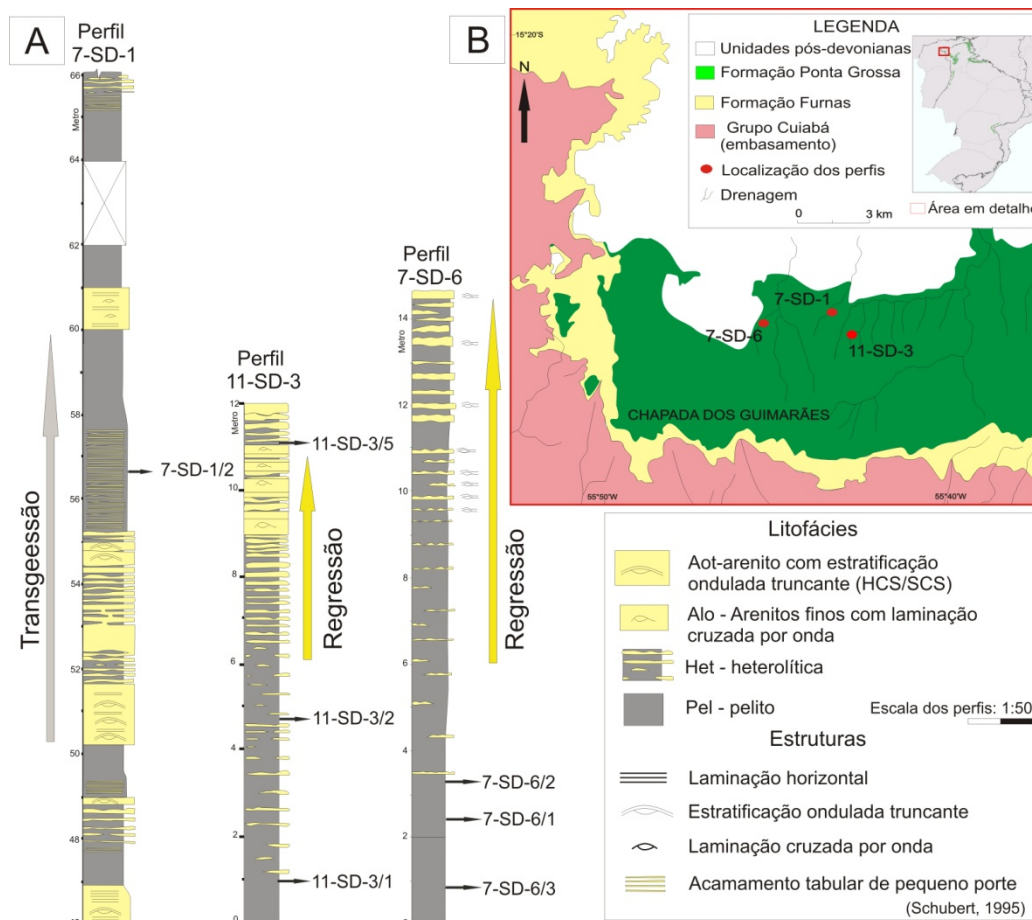


Figura 1 - Localização do material de estudo da borda Noroeste da bacia do Paraná. (A) Perfis mostrando a localização das lâminas analisadas neste trabalho. É possível observar as parassequências que compõem a Formação Ponta Grossa (a seta cinza corresponde a uma transgressão e as amarelas correspondem a regressões) e (B) Mapa de localização das amostras coletadas em Chapada dos Guimarães, MT. (amostra 7-SD-1/2, localizada no Córrego Vassoural/Morrinhos; amostras 11-SD-3/1, 11-SD-3/2 e 11-SD-3/5 localizadas no Rio Aspiral; amostras 7-SD-6/1, 7-SD-6/2 e 7-SD-6/3 localizadas na Cachoeira do Tronco (SCHUBERT, 1995)).

3 Contexto geológico

A Formação Ponta Grossa insere-se na supersequência Paraná, compondo junto com a Formação Furnas, o Grupo Paraná (MILANI, 1997) (q.v. Figura 2). Constitui-se de folhelhos, lutitos, folhelhos silticos e argilitos, siltitos, micáceos, finamente laminados e localmente carbonosos, piritosos, de cor cinza escuro a preto e arenitos finos, com marcas onduladas (SCHNEIDER *et al.*, 1974) e estratificações cruzadas monticuladas (*hummocky cross stratification* – HCS). Suas rochas são frequentemente bioturbadas e contêm abundantes micro- e macrofósseis, dentre os quais os que compõem a Fauna Malvinocáfrica. Seu paleoambiente é considerado marinho raso sob influência de ondas de tempestade. Sua idade é Praguiano-Fameniano, determinada através do estudo de esporos fósseis (LOBOZIAK *et al.*, 1995).

Schubert (1995), aplicando o conceito de Estratigrafia de Sequências, estabelece um trato de sistemas transgressivo (perfil 7-SD-1, Figura 1A), reconhecendo parassequências (trato regressivo) – Figura 1A. Em análise dos estratos devonianos aflorantes na região de Chapada dos Guimarães, o paleoambiente sedimentar de plataforma externa (costa-afora), portanto abaixo da ação de ondas normais e acima da ação de ondas de tempestade; por isso, a grande ocorrência de intervalos arenosos. Além disso, nesta região foi possível observar a zona de intervalo lepidophyta-nitidus (LN), no topo da formação posicionando-a na idade neofameniana terminal (q.v. LOBOZIAK *et al.*, 1998).

CRONOESTRATIGRAFIA		LITOESTRATIGRAFIA	
Sistema	Série / Andar		
Devoniano	Fameniano	Formação	Grupo Paraná
	Frasniano		
	Givetiano	Ponta Grossa	
	Eifeliano		
Emsiano	Formação Furnas		
Praguiano			
	Lochkoviano		
Siluriano	Pridoli		
	Ludlow		
	Wenlock		
	Llandovery		

Figura 2 – Coluna estratigráfica do Grupo Paraná.

3 Resultados

3.1 Classificações

Os dados permitiram classificar as amostras como siltitos argilosos e siltitos arenosos, segundo a classificação de Picard (1971). As amostras apresentaram altos teores de argila e silte; e baixos teores de areia (Tabela 1) e sua composição geral mostra que quartzo, micas e material argiloso são os constituintes predominantes, perfazendo, em média, 31%, 7,9% e 20,4%, respectivamente. Entre as micas, muscovitas são mais frequentes (12,1%), seguidas das biotitas (9%) e cloritas (2,6%). Minerais opacos (pirita e hematita) contribuem com 13% e feldspato; com 5,6%. Ocorrem sideritas com média de 5%, além de matéria orgânica, principalmente na forma de algas *Tasmanites* (Tabela 2).

Observe a legenda das tabelas abaixo: (Lm = lâmina, A = argila, S = silte, Amf = areia muito fina, Af = areia fina, P = poro, Q = quartzo, F = feldspato, M = muscovita, B = biotita, Cl = clorita, Sd = siderita, Z = zircão, Agm = argilominerais, O = opacos, Mo = matéria orgânica, T = turmalina e R = rutilo).

Tabela 1 – Dados de análise granulométrica expressos em percentagem (%)
(Veja a localização das lâminas nos perfis da Figura 1A).

Lm	A	S	Amf	Af	P
7-SD-1/2	27	73	---	---	---
7-SD-6/1	31,9	60,5	6,1	1,5	---
7-SD-6/2	41,7	50,8	6,3	1,2	---
7-SD-6/3	49	50	0,6	---	0,4
11-SD-3/1	23,4	66	9,3	---	1,3
11-SD-3/2	39,2	51,5	8,3	---	1
11-SD-3/5	3	45,7	5,4	10,3	34,6

Tabela 2 – Dados de análise composicional expressos em percentagem (%)
(Veja a localização das lâminas nos perfis da Figura 1A).

Lm	Q	F	M	B	Cl	Sd	Z	Am	O	Mo	T	R
7-SD-1/2	23,6	3	6,4	2,6	---	5,4	1	22,5	31,7	3,7	traços	---
7-SD-6/1	22,1	4	10,1	6,5	5	0,7	1,4	26,5	22	1	0,6	---
7-SD-6/2	23,8	5,9	10,1	6,1	3,2	1	traços	25,5	23,1	1,4	traços	---
7-SD-6/3	11,8	3,1	6,8	8,4	7,8	0,9	1,8	36,1	22,9	1,2	traços	---
11-SD-3/1	29	12,7	17,3	8,6	3,8	2,3	2	21	3,3	1,3	traços	---
11-SD-3/2	30,2	5,2	11,2	3,3	4	8,8	0,7	37,3	3,4	2,3	traços	0,2
11-SD-3/5	32	7,6	10,6	traços	---	---	0,9	4,4	34,9	traços	0,5	---

3.2 Microfácies

A descrição de microfácies aplicado neste trabalho é baseada em Brown (1942) e sua aplicação encontra-se amplamente difundido na literatura (q.v. OBLIGADO *et al.*, 2002; ALMON & DAWSON, 2004; DAWSON & ALMON, 2006) mostrando-se bastante eficaz para identificar características que podem ou não, tornar uma rocha microclástica selante ou reservatório, reduzindo assim riscos inerentes à exploração de petróleo. Foram reconhecidas 5 microfácies (Quadro 1), dentre as quais uma (Sa) com características de reservatório e outra (Sma) com característica selante devido ao maior percentual de argila em relação as demais. Estas duas microfácies são aqui detalhadas.

Quadro 1 – Síntese das microfácies sedimentares descritas na Chapada dos Guimarães.

DESIGNAÇÃO	DIAGNOSE	INTERPRETAÇÃO	LÂMINAS
(Sa) Siltito arenoso	Siltito arenoso com camadas delgadas (0,5 cm) em micro-gradação normal, alta porosidade e elevado teor de minerais opacos.	Fluxo turbulento desacelerante de baixa densidade/energia, em ambiente subaquoso	11-SD-3/5
(Sbf) Siltito bioturbado ferruginoso	Siltito argiloso intensamente bioturbado com alto teor de óxido de ferro.	Baixas taxas de acumulação sedimentar em substrato macio-ensopado com posterior ação de organismos escavadores (bioturbação)	7-SD-1/2
(Sm) Siltito maciço	Siltito argiloso com grãos de silte-areia fina dispersos, trama sem orientação e argilominerais bem orientados localmente.	Fluxos de detritos lamosos/fluidal (<i>Slurry</i>)	7-SD-6/1 7-SD-6/2 11-SD-3/2
(Sch) Siltito em acamamento heterolítico	Siltito argiloso com lâminas (cm) em gradação normal, com micro-laminação interna; laminação horizontal com contatos difusos e laminação localmente enrugada.	Fluxo trativo unidirecional, em regime de fluxo inferior subaquoso desacelerante; fluxos pulsáteis, ora com aporte e energia reduzidos favorecendo o desenvolvimento de esteiras microbianas.	11-SD-3/1
(Sma) Siltito muito argiloso	Siltito muito argiloso, com argilominerais bem orientados, e laminações incipientes.	Processo decantativo em ambiente subaquoso com baixa oxigenação, sob ação de organismos e localmente sob influência de pulsos trativos.	7-SD-6/3

Microfácies Sa – Siltito arenoso (Lâmina tipo: 11-SD-3/5)

Siltito arenoso constituído de camadas delgadas (0,5 cm) de silte grosso à silte fino em micro-gradação normal, bases erosivas, elevada quantidade de mineral opaco (34,9%) e alta porosidade visual (>30%). A rocha é composta por minerais opacos (hematita?) e grãos detríticos de quartzo e feldspato (39,6%), além de muscovitas (10,6%), todos geralmente no tamanho silte. Podem ocorrer grãos de areia muito fina a fina (15,7%) dispersos por algumas partes da lâmina ou concentrado em bioturbações. Ocorre siderita com teor de 8,8% e rara presença de argila (3%). As muscovitas e eventuais argilas não possuem orientação preferencial. A bioturbação é moderada e, nas maiores (centimétrica) é notório a presença de óxido de ferro (hematita) precipitado nos poros entre os grãos de areia, além de argila; enquanto que nas menores (milimétricas), são preenchidas apenas por material mais fino (argila-silte fino). O tamanho dos poros varia de 3,9µm a 125µm com predomínio dos poros tamanho 3,9 – 62,5µm (59,3%) (Figura 3-D). Esta é a microfácies de maior porosidade e quantidade de areia (15,7%). A presença de gradação normal sugere deposição sedimentar por fluxo desacelerante (SCHIEBER, 1999) que, associado à granulometria fina, indica ser este de baixa densidade/energia. As superfícies erosivas (Figura 3-A) são interpretadas aqui como uma superfície de *by pass*, uma vez que bioturbações não a atravessam. A presença de areia nestas bioturbações sugere provável existência de fluxos turbulentos, provavelmente de tempestade acumulados em porções distais. Esta microfácies pode ser associada ao intervalo *Tde* de turbiditos oscilatórios de Dott e Bourgeois (1982), relativo a fluxos turbulentos distais. Está contida na Litofácies Het, de Schubert (1995) (q.v Figura 1).

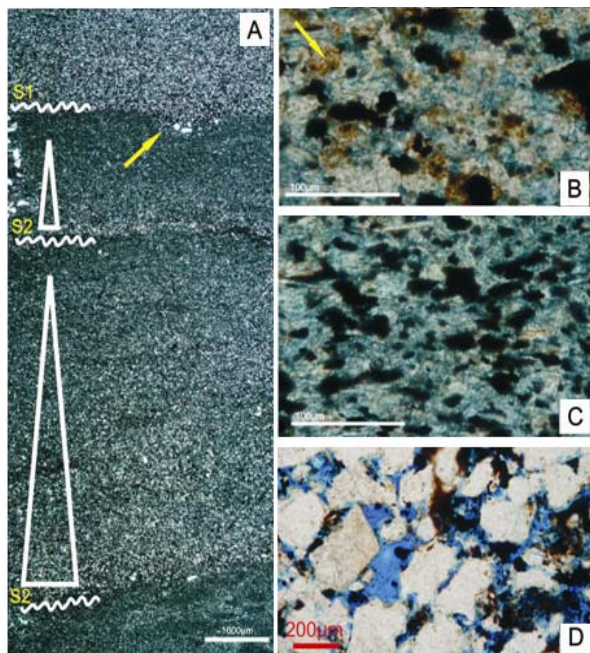


Figura 3-A. Fotomicrografia mostrando camadas delgadas (0,5 cm) em gradação normal. Observar limites erosivos entre as camadas S1, S2 e S3 (S = superfície). Lentes polarizadas cruzadas com aumento de 2,5x. Escala 1000µm.

Figura 3-B. Fotomicrografia mostrando Composição mineralógica acima da S1. Ocorrem quartzo, mineral opaco, algumas micas e sideritas. Setas amarelas indicam sideritas. Lentes polarizadas descruzadas. Aumento de 50x. Escala 100µm.

Figura 3-C. Fotomicrografia mostrando Composição mineralógica abaixo de S1. Ocorrem quartzo, mineral opaco e algumas micas. Lentes polarizadas descruzadas. Aumento de 50x. Escala 100µm.

Figura 3-D. Fotomicrografia mostrando poros preservados na interior da bioturbação e precipitação de óxido de ferro. Lentes polarizadas descruzadas. Aumento de 20x. Escala 200µm.

Microfácies Sma – Siltito muito argiloso (Lâmina tipo: 7-SD-6/3)

Siltito muito argiloso (49%), com argilominerais bem orientados e incipientes laminações. Esta microfácies é bastante argilosa (49%) (figura 4-A). Possui elevado teor de minerais opacos (22,9%), presença de areia muito fina (0,6%) e porosidade de 0,4%. Apresenta-se bioturbada, com material argiloso preenchendo as bioturbações (figura 4-C). Argilominerais bem orientados (Figura 4-B). Singelas escavações e pequenos e descontínuos níveis de silte são encontrados (Figura 4-D). Localmente são identificadas incipientes laminações compostas por intercalação micrométrica de silte e argila (Figura 4-E).

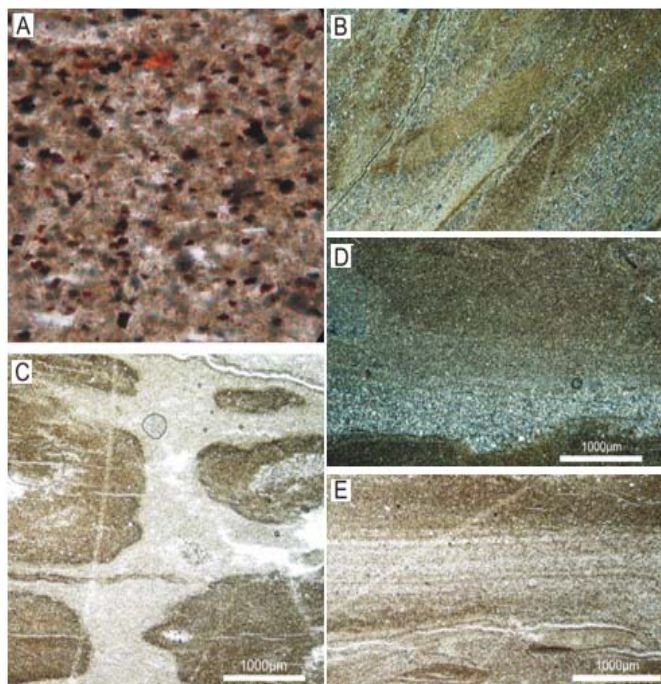


Figura 4-A. Observar trama argilosa, com freqüentes minerais opacos disseminados (hematita (?)). Lentes polarizadas descruzadas. Aumento de 50x. Sem escala.

Figura 4-B. Observar a orientação dos argilominerais, e níveis silticos. Lentes polarizadas cruzadas. Aumento de 2,5x. Sem escala.

Figura 4-C. Fotomicrografias com bioturbações preenchidas por material argiloso. Lentes polarizadas descruzadas. Aumento de 2,5x. Escala 1000µm.

Figura 4-D. Fotomicrografia mostrando Nível siltico com singela escavação associada. Lentes polarizadas cruzadas. Aumento de 2,5x. Escala 1000µm.

Figura 4-E. Fotomicrografia com Laminações incipientes por intercalação de silte e argila. Lentes polarizadas descruzadas. Aumento de 2,5x. Escala 1000µm.

É a microfácies com maior teor de argila (49%). É produto de processos decantativos em ambiente subaquoso com baixa oxigenação, sob ação de organismos, localmente sob influência de pequenos pulsos trativos. Escavações e níveis descontínuos de silte sugerem que o ambiente ora esteve sujeito a fracos pulsos trativos que promoveriam leve oxigenação ao ambiente. Está contida na

Litofácies “Pel” de Schubert (1995). Mesmo sendo muito argilosa, o que implica num ambiente mais distal (q.v. Perfil 7-SD-6 da Figura 1A), ainda sim é possível observar evidência de tração (escavação). A origem da fissilidade em folhelhos é de longa data discutida na literatura, sem que haja, até hoje, uma hipótese definitiva para sua origem. A trama de um folhelho pode ser tanto da deposição de argilas dispersas, quanto do colapso pós-deposicional das argilas floculadas, devido à compactação (POTTER, 2005). O’Brien (1970), mostra que a orientação dos argilominerais implica na maneira como os folhelhos quebram-se, deixando evidente que ausência de fissilidade está relacionada à orientação ao acaso.

3.3 Discussão

A qualidade selante de uma rocha geralmente cresce conforme a quantidade de argila, em comparação com outras fácies selantes. Percentagens altas de silte reduzem a capacidade selante da rocha à medida que permite a preservação de gargantas de poro de diâmetros relativamente grandes (ALMON & DAWSON 2004) além do conteúdo de silte, a organização da trama (se bioturbada, ou laminar) também influencia as características selantes.

Rochas selantes com boa a excelente capacidade são encontrados em folhelhos da parte superior de unidades transgressivas e em alguns intervalos condensados, já as de baixa qualidade são características de folhelhos silticos relativos a tratos de sistemas de mar alto, mar baixo e parte basal de tratos transgressivos (ALMON & DAWSON, 2004). Segundo os mesmos autores, a presença de teores de silte disperso acima de 25%, ou mesmo com baixas taxas (15%) organizado em bioturbações ou em lâminas, causa uma significativa diminuição da capacidade selante. SUTTON *et al.* (2006) identificaram que o conteúdo de silte em potenciais rochas selantes é geralmente importante quando ocorrem em abundância acima de um limiar, o qual estipularam ser em torno de 20%, determinado com base em análise de Pressão Capilar por Injeção de Mercúrio. Acima desse limite, a capacidade selante é degradada.

4 Conclusão

Tendo em vista que os folhelhos analisados neste trabalho foram classificados como siltitos, siltitos argilosos e siltitos arenosos (apresentando microfácies com média de 56,4% de silte) além de areia fina e muito fina, estas não mostram boa qualidade como selantes. Por ser tratar de um ambiente distal esperávamos encontrar maior quantidade de argilas, porém a presença de material de granulometria mais grossa pode ser explicado pela ação de ondas de tempestades (tempestitos) que remobilizariam material mais proximal transportando-os para regiões mais distais. Destaca-se a possibilidade destes folhelhos virem a comportar-se como potencial *gas shale*.

5 Referências bibliográficas

ALMON, W. R. & DAWSON, W. C. Seal Character and Variability Within Deep-Marine Depositional System: Seal Quantification and Prediction. In: AAPG ANNUAL MEETING, 2004, abril, Dallas. Resumos Eletrônicos..., Tulsa: AAPG/Datapages, Inc. Disponível em : <<http://www.searchanddiscovery.net/documents/2004/dawson02/index.htm>>. Acesso em: 05. Setembro. 2007.

BROWN, J. S. Suggested use of the word microfacies . Economic Geology, v. 38; n. 4; p. 325, junho. 1942.

DAWSON, W. C. & ALMON, W. R. Shale facies and Seal Variability in Deepwater Depositional Systems. In: AAPG ANNUAL CONVENTION, 2006, abril, Houston. Resumos Eletrônicos... Tulsa, AAPG/Datapages, Inc. Disponível em: <http://www.searchanddiscovery.net/documents/2006/06052dawson/index.htm>. Acesso em 05. Setembro. 2007.

DOTT, R. H. & BURGEIOIS, J. Hummocky stratification: significance of its variable bedding sequences. Geological Society of America Bulletin. Tulsa. v. 93, p. 663-680, agosto. 1982.

LOBOZIAK, S.; MELO, J.H.G.; STEEMANS, P.; BARRILARI, I.M.R. (1995), Miospore evidence for pré-Emsian and latest Famennian sedimentation in the Devoniano f the Paraná basin, south Brazil. Anais da academia Brasileira de Ciências, 67: 391-392p.

LOBOZIAK, S.; STEEMANS, P.; BORGHI, L (1998), New miospore evidence for a Praguian age of lower Ponta Grossa Formation (Devonian, Paraná basin), at Chapada dos Guimarães, Mato Grosso State, Brazil. (Resumo) Anais da academia Brasileira de Ciências, 70: 382.

MELO, J.H.G. A província Malvinocáfrica no Devoniano do Brasil – Estado Atual de conhecimentos. 1985. 467f. v. 1, 880p., v.2, v.3 182fig. Dissertação (Mestrado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MILANI, E. J. Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental. Instituto de Geociências. 1997. 255 p.Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MOREIRA, M.I.C., BORGHI, L. (1999), Fácies sedimentares e sistemas deposicionais das Formações Alto Garças e Vila Maria na região de chapada dos Guimarães (MT), borda noroeste da bacia do Paraná. Revista Brasileira de Geociências v. 29 (3): 419-428 p.

O'BRIEN, N. R. The fabric of Shale – An electron microscope study. Sedimentology, Southampton. v. 15, p. 229-246, 1970.

OBLIGADO, A.; ETHRIDGE, F. G; SUTTON, S. J; ALMON, W. R & DAWSON, W. C. Sequence Stratigraphy, Shale Characteristics, and Potential for Hydrocarbon Seal Development of the Middle Eocene Juncal Formation, Ventura Basin, Southern California. In: AAPG ANNUAL MEETING, 2002, março, Houston. Tulsa: AAPG/Datapages, inc. Disponível em: <<http://www.searchanddiscovery.net/documents/abstracts/annual2002/DATA/2002/13ANNUAL/SHO RT/44345.pdf>>.

PICARD, M. D.; Classification of fine-grained sedimentary rocks. Journal of sedimentary research v. 41, n. 1, p. 179-195.

POTTER, P. E.; MAYNARD, J. B & DEPETRIS, P. J. Mud and mudstones: introduction and overview. Berlim: Springer-Verlag, 2005. 297p.

SCHIEBER, J. Distribution and deposition of mudstone facies in the Upper Devonian Sonyea Group of New York. Journal of Sedimentary Research, Tulsa. v.69, n.4, p. 909-925, julho. 1999.

SCHIEBER, J., Simple gifts and burried treasures – implications of finding bioturbation and erosion surfaces in black shales. The Sedimentary Record, Tulsa, v.1, n.2, p. 4-8, setembro. 2003.

SCHNEIDER, R.L.; MÜHLMANN H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A., DAEMON, R.F. & NOGUEIRA, A.A. Revisão estratigráfica da bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, 1974, Porto Alegre. Anais v.1, p. 41-65.

SCHUBERT, G. Estratigrafia e sistemas deposicionais do Devoniano da bacia do Paraná NW, região da Chapada dos Guimarães – MT. 1995. 166f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SUTTON, S. J.; ETHRIDGE, F. G.; DAWSON, W. C. & ALMON, W. R. Parameters controlling Sealing Capacity. In: AAPG ANNUAL CONVENTION, 2006, abril, Houston. Resumos Eletrônicos... Tulsa, AAPG/Datapages, Inc. Disponível em: <<http://www.searchanddiscovery.net/documents/2006/06064ethridge/index.htm>>. Acesso em 18. Setembro. 2008.

