



Aspectos da evolução termo-mecânica da Bacia do Parnaíba

Nathalia Martinho Souto Muniz da Cruz e Mauro Andrade de Sousa

Copyright 2005, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, 11-14 September 2005.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Ideas and concepts of the text are authors' responsibility and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

In this paper, we intend to contribute to the a better assessment of the thermo-mechanical evolution of the Parnaíba Basin and to investigate its capability for hydrocarbons generation and accumulation.

The study of intracontinental sedimentary basins, such as Parnaíba, is also useful for the understanding of the thermo-mechanical evolution of the continental lithosphere.

Based on the non-uniform lithospheric stretching model of Royden and Keen (1980), backstripped subsidence and paleotemperatures curves were constructed for 20 PETROBRÁS boreholes using the program BASTA (Friedinger, 1988) modified by De Sousa (1996).

Resumo

O presente trabalho pretende contribuir para o conhecimento da evolução termo-mecânica da Bacia do Parnaíba, investigando sua capacidade de geração e armazenamento de hidrocarbonetos.

O estudo de bacias sedimentares como a do Parnaíba, além de ser importante para a definição de sítios viáveis de exploração de recursos minerais e energéticos ajuda na compreensão da evolução termo-mecânica da litosfera continental.

Curvas de subsidência e de paleotemperaturas foram contruídas para 20 poços da PETROBRÁS presentes na bacia utilizando o programa BASTA (Friedinger, 1988), modificado por De Sousa (1996), e o modelo de estiramento litosférico não uniforme de Royden and Keen (1980).

Introdução

A Bacia do Parnaíba, situa-se na porção norte-nordeste do território brasileiro, entre 3° e 10° de latitude Sul e 41° e 49° de longitude oeste, ocupando uma área de aproximadamente 600.000 km² (Figura 1). Trata-se de uma bacia intracontinental, posicionada entre as faixas de dobramentos que bordejam os crátons do São Francisco, São Luis e Amazonas.

Metodologia

Com auxílio do programa BASTA (Friedinger, 1988) modificado por De Sousa (1996) e utilizando o modelo de estiramento litosférico não uniforme de Royden & Keen (1980), foram estimadas as curvas de subsidência total e tectônica, corrigidas do grau de compactação dos sedimentos, e curvas de paleotemperaturas, a fim de investigar as condições térmicas as quais os sedimentos das potenciais camadas geradoras foram submetidos.

Base de dados

Foram disponibilizados para a pesquisa dados cronolitoestratigráficos de 32 poços perfurados pela Petrobrás na Bacia do Parnaíba. Saliente-se que dez destes poços não atingiram o embasamento e foram recentemente acrescentados à base de dados (Justen, 2000), utilizando técnicas de correlação estratigráfica.

Dos 32 poços disponíveis, apenas 20 (Figura 1) contavam com valores de condutividade térmica dos sedimentos, de gradientes geotérmicos, de temperaturas registradas nos poços e de fluxo de calor compilados e determinados por Hamza & Ortolan (1991).

Resultados

As informações disponíveis sobre a evolução tectono-sedimentar da Bacia do Parnaíba (Antonioli, 2001; Della Fávera, 1990; Góes *et alli*, 1990) em conjunto com a análise estratigráfica de 20 poços da Petrobrás perfurados na bacia, mostram que a sedimentação principal, e de interesse específico para a exploração de hidrocarbonetos, desenvolveu-se principalmente durante o Paleozóico e que a Sequência Devoniana (correspondente ao Grupo Canindé) preserva os fatores indispensáveis para a geração e acumulação de hidrocarbonetos.

Dentro do trato de sistema transgressivo no qual o Grupo Canindé encontra-se estratigraficamente inserido, a Formação Pimenteiras pode ser considerada a unidade potencialmente geradora de hidrocarbonetos e as formações sobrejacentes – Cabeças e Longá – os principais reservatórios. A Formação Itaim e corpos lenticulares embebidos na Formação Pimenteiras também podem ser considerados importantes reservatórios enquanto que as Formações Longá e Tianguá foram considerados geradores secundários.

A análise revelou que a Formação Pimenteiras se distribui amplamente na bacia, alcançando espessuras superiores a 500 metros e possui valores de carbono orgânico total de até 6,0% nas porções radioativas. Note-se que nas bacias sedimentares brasileiras, as ocorrências de óleo e gás estão relacionadas a intervalos geradores de valores

de carbono orgânico total superiores a 2,0%. Trata-se de um folhelho escuro – indicando paleoambiente de deposição anóxico – e o tipo de querogêneo foi classificado como sendo dos tipos II e III (Góes *et alii*, 1990).

A análise também mostra a influência dos pulsos magmáticos para a evolução térmica da matéria orgânica e para criação de dutos e estruturas selantes para hidrocarbonetos. Uma prova disso são os traços de óleo encontrados nas rochas reservatório (Formações Cabeças e Longá) em áreas onde soleiras de diabásio estão em contato com a Formação Pimenteiras e em níveis estratigráficos nos quais diques de diabásio parecem ter servidos de dutos para a migração desse óleo para a Formação Cabeças. No poço 1-TB-01-MA foram perfurados 6 metros de arenito totalmente impregnado de óleo (Figura 2).

Finalmente, utilizando o modelo de estiramento litosférico não uniforme (Royden & Keen, 1980), foram estimadas as curvas de subsidência total e tectônica, corrigidas do grau de compactação dos sedimentos, e curvas de paleotemperaturas a fim de investigar as condições térmicas as quais os sedimentos das potenciais camadas geradoras foram submetidos (Figura 3).

A aplicação do modelo de estiramento não uniforme mostrou que o estiramento litosférico não foi superior a 42% e que a subsidência inicial encontrada variou entre - 34 metros – significando um pequeno soerguimento inicial, justificável através de testemunhos de furos de sondagem e da análise de afloramentos de campo onde o embasamento aparece erodido – até 484 metros. Para os poços onde os valores de subsidência inicial foram negativos, a subsidência térmica foi sistematicamente maior que a subsidência tectônica (subsidência inicial + subsidência térmica).

De acordo com Allen & Allen (1990), a janela de geração de hidrocarbonetos encontra-se aproximadamente entre 80 e 150°C, podendo ocorrer em limites inferiores ainda menores para bacias paleozóicas como a do Parnaíba. As paleotemperaturas estimadas mostram que nos poços 01PA01MA, 01TB01MA, 02BAC01MA, 02CP01MA, 02PMST01MA e 02VBST01MA as camadas geradoras foram submetidas a temperaturas de até 100°C (Tabela 1, Figura 3).

Conclusões

A análise estratigráfica de 20 poços da PETROBRÁS na Bacia do Parnaíba revelou que os indícios de óleo e gás encontrados estariam relacionados a presença das intrusões de diabásio. A construção de curvas de paleotemperaturas para esses poços mostra

que, no intervalo entre aproximadamente 290 e 150 Ma, foram encontradas as maiores temperaturas, entre 80 e 100°C, para os intervalos geradores.

A coincidência das maiores paleotemperaturas terem sido calculadas para os poços onde há presença de soleiras de diabásio pode ser justificada pelo fato de altos valores de fluxo térmico estarem ligados a presença de rochas intrusivas que serviriam de pontos de conexão entre a astenosfera e a litosfera continental. Por outro lado, as simplificações admitidas pelo modelo empregado, principalmente a de não considerar fluxo lateral de calor, podem ter levado a superestimativas das paleotemperaturas.

Referências

- ALLEN, P. A. e Allen, J.R. (1990), "Basin analysis: Principles and applications", *Blackwell Scientific Publications*, Oxford, 451 pp.
- ANTONIOLI, L. (2001), "Estudo palino-cronoestratigráfico da Formação Codó – Cretáceo inferior do nordeste brasileiro", *Tese de Doutorado*, Universidade Federal do Rio de Janeiro (Brasil), 265 pp.
- DELLA FÁVERA, J.C. (1990), "Tempestitos da Bacia do Parnaíba", *Tese de Doutorado*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Brasil), 243 pp.
- DE SOUSA, M.A. (1996), "Regional gravity modelling and geohistory of the Parnaíba Basin (NE Brazil)", *Tese de Doutorado*, Universidade de Newcastle upon Tyne (Inglaterra), 127 pp.
- GÓES, A.M.O., Souza J.M.P. e Teixeira, L.B. (1990), "Estágio exploratório e perspectivas petrolíferas da Bacia do Parnaíba", *B. Geoc. PETROBRÁS*, 4(1): 55-64.
- HAMZA, V.M. e Ortolan, A. (1991), "Mapa de fluxo de calor da Bacia do Parnaíba", *Anais II Congresso Internacional da SBGf*, Salvador, 1: 32-37.
- JUSTEN, J.C.R. (2000), "Modelos de estiramento litosférico para a Bacia do Parnaíba", *Relatório de Iniciação Científica*, PIBIC-Observatório Nacional, 19 pp.
- ROYDEN, L. e Keen, C.E. (1980), "Rifting process and thermal evolution of the continental margin of eastern Canada determined from subsidence curves", *Earth & Plan. Sci. Lett.*, 51(2): 343-361.

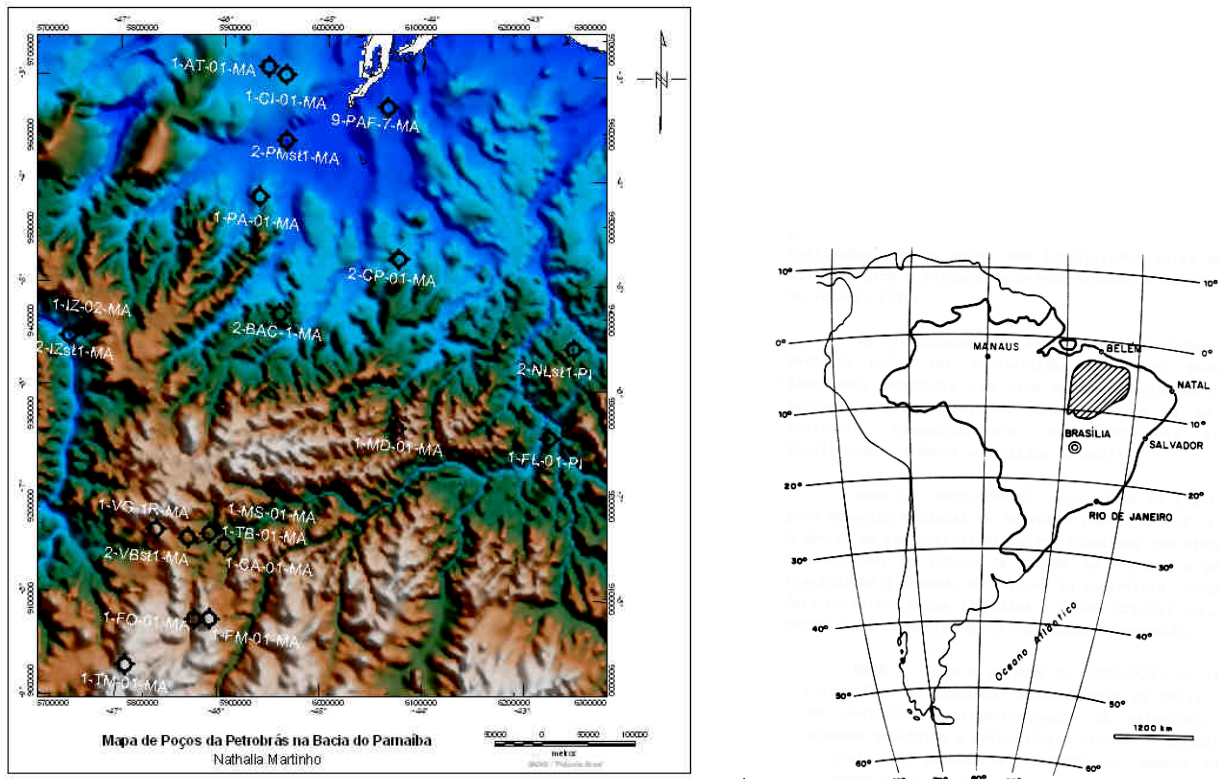


Figura 1 - Localização da Bacia do Parnaíba (modificado de Góes *et alli*, 1990) a direita e Mapa de poços da Bacia do Parnaíba, a esquerda. A topografia foi adquirida a partir da tecnologia de acesso a dados DAP (Data Access Protocol) desenvolvida pela Geosoft e que serve os dados públicos do USGS.

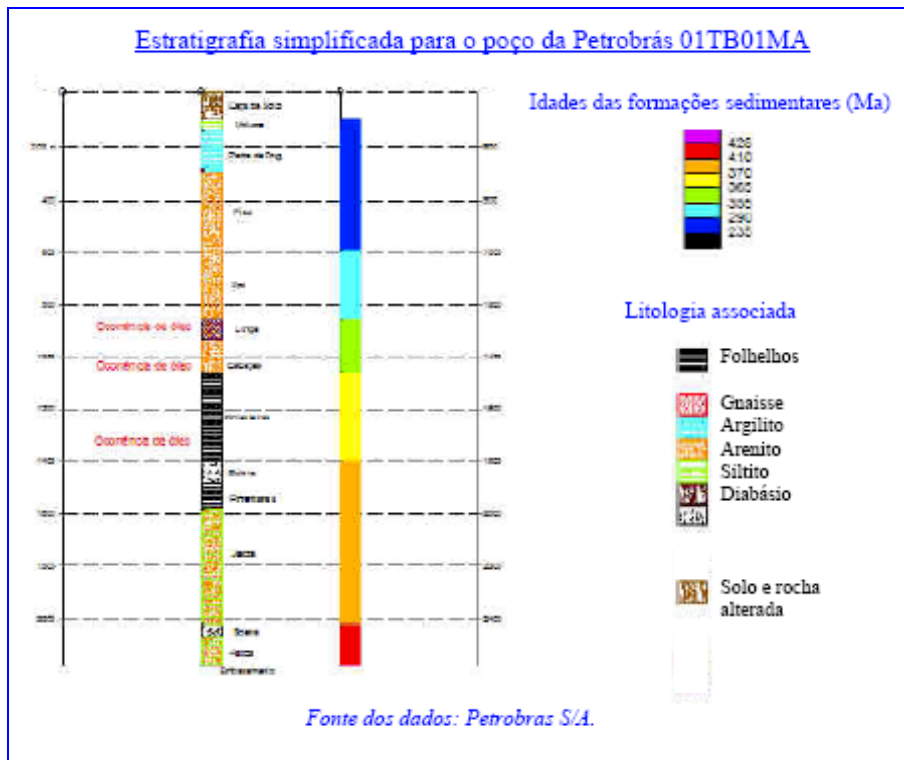


Figura 2 - Seção estratigráfica simplificada do poço da Petrobrás 1-TB-01-MA na Bacia do Parnaíba.

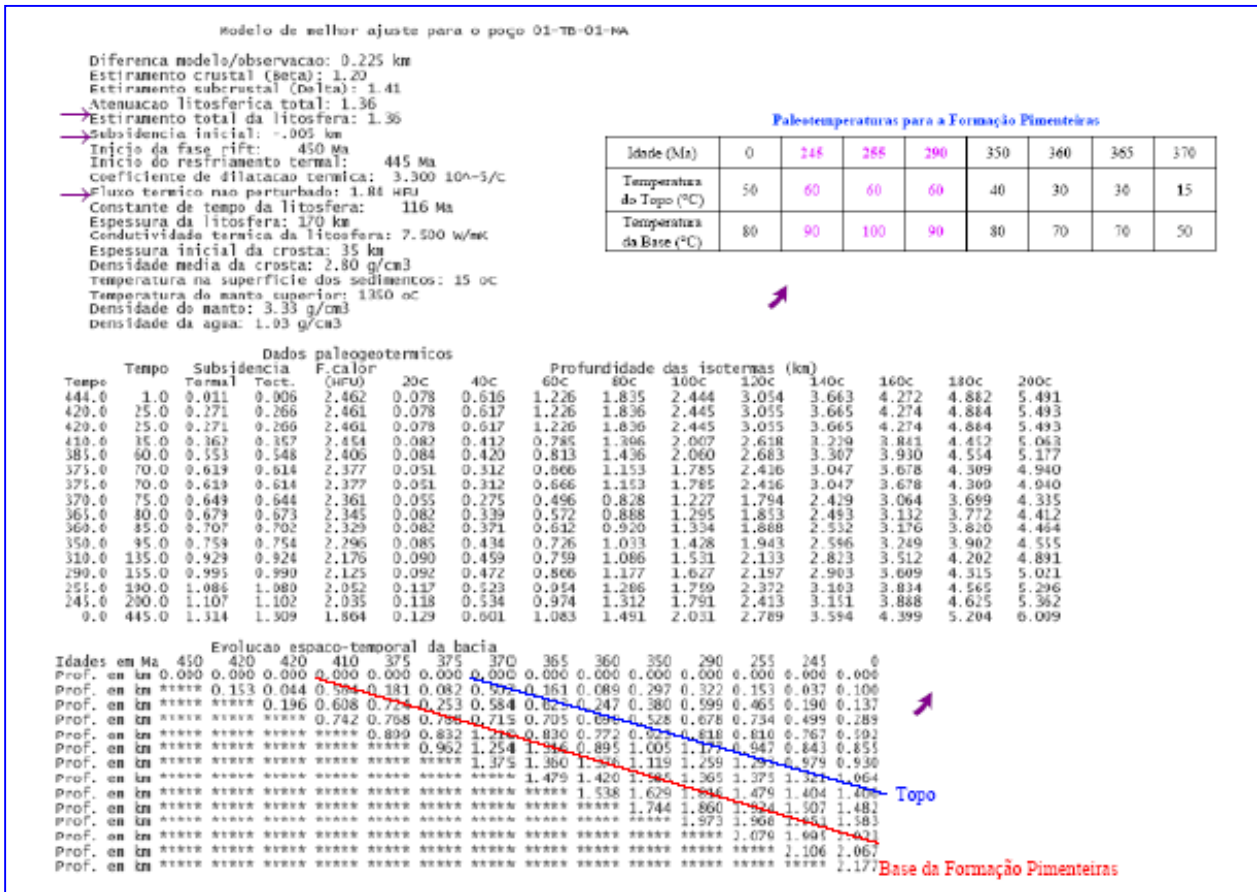


Figura 3 – Modelo de melhor ajuste, evolução espaço – temporal da Bacia do Parnaíba e análise da evolução térmica para a Formação Pimenteiras segundo o poço da Petrobrás 01-TB-01-MA.

Tabela 1 – Resumo dos resultados obtidos

Poços	“Boca do Poço”	Profundidade do Embasamento	Fluxo Geotérmico	Estiramento Crustal (Beta)	Estiramento Subcrustal (Delta)	Estiramento Litosférico	Subsidência Inicial	Paleo – Temperaturas
	Altitude Em metros	Metros	HFU	%	%	%	Metros	Isotermas em °C que atravessam a camada geradora
01AT01MA	100	1146	1.67	08	15	13	-7	40
01CA01MA	330	1613	1.22	19	39	34	-12	60 - 80
01CI01MA	60	1372	1.67	09	18	16	34	60
01FL01PMA	300	2084	1.24	23	37	34	202	60 - 80
01FM01MA	600	1197	1.00	10	04	05	441	40
01FO01MA	400	1230	2.29	10	0	02	583	60 - 80
01HZ02MA	154	2160	1.12	15	33	29	-80	60 - 80
01MD01MA	300	2435	1.55	19	21	21	383	40 - 60
01MS01MA	350	2219	1.34	13	04	06	596	60 - 80
01PA01MA	100	2746	1.34	29	35	34	484	60 - 100
01TB01MA	400	1777	1.84	20	41	36	-5	60 -100
01TM01MA	700	1052	1.00	10	0	02	583	40
01VG01RMA	500	1414	1.20	17	34	30	-5	60 - 80
02BAC01MA	222	3012	1.34	24	43	39	131	60 - 100
02CPO1MA	112	3298	1.55	28	40	37	348	60 - 100
02IZST01MA	126	2029	1.12	14	102	66	-331	40 - 60
02NLST01MA	170	2047	1.20	20	27	25	284	60-80
02PMST01MA	100	2087	1.67	17	22	21	266	60-100
02VBST01MA	410	1533	1.51	17	19	19	342	60-100
09PAF07MA	34	1326	1.67	09	14	13	76	60