

MOVIMENTOS DE MASSA PROVOCADOS POR CUNHAS PROGRADANTES DE NÍVEL DE MAR BAIXO: EXEMPLO NA BACIA DE CAMPOS

MASS MOVEMENTS CAUSED BY LOWSTAND WEDGE PROGRADING COMPLEXES: EXAMPLE IN CAMPOS BASIN

Renato Oscar Kowmann¹ e Adriano Roessler Viana²

Cunhas progradantes de nível de mar baixo (*lowstand wedge prograding complexes*) são unidades sismoestratigráficas regressivas, supostamente desenvolvidas durante uma lenta ascensão inicial relativa do nível do mar, que se segue a um período de máximo rebaixamento (Vail, 1987; Posamentier e Vail, 1988). São caracterizadas por um padrão interno de reflexão sigmoidal, apresentando uma frente de deposição de alto ângulo (até 10 graus). Devido ao fato de o trato de cunha de mar baixo se desenvolver mais *offshore* do que os tratos transgressivo e de mar alto sobrejacentes, ele se mantém descoberto, e seu perfil inclinado modela o fundo do mar, dando-lhe a forma de um tobogã (fig. 1). Sedimentos de trato de mar alto subsequentes, quando atingem este plano inclinado, tornam-se instáveis e deslizam sobre ele, acumulando-se em sua base como depósitos caóticos de fluxo de massa. Como a cunha progradante de mar baixo constitui um elemento dominante na sucessão estratigráfica de margens continentais passivas (Van Wagoner *et al.* 1990), seu papel como superfície de deslizamento (tobogã) é geologicamente significativo.

Uma feição deste tipo ocorre no talude continental inferior atual da Bacia de Campos, entre as isóbatas de 1 300 e 1 900 m, e se estende ao longo deste por 70 km. Trata-se de um complexo de cunhas progradantes de mar baixo, totalizando 1 200 m de espessura e 40 km de extensão na direção do mergulho (fig. 2), composto de siltitos, folhelhos e margas de idade Eo- e Mesomioceno, e que prograda sobre turbiditos do Oligo-Mioceno (Appi e Fugita, 1991). A última cunha de mar baixo deste complexo e o trato de mar alto que lhe sucede, o qual se restringe a uma plataforma carbonática, são truncados por uma discordância do tipo I, de idade Neomioceno inferior,

que os separa do pacote de seqüências Plio-Pleistocênicas sobrejacente (Viana *et al.* 1990). Estes sedimentos sobrepostos à discordância se adelgaçam suavemente mar-afora até atingir a zona do "tobogã", onde, por processos de movimento de massa, são removidos. Como resultado deste processo, são expostos no sentido mar-afora primeiramente os estratos do pacote Plio-Pleistocênico, em seguida a discordância do Neomioceno inferior e, finalmente, a própria cunha progradante de mar baixo (figs. 2 e 3). Na base da zona de "tobogã", acumulam-se depósitos caóticos de fluxo de massa, tanto soterrados quanto em superfície (fig. 2).

Cinco testemunhos a pistão, obtidos em vários pontos do "tobogã", recuperaram sedimentos aflorantes, com uma gama de idades que abrangem desde o Neogeno até o Mesopleistoceno. Nos testemunhos 9/4 e 9/5 (fig. 3), foram amostrados os sedimentos mais antigos, respectivamente do Eopleistoceno (parte intermediária da biozona N-710, Calabriano) e do Neomioceno (topo da biozona N-630, Eo-Tortoniano). Estes sedimentos, expostos pela superfície de deslizamento são, na escala de testemunho, recobertos discordantemente por um verniz (135 cm) de lama terrígena cinza-esverdeada, e lama hemipelágica cinza-oliva de idade Neopleistoceno, e de vasa pelágica rica em foraminíferos planctônicos e nanofósseis do Holoceno (fig. 3).

A unidade bioestratigráfica mais antiga observada neste verniz é encontrada no testemunho 9/5. Corresponde à biozona de nanofósseis F (85 000 a 150 000 anos A.P.) definida por Antunes(*), e data aproximadamente o episódio de deslizamento. A profundidade extremamente rasa de ocorrência desta biozona no testemunho (90 cm de seu topo e, portanto, do fundo do mar), sugere a existência de um hiato erosional dentro da própria seção sedimentar que capeia os estratos aflorantes.

No testemunho 9/6, obtido na base do "tobogã" (fig. 3), foi amostrado um paraconglomerado intraformacional característico de fluxo de detritos (Caddah, 1991), também pertencente à biozona F. O conglomerado contém sedimentos redepositados de idade Neomioceno (biozonas N-630 e N-635) e Plioceno (biozonas N-650 a N-670), correspondendo justamente à seção estratigráfica neogênica aflorante no "tobogã". Este depósito de escorregamento é recoberto por lama cinza-esverdeada do *Wisconsin Glacial*, que contém as mesmas formas retrabalhadas do Neogeno, em menor abundância, indicando uma recorrência dos fenômenos de instabilidade. Esta lama é, por sua vez, recoberta por vasa pelágica do Holoceno.

Os dados dos testemunhos comprovam que, sucessivamente ao longo do tempo geológico, a super-

1 - Setor de Estratigrafia (SESTRA), Divisão de Exploração (DIVEX), Centro de Pesquisas (CENPES), Cidade Universitária, Quadra 7, Ilha do Fundão, CEP 21949-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

2 - Setor de Estudos de Geologia e Geofísica Marinha (SEGMAR), Distrito de Exploração do Sudeste (DESUD), Departamento de Exploração (DEPEX), Imbetiba, Macaé, RJ, Brasil.

* Parte superior da zona *Emiliana huxleyi* de Gartner (1977) onde *Helicosphaera inversa* encontra-se ausente.

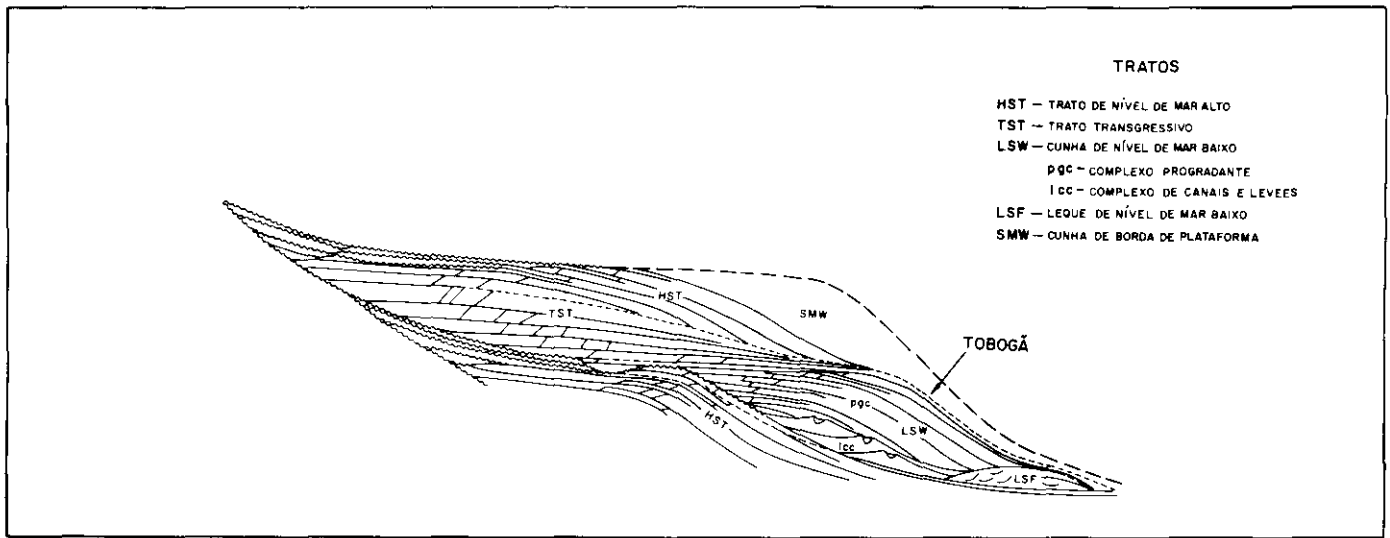


Fig. 1 - Seção esquemática de seqüências e tratos deposicionais (Haq *et al.*, 1988). A cunha de margem de plataforma (SMW) foi excluída da figura para enfatizar a superfície inclinada ("tobogã") da cunha de mar baixo (LSW).

Fig. 1 - Schematic cross-section of depositional sequences and tracts (Haq *et al.*, 1988). Shelf margin wedge (SMW) excluded from figure to emphasize slanting surface (toboggan) of lowstand wedge prograding complex (LSW).

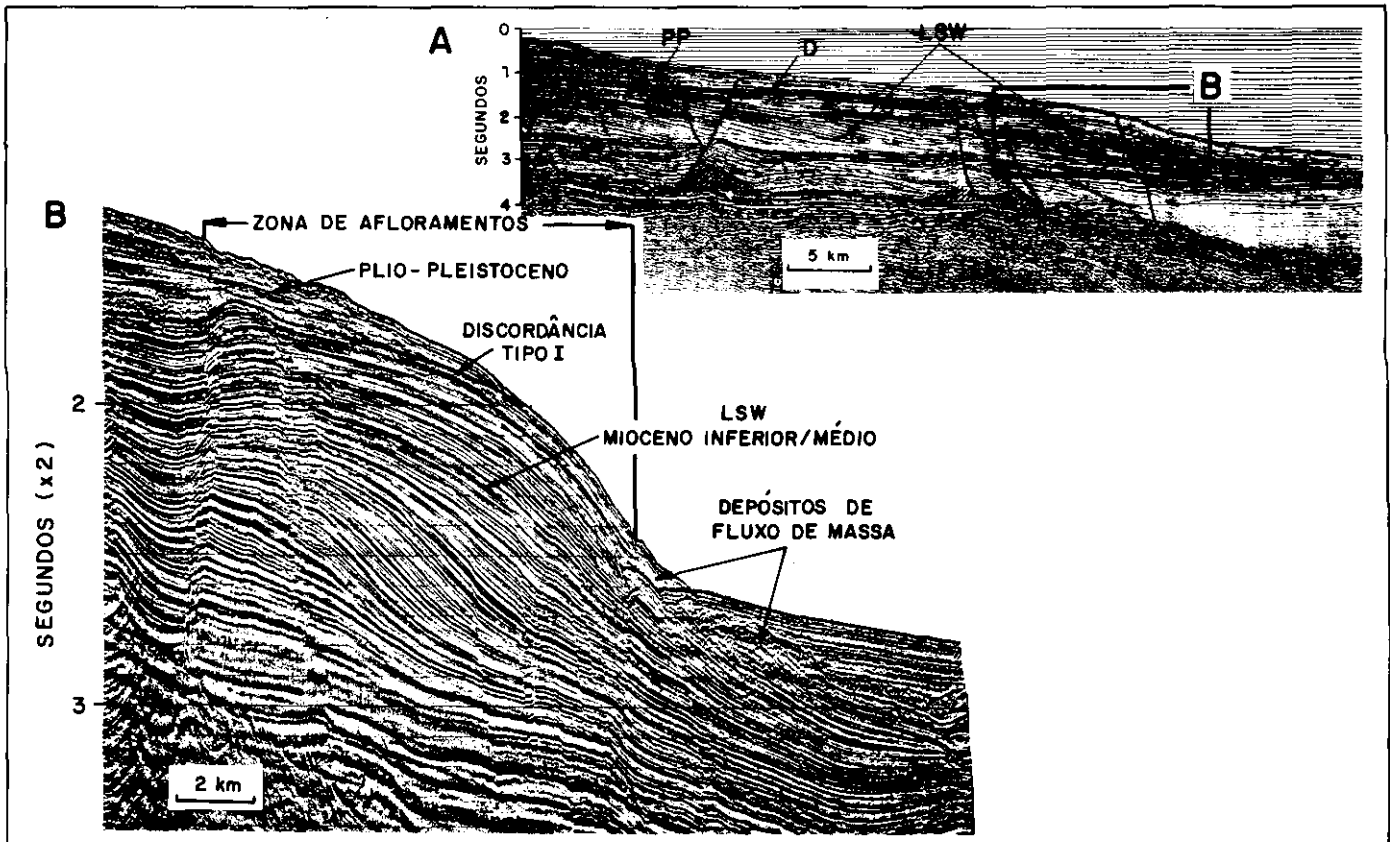


Fig. 2 - (A) Seção sísmica multicanal CDP regional através do talude da Bacia de Campos, mostrando o complexo de cunhas progradantes de nível de mar baixo (LSW) de idade Mioceno inferior, a discordância do tipo I, de idade Neomioceno inferior (D), e o pacote sedimentar Plio-Pleistocênico (PP) sobrejacente. Note-se que, em contraste com a seção esquemática da figura 1, uma discordância do tipo I separa a cunha de mar baixo do pacote sobrejacente. (B) Seção sísmica multicanal de alta resolução, evidenciando a remoção de sedimentos e o consequente afloramento de estratos condicionado pela inclinação acentuada da cunha progradante de mar baixo ("tobogã"). Falhamentos presentes na seção coincidem apenas localmente com a feição do "tobogã". Seção sísmica multicanal de alta resolução adquirida, segundo Guimarães *et al.*, 1991.

Fig. 2 - (A) Regional CDP multichannel seismic section, across Campos basin slope, showing Early Miocene lowstand wedge prograding complex (LSW), type-I early Late-Miocene unconformity (D), and overlying Plio-Pleistocene sedimentary packet (PP). Note that, in contrast with the schematic cross-section shown in fig. 1, a type-I unconformity separates the lowstand wedge from overlying packet. (B) High-resolution multichannel seismic section, showing removal of sediments and consequent outcropping of strata, caused by slanting surface of lowstand wedge prograding complex (toboggan). Faultings observed in section coincide only locally with toboggan feature. High-resolution multichannel seismic section acquired after Guimarães *et al.* (1991).

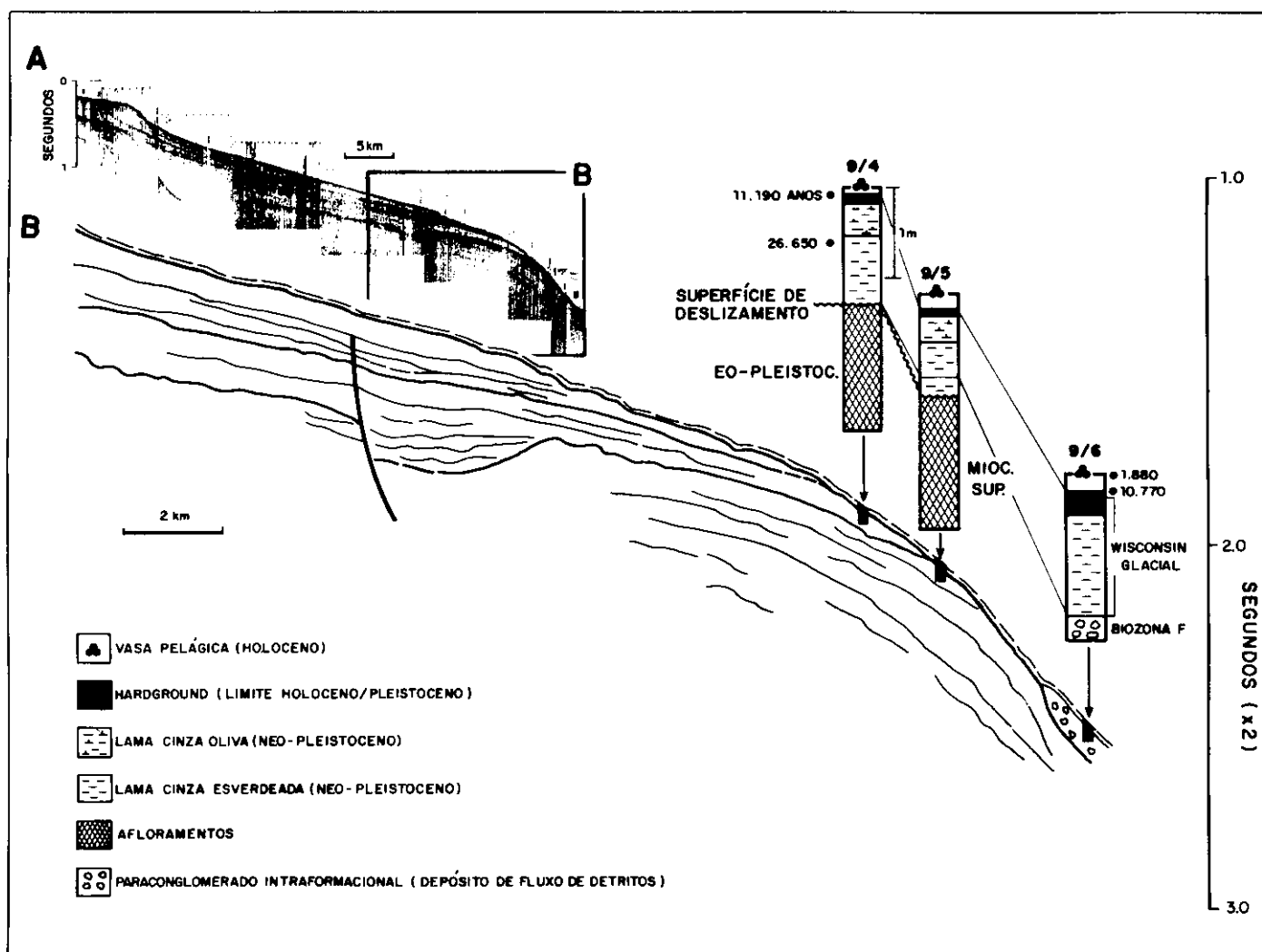


Fig. 3 - (A) Seção sísmica *Sparker* monocanal, destacando-se a zona de afloramentos na região do "tobogã". (B) Testemunhos a pistão coletados ao longo do "tobogã" destacado em (A), contendo sedimentos do Neogeno e do Eopleistoceno expostos pela superfície de deslizamento, recobertos por lamas do Neopleistoceno (biozona F e *Wisconsin Glacial*), e vasa pelágica do Holoceno. Testemunhos 9/4, 9/5 e 9/6 foram coletados em lâminas d'água de 1 472 m, 1 628 m e 1 930 m, respectivamente. Seção sísmica *Sparker* cedida pelo Setor de Geotecnia e Dados Ambientais da PETROBRÁS.

Fig. 3 - (A) Singlechannel *sparker* seismic section, highlighting zone of outcroppings in region of toboggan. (B) Piston cores collected along toboggan highlighted in (A), containing Neogene and Early Pleistocene sediments exposed by gliding surface, covered by Late-Pleistocene (biozone F and *Wisconsinan Glacial*) muds and Holocene pelagic ooze. Cores 9/4, 9/5, and 9/6 were collected at depths of 1 472 m, 1 628 m and 1 930 m. (*Sparker* seismic section released for use by Sector on Geotechnics and Environmental Data, PETROBRÁS).

fcie mais nova da cunha progradante de mar baixo atuou como plano de deslizamento. Dos eventos de instabilidade constatados, o de maior significado ocorreu durante a deposição da biozona F, entre 150 000 e 85 000 anos A. P.

AGRADECIMENTOS

Ao geólogo Rogério L. Antunes, do Setor de Bioestratigrafia e Paleocologia do CENPES, credi-tamos as datações paleontológicas utilizadas neste trabalho. Aos geólogos Nilo C. Azambuja F^o, Mauro R. Becker e Rogério L. Antunes, agradecemos a leitura crítica do manuscrito. A coleta dos testemunhos a pistão e as datações C14 foram efetuadas sob os auspícios do PROCAP GER-02, coordenado pelo Setor de Geotecnia e Dados Ambientais do Serviço de

Engenharia da PETROBRÁS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPI, C. J. (Coord.), FUGITA, A. M. (Coord.). *Estudo estratigráfico das seqüências e sistemas deposicionais do Terciário da Bacia de Campos*. Rio de Janeiro: PETROBRÁS/DEPEX, 1991. Relatório interno.
- CADDAH, L. F. G. *Análise sedimentológica de testemunhos a pistão do talude quaternário da Bacia de Campos*. Macaé: PETROBRÁS/DESUD/DINTER, 1991. 51 p. (PROCAP GER-02. Comunicação Técnica DINTER/SELAB 006/91).
- GARTNER, S. Calcareous nonfossil biostratigraphy and revised zonation of the Pleistocene. *Marine Micropaleontology*, Amsterdam, v. 2, p. 1-25, 1977.
- GUIMARÃES, M. A. G., OLIVEIRA, C. H. B., LENGLER, R. L. Technique to obtain high-resolution with conventional deep penetration multichannel seismic survey equip-

- ment. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE GEOFÍSICA, 2, 1991. Salvador. *Anais...* Salvador: Sociedade Brasileira de Geofísica, 1991. 6 p.
- HAQ, B. U., HARDENBOL, J., VAIL, P. R. Mesozoic and cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. In: SEA-LEVEL changes: an integrated approach. Tulsa: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1988. p. 71-108. (SEPM Special Publication, 42).
- POSAMENTIER, H. W., VAIL, P. R. Eustatic controls on clastic deposition II – sequence and systems tract models. In: SEA-LEVEL changes: an integrated approach. Tulsa: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1988. p. 125-154. (SEPM Special Publication, 42).
- VAIL, P. R. Seismic stratigraphy interpretation using sequence stratigraphy, Part 1 Seismic stratigraphy interpretation procedure. In: ATLAS of seismic stratigraphy. Tulsa: American Association of Petroleum Geologists, 1987. v. 1. p. 1-10 (AAPG Studies in Geology, 27).
- VAN WAGONER, J. C., MITCHUM, R. M., CAMPION, K. M., RAHMANIAN, V. D. *Siliclastic sequence stratigraphy in well logs, cores and outcrops: concepts of high-resolution correlation of time and facies*. Tulsa: American Association of Petroleum Geologists, 1990. 55 p. (AAPG Methods in Exploration Series, 7).
- VIANA, A. R., KOWSMANN, R. O., CASTRO, D. D. A discordância do Mioceno Médio/Superior: um marco regional no talude da Bacia de Campos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, 1990. Natal. *Anais...* Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, 1990. v. 1. p. 313-323.