



MAPEAMENTO DE MARCAS ONDULADAS COMO AUXÍLIO À INTERPRETAÇÃO DE DADOS DE HIDROGRAFIA E SEGURANÇA DA NAVEGAÇÃO

Capitão-Tenente (T) Fernanda Monteiro Passamani¹

RESUMO

O presente estudo contribui para o entendimento da natureza do fundo marinho em ambientes fluviais e costeiros. Destaca-se a relevância do mapeamento de marcas onduladas na compreensão das condições ambientais de deposição e de morfo-dinâmica do fundo. O estudo destas estruturas sedimentares, seu cadastro em banco de dados e a divulgação ao navegante contribuem com o planejamento de atividades costeiras e com a segurança da navegação.

Palavras chave: Marcas onduladas. Marcas de onda. Batimetria. Segurança da navegação.

ABSTRACT

The present study contributes to the understanding of the nature of the seabed in fluvial and coastal environments. The relevance of mapping sandwaves is highlighted in understanding the environmental conditions of deposition and bottom morphodynamics. The study of these

¹Oficial do Quadro Técnico graduada em geologia (UFRJ). Mestrado em Geologia (UFRJ), servindo presentemente no Centro de Hidrografia da Marinha (CHM). E-mail para contato: passamani@marinha.mil.br



sedimentary structures, their registration in a database and their warning to mariners contribute to the planning of coastal activities and to the safety of navigation.

Keywords: Ripple marks. Sandwaves. Bathymetry. Safety of navigation.

1. INTRODUÇÃO

As feições de descrição do fundo marinho fazem parte dos dados geoespaciais marinhos analisados, armazenados e intercambiados pelo Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), Marinha do Brasil (MB). Os sedimentos amostrados ou observados no leito marinho, rochas ou materiais de outra natureza como algas, além de feições de perigos à navegação, são analisados no Banco de Dados Batimétricos (*Bathy*) e podem ser classificados e cadastrados no Banco de Dados de Produção Cartográfica (HPD) de acordo com a padronização da Organização Hidrográfica Internacional (OHI), *International Hydrographic Organization (IHO)*.

As marcas onduladas (*ripple marks* ou *ripples*) são estruturas sedimentares primárias, ou seja, feições que são formadas durante a sedimentação. Sua gênese ocorre sobre materiais inconsolidados e predominantemente arenosos, em ambientes de sedimentação siliciclástica ou carbonática, sendo ainda mais comuns as descrições em ambientes de águas rasas (BOGGS JR., 2006). Estruturas primárias são produtos do ambiente deposicional e, portanto, a partir da caracterização deste tipo de estrutura sedimentar podem ser inferidas as condições ambientais de deposição ou o paleoambiente da área estudada. Ambientes deposicionais nos quais o movimento da água é rápido o bastante e se encontra em uma profundidade suficiente tal que sejam desenvolvidas estruturas sedimentares de grande escala podem ser divididos em três grupos: rios,

ambientes dominados por maré e ambientes marinhos (Ashley, 1990).

O mapeamento de marcas onduladas a partir da aquisição de dados batimétricos deve ser realizado no CHM, a fim de maximizar o aproveitamento das informações oriundas de levantamentos hidrográficos (LH). A definição das áreas de ocorrência de marcas onduladas e sua posterior análise morfodinâmica podem servir como auxílio ao planejamento de coleta de sedimentos, ao planejamento de obras sobre águas, para a instalação de cabos e dutos submarinos ou construção de parques eólicos, além de disponibilizar mais informações sobre o fundo marinho aos navegantes através das cartas náuticas.

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi iniciada a partir de uma seleção entre os dados batimétricos disponíveis no *Bathy*, filtrados com base em sua privacidade. Todos os dados públicos, executados pela MB, foram observados em busca de marcas onduladas. Dos levantamentos hidrográficos observados, foram selecionadas duas áreas para análise, uma em ambiente fluvial e uma em ambiente costeiro. A escolha baseou-se em suas características distintas e representativas, que oferecem um amplo espectro de condições ambientais para a formação destas feições sedimentares. Especificamente, a região do Rio Paraguai foi selecionada por sua relevância na rede hidrográfica brasileira e por suas dinâmicas fluviais específicas, enquanto a baía de Sepetiba representa um importante ambiente costeiro, sujeito a intensas modificações nos processos de sedimentação em virtude das variações de correntes.

O LH do Rio Paraguai foi realizado pelo Aviso Hidroceanográfico Fluvial "Caravelas", em junho de 2019, com a finalidade de atualização da Carta Náutica (CN) 3365 -



“Do Porto Tarumã a Corumbá”, próximo às cidades de Corumbá e Ladário, e ao Porto Geral de Corumbá, estado do Mato Grosso do Sul (MS). Os dois LH de zona costeira foram realizados pelo Curso de Aperfeiçoamento de Hidrografia para Oficiais nos anos de 2011 e 2012 na região da baía de Sepe-tiba, litoral sul do estado do Rio de Janeiro, com a finalidade de atualização das antigas CN 1622 – “Baía de Sepetiba” e CN 1621 – “Baía da Ilha Grande – Parte Leste (Terminal da Ilha Guaíba)”.

As análises de superfícies e perfis batimétricos foram realizadas com o software *CARIS BASE Editor*, versão 5.5 (*Teledyne CARIS, Inc, 2020*). Os perfis foram criados com amostragem a cada 0,3 metro. As imagens foram geradas sem exagero vertical, em escala de cores padrão *rainbow (map)*, que varia de vermelho a azul, das menores para as maiores profundidades.

3. CLASSIFICAÇÃO

3.1. Marcas onduladas

As marcas onduladas podem ser classificadas quanto à sua geometria em simétricas ou assimétricas. As marcas onduladas simétricas são formadas por ondas ou por oscilação estática da água (*wave ripple*,

oscillation ripple); enquanto as marcas onduladas assimétricas são formadas por correntes unidirecionais eólicas ou subaquosas (*current ripple*), que em raros casos também podem formar marcas onduladas simétricas. A observação direta destas feições, em sedimentos atuais e afloramentos rochosos, e/ou indireta, como a partir dos métodos geofísicos de sonografia, possibilita a interpretação da direção e sentido de correntes e, conseqüentemente, permite a inferência das condições ambientais de deposição ou do paleoambiente sedimentar.

Diversas nomenclaturas e classificações foram utilizadas ao longo do tempo a partir dos parâmetros geométricos das marcas de onda. O comprimento de onda, ou espaçamento (*wavelength, spacing – L*), pode ser calculado pela distância entre duas cristas ou dois vales sucessivos da onda, e o desnível entre a crista e o vale é a sua altura (*height – H*); o valor de amplitude da onda (*A*) é correspondente à metade de sua altura. Collinson e Thompson (1982) descrevem marcas onduladas (*ripple marks*) como minidunas, com comprimentos de onda geralmente menores que 50 cm e amplitudes que não excedem três centímetros. Acima dessas dimensões as feições passam a ser chamadas de dunas ou *sandwaves*. Sua estrutura interna comum é a laminação cruzada, produzida pela migração das minidunas.

Tabela 1 – Termos comumente utilizados para estruturas sedimentares de grande escala em águas rasas (Ashley, 1990)

Termo comumente utilizado	Altura em metros (H)	Espaçamento em metros (L)	Razão H/L
<i>Megaripple</i>	0,5 – 1,5	10 – 20	1:10 – 1:25
<i>Sandwave</i> ou <i>Sand wave</i>	1,0 – 5,0 12 – 18	Médio 100-400 Máximo ≥1.000	1:30 – 1:100 (ou maior)



Há algumas décadas, a classificação mais comum para as feições de grande escala as dividem em *megaripples* (marcas onduladas de grande porte) e *sandwaves*, conforme Tabela 1. Ashley (1990) propõe que todas as estruturas sejam chamadas de dunas, pois refletem processos deposicionais similares. Quanto a diferentes processos deposicionais, elas poderiam ser divididas em dunas eólicas ou dunas subaquosas. Até hoje, existem diversas nomenclaturas em uso, e os termos em inglês também são comumente utilizados em publicações nacionais, o que dificulta a padronização e o entendimento acerca destas feições. Neste trabalho optou-se por utilizar marcas onduladas e não marcas de onda, pois se entende que a última possui conotação genética, sendo marcas geradas por ondas.

Trabalhos mais recentes trazem modelos de predição de altura das feições de onda (*ripple height*) como função do tamanho do grão (sedimentos finos), velocidade da corrente, profundidade da água e comprimento de onda. Bartholdy *et al.* (2015) confirma a dependência das dimensões das marcas onduladas ao tamanho do grão e sua relativa insensibilidade quanto à velocidade do fluxo, com uma variação de altura das feições de aproximadamente 4% para velocidades de corrente variando entre 0,4 m/s a 0,6 m/s. Entretanto, devido à alta complexidade destes fatores, a natureza da formação destas feições ainda não é entendida.

3.2 Natureza da superfície

De acordo com a padronização da OHI, as descrições do material encontrado no fundo, seja ele marinho, fluvial ou lacustre, e suas características físicas podem ser representadas nos bancos de dados como objetos da classe “área do fundo do mar” (*seabed area* – acrônimo: SBDARE). A principal característica deste objeto a ser preenchida é a

natureza da superfície, ou natureza do fundo (atributo: *natur*). A natureza da superfície pode ser acompanhada de um termo qualitativo (qualidade do fundo – atributo: *natqua*), uma característica adicional que representa, por exemplo, o tamanho da partícula (fina, média, grossa), a origem do material (vulcânico, calcário) ou algum aspecto físico (quebrado, mole, etc.), conforme Tabela 2.

As marcas onduladas são consideradas como um tipo especial de fundo, as *sandwaves* (acrônimo: SNDWAV, Tabela 3). As *sandwaves* são descritas pela OHI como regiões com cristas tipo dunas de areia, abaixo d’água, formadas pela ação da corrente, como resultado da mobilidade dos sedimentos. De acordo com o Dicionário Hidrográfico (OHI, 2023), *sandwave* ou “ondulação arenosa” é uma zona de extensa sedimentação, caracterizada pelas suas ondulações em sedimentos de águas rasas, compostos por areia. O comprimento de onda pode chegar a 100 metros e sua amplitude pode chegar a 20 metros. De acordo com esta publicação, pode também ser chamada de *mega-ripple*. Cabe ressaltar que, anteriormente à amplitude, era descrita como de “cerca de 0,5 metro”, o que foi corrigido nesta última atualização da publicação.

O cadastro das *sandwaves* no HPD pode ser realizado com a inserção de objetos de geometria do tipo ponto, linha ou área, a partir de um levantamento batimétrico de alta qualidade; o principal atributo a ser preenchido para este objeto é a altura vertical da feição (*vertical length* – *verlen*). As marcas onduladas, apesar de observadas em levantamentos hidrográficos há bastante tempo, começaram a ser inseridas nos bancos de dados como objetos da classe SBDARE de geometria do tipo ponto e posteriormente do tipo área (sendo a *natur* predominante na área lançada como areia). As primeiras feições SNDWAV foram cadastradas no CHM a partir do ano de 2023.



Tabela 2 – Simbologia aplicada a alguns dos tipos de natureza da superfície (natsur) e qualidade do fundo (natqua) existentes e sua respectiva terminologia em português e inglês. Fonte: Adaptado de OHI (2022)

Natureza da superfície Simbologia	Descrição (pt/en)	Simbologia (en)
A	Areia Sand	S
L	Lama Mud	M
Arg	Argila Clay	Cy
Ld	Lodo, vasa (Silte*) Silt	Si
P	Pedras Stones	St
C	Cascalho Gravel	G
S	Seixos Pebbles	P
Mat	Matações, Seixos grandes Cobbles	Cb
R	Rocha Rock, Rocky	R
P e d	Pedregulho Boulder	Bo
Cor	Coral Coral	Co
Con	Conchas Shells (skeletal remains)	Sh
Af	Fina Fine	f
Am	Média Medium	m
Ag	Grossa Coarse	c
q	Quebrado, Quebradiço Broken	bk
vsc	Viscoso Sticky	sy
ml	Mole Soft	so
rig	Rígido Stiff	sf
vul	Vulcânico Volcanic	v
cal	Calcário Calcareous	ca
d	Duro Hard	h

Tabela 3. Tipo especial de fundo: padronização para a inserção de marcas onduladas no HPD (OHI, 2022). Fonte: (OHI, 2022)

Objeto (Acrônimo)	Descrição	Simbologia
Sand waves ou Sandwaves (SNDWAV)	Ondas de areia de grande porte	

3.2. Ambientes sedimentares

3.2.1. Ambiente fluvial

Rios são corpos aquosos canalizados nos quais o fluxo é geralmente caracterizado por fatores geomorfológicos e climáticos. Os rios meandantes são característicos de ambientes com gradiente moderadamente baixo, como as grandes planícies do Pantanal e da Amazônia, sendo o Rio Paraguai o principal rio da bacia hidrográfica do Pantanal. Diversos autores (eg. Miall, 1981; Ashley, 1990; Suguio, 2003) destacam a extrema complexidade dos fatores controladores da morfologia de um canal, tais como descarga (quantidade e variabilidade); carga de sedimentos (quantidade, tipo e granulometria); largura do canal; velocidade de fluxo; declividade e rugosidade do leito do canal, bem como fatores climáticos (pluviosidade, derretimento de geleiras, variação sazonal de temperatura) e geológicos, como a declividade regional (ou gradiente), o tamanho das partículas carregadas e a viscosidade das camadas.

O fluxo em rios meandantes é geralmente contínuo e regular, através de um único canal, em que as cargas de suspensão e do fundo encontram-se em quantidades mais ou menos equivalentes. Nas áreas próximas ao ponto de maior inflexão do canal, ocorre a deposição de sedimentos ou erosão da margem, devido às diferenças de velocidade de corrente. As formas de leito se modificam conforme os parâmetros acima citados, sendo a

variação de velocidade da corrente e tamanho das partículas as mais experimentadas; ambas fortemente afetadas pela variação de profundidade em águas muito rasas. O aumento da profundidade tende a exigir correntes de velocidade cada vez maiores, e a menor velocidade capaz de produzir micro-ondulações em areia fina é da ordem de 20 cm/s (SUGUIO, 2003). Entretanto, a partir de uma velocidade crítica, esse parâmetro não desempenha papel importante. Para que se originem formas de leito de regime de fluxo superior, o aumento das profundidades de água corresponde a velocidades de fluxo cada vez maiores. Estes fatores são importantes para o estudo de controle de deposição e erosão, haja vista as variações medidas ao longo do tempo, e podem ser aplicados à hidrografia.

3.3.2 Ambiente costeiro

Os processos físicos que atuam na morfodinâmica costeira são gerados predominantemente pela ação das ondas e correntes costeiras ou pela ação das marés. Algumas plataformas continentais com condições hidrodinâmicas de alta energia podem apresentar como feições de relevo os bancos arenosos (*sand ridges*) e as marcas onduladas. A composição granulométrica dos sedimentos de praia possui influência direta em sua morfologia, e as variações morfológicas periódicas observadas no ambiente costeiro são derivadas principalmente das alternâncias na energia de ondas.



Cordões ou barreiras arenosas são feições alongadas paralelas à linha de costa, normalmente alongados e estreitos e com baixo-relevo; se totalmente isolados do continente, são chamadas de ilhas barreiras (*barrier islands*); se ligados ao continente por uma das extremidades, são denominados pontais arenosos (*barrier spits*; Baptista Neto *et al.*, 2004). O exemplo que ocorre no litoral do Rio de Janeiro é a restinga da Marambaia, considerada uma ilha barreira (OTVOS, 2012) que limita a livre comunicação entre a baía de Sepetiba com o Oceano Atlântico; região onde foi descrita uma grande diversidade de sedimentos em tamanho e origem – fluviais e marinhos (Ponçano, 1976).

4. RESULTADOS

O trecho selecionado do LH em rio meandrante compreendeu uma área de alta sinuosidade do Rio Paraguai (Figura 1A), próximo ao Porto Geral de Corumbá, MS. O trecho onde foram observadas marcas onduladas encontra-se ao norte da área do LH, compreendendo uma faixa de 250

metros de extensão, onde foram realizados três perfis batimétricos, acompanhando a curvatura do rio e equidistantes aproximadamente 20 metros (Figuras 1B e 2). Nesta área, é observada uma variação batimétrica aproximada de 6 metros, com aprofundamento no sentido da margem sul, perpendicular às linhas dos perfis.

O padrão assimétrico das marcas onduladas (Figura 2) evidencia o processo de formação por corrente unidirecional com sentido predominante para leste no trecho. A observação predominante de cada perfil é descrita a seguir:

Perfil 1: feições com alturas entre 0,2 e 1,0 metro e comprimentos de onda aproximados a 10 metros; profundidades variam entre 1 e 3,2 metros;

Perfil 2: feições com alturas entre 0,3 e 1,0 metro, com comprimentos de onda próximos a 10 metros; profundidades variam entre 2,3 e 4,6 metros;

Perfil 3: feições com alturas entre 0,5 e 1,5 metro; comprimentos de onda chegam a 20 metros; profundidades variam entre 4,4 e 6,6 metros.

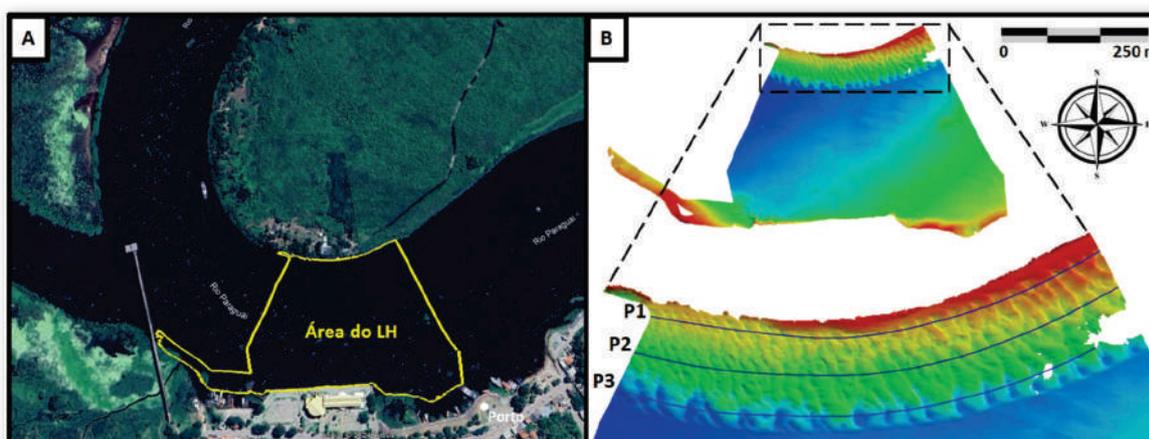


Figura 1A – Localização da área do levantamento hidrográfico (LH) em trecho de rio meandrante, Rio Paraguai, próximo ao Porto Geral de Corumbá (PGC); B – Superfície batimétrica da área do LH e detalhe do trecho em que ocorrem as marcas onduladas, onde foram realizados os três perfis batimétricos: P1, P2 e P3. Fonte: elaboração própria

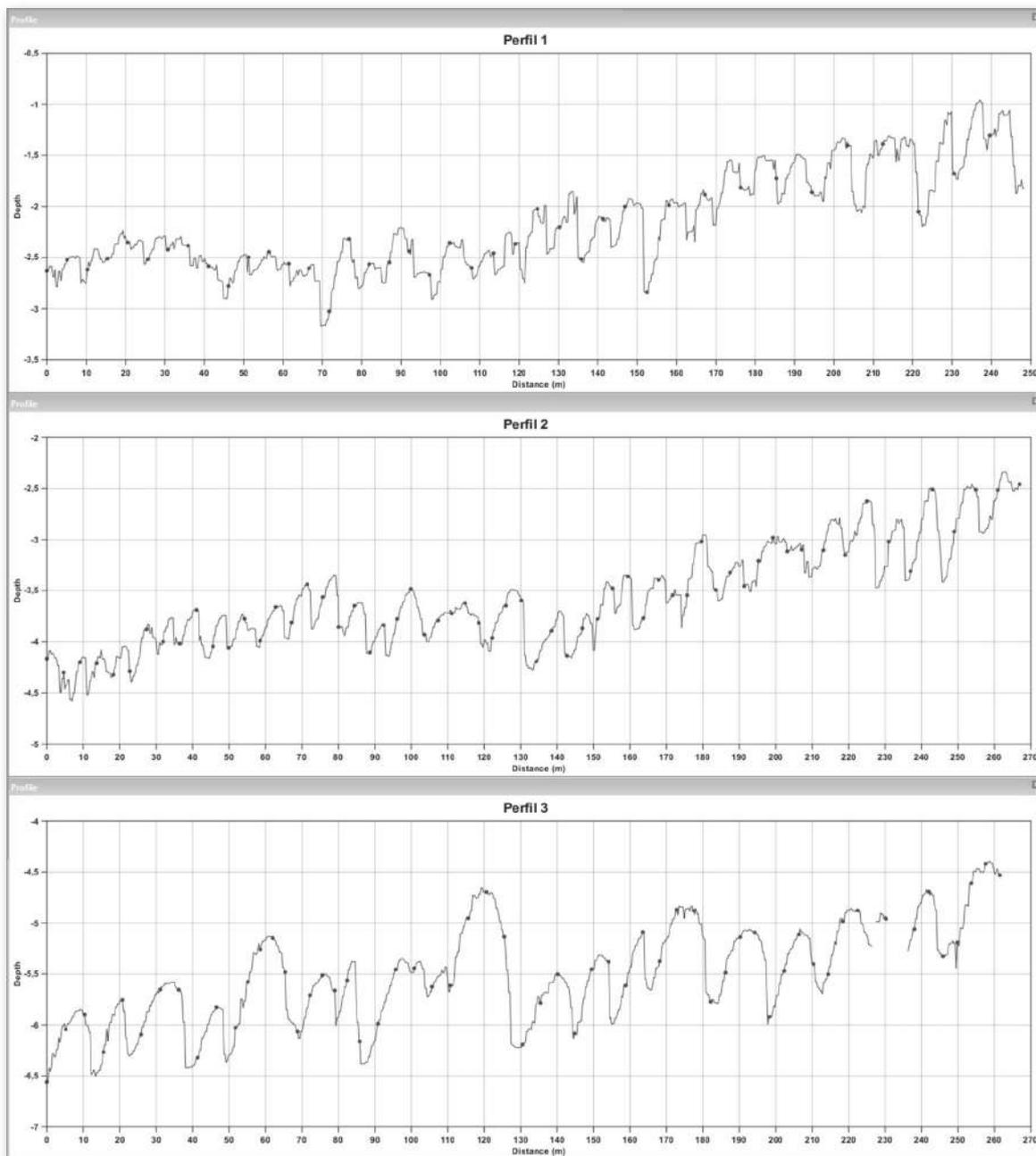


Figura 2 – Perfis batimétricos (*Depth* – profundidade x *Distance* – distância, em metros) paralelos à margem do rio meandrante (P1, P2 e P3 na Figura 1B), sendo P1 o mais próximo à margem interna do meandro e P3 o mais próximo ao centro do rio. Fonte: elaboração própria

As marcas onduladas em ambiente marinho raso compreenderam trechos de LH realizados ao norte da Restinga da Marambaia, próximo à Ilha Guaíba

(Figura 3A). Foram realizados três perfis batimétricos variando de 850 a 2.200 metros de extensão cada, de sul para norte da área (Figura 3B).

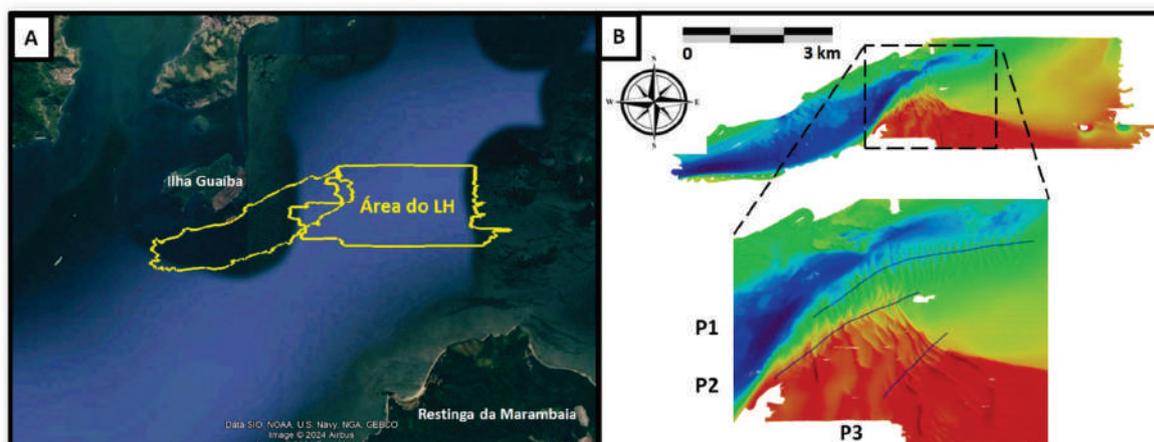


Figura 3A – Localização da área dos levantamentos hidrográficos (LH), próximo à Ilha Guaíba e à Restinga da Marambaia; B – Superfície batimétrica da área do LH e detalhe do trecho em que ocorrem as marcas onduladas, onde foram realizados os três perfis batimétricos: P1, P2 e P3. Fonte: elaboração própria

A geometria observada varia de simétrica a assimétrica no Perfil 1 e varia de predominantemente assimétrica com sentido predominante para leste nos demais perfis (Figura 4). A observação predominante de cada perfil é descrita a seguir:

Perfil 1: feições com alturas entre 3 e 4 metros e comprimentos de onda entre 30 e 50 metros; profundidades variam entre 18 e 24,3 metros;

Perfil 2: feições com alturas chegando a 4,5 metros e comprimentos de onda próximos a 100 metros; profundidades variam entre 7,8 e 17 metros;

Perfil 3: ocorre maior variação de geometria das estruturas neste perfil, com

feições centimétricas a métricas; profundidades próximas a 13 metros na área de feições centimétricas e variam entre 5,6 e 10,2 metros.

Os trechos correspondentes à área de sobreposição dos dois LH (Figura 5) com diferença temporal de aproximadamente 1 ano são observados nos perfis 1 e 2: duas linhas de geometria similar deslocadas horizontalmente e verticalmente (Figura 4). A variação espacial das linhas de cristas das marcas onduladas foi observada em toda a extensão de sobreposição e medida em três setores distintos dentro destas áreas, tendo sido calculada a média aproximada de 10 metros de deslocamento preferencialmente para nordeste-leste.

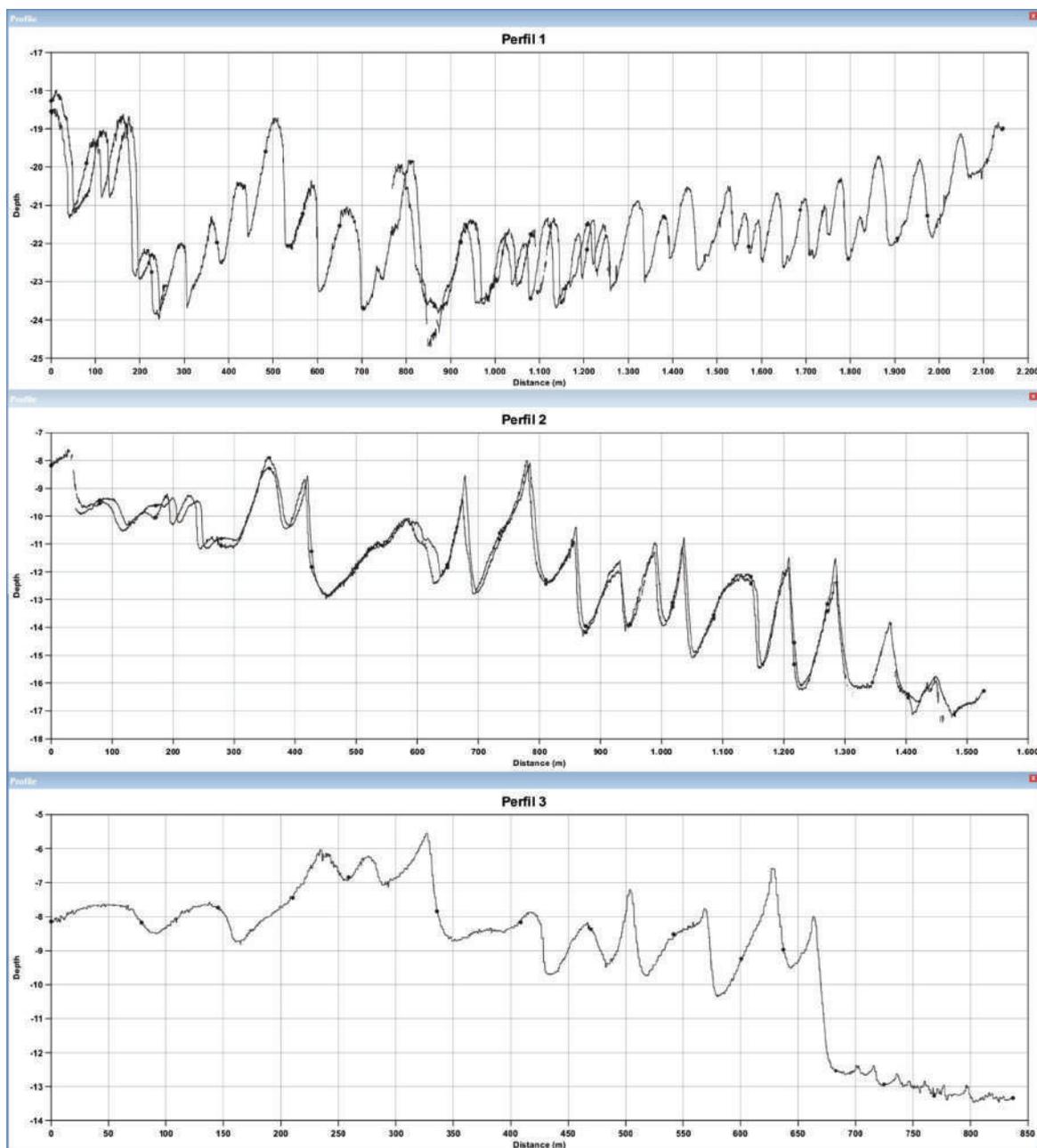


Figura 4 – Perfis batimétricos (*Depth* – profundidade x *Distance* – distância, em metros) distribuídos pela área dos dois LH de norte para sul (P1, P2 e P3 na Figura 3B). Fonte: elaboração própria

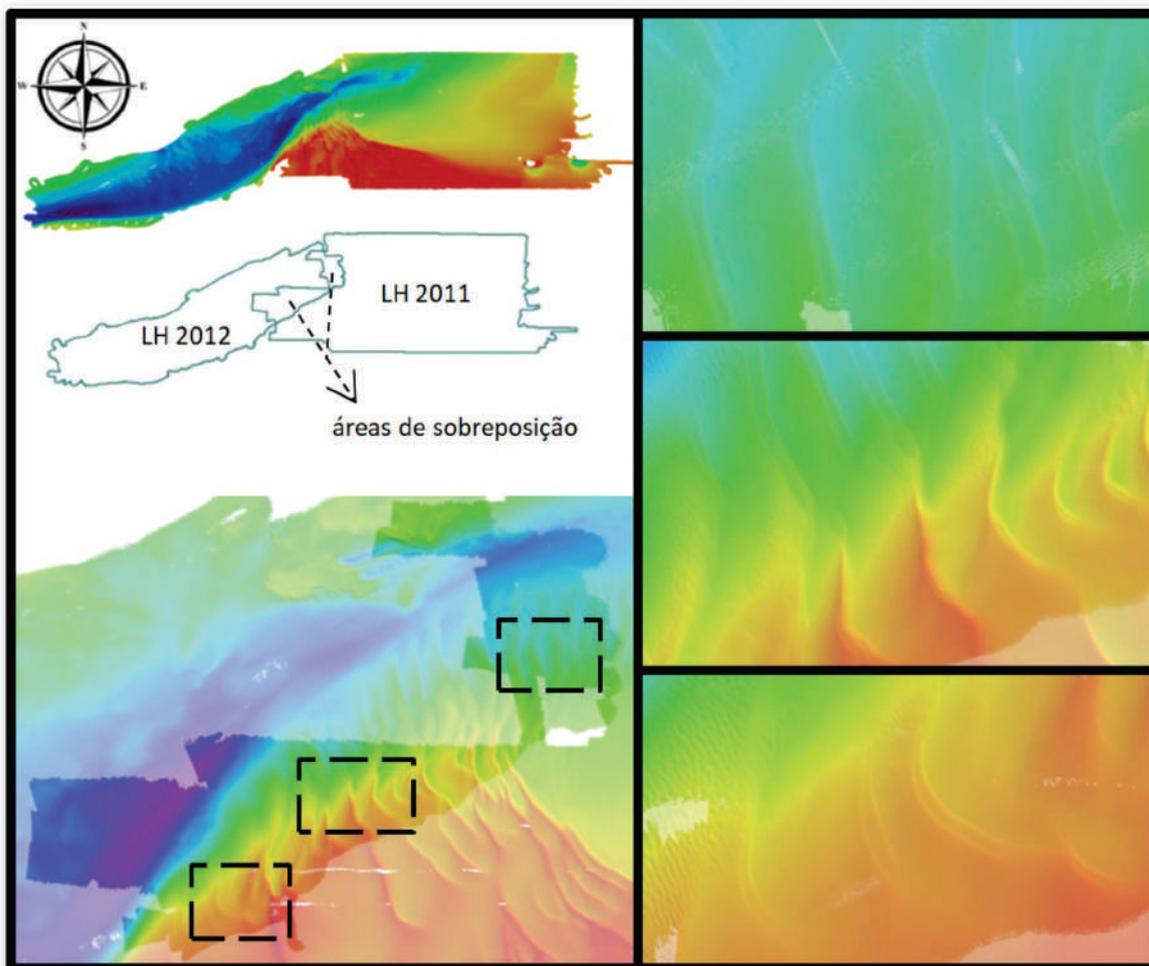


Figura 5 – Áreas de sobreposição dos LH realizados nos anos de 2011 e 2012. Em detalhe, ocorrem três áreas (de norte para sul e de cima para baixo na figura) onde são observadas as linhas de cristas de marcas onduladas sobrepostas, com deslocamento aproximado de 10 metros para nordeste-leste. Fonte: elaboração própria

5. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

O padrão de deposição característico de rio meandrante é observado no trecho estudado do Rio Paraguai. A assimetria das feições e a variação atual de 6 metros de batimetria na área das marcas onduladas, sentido da margem norte para margem sul do rio, evidenciam o processo de assoreamento na porção interna do meandro, com corrente curva de direção e sentido principal aproximadamente para leste (Figura 6). O aumento observado nas alturas e comprimentos de onda dos

perfis de norte para sul está associado ao aumento de velocidade de corrente da margem interna, de menor velocidade, para a margem externa, de maior velocidade; e, conseqüentemente, maiores taxas de erosão associadas. O estudo da morfodinâmica desta área é de grande importância por se tratar de uma região com grande fluxo de embarcações, pois além de existir variação batimétrica acentuada no perfil do rio, as variações de velocidade de corrente podem representar um perigo à navegação, especialmente em trechos críticos, com navegação restrita. Adicionalmente,

o monitoramento do padrão erosivo da margem sul pode contribuir com a mitigação de desastres naturais, haja vista a alta densidade demográfica nas proximidades do Porto Geral de Corumbá.

Quanto à região costeira analisada, a migração das marcas onduladas evidencia a grande influência das correntes, mesmo em regiões mais abrigadas, e a necessidade de monitoramento destas áreas devido à variação constante das profundidades. A migração de 10 metros observada em apenas um ano demonstra a necessidade de serem realizados LH periodicamente em zonas com estes padrões de sedimentação. Os perfis demonstraram padrões distintos de geometria das feições e de direção principal das cristas de onda, que podem estar relacionados à variação no fluxo das correntes locais, em função

da entrada da baía de Sepetiba ser restrita pela ilha barreira da Restinga da Marambaia.

O presente estudo demonstra como a dinâmica do fundo relacionada à formação das marcas onduladas pode levar a uma variação batimétrica local da ordem métrica em um espaço de tempo relativamente curto. O mapeamento das marcas onduladas pode ser uma excelente ferramenta para o planejamento e priorização de áreas para novos LH ou instalações submarinas, especialmente em águas rasas. Desta forma, sugere-se que todas as feições deste tipo sejam cadastradas em banco de dados e que a presença das *sandwaves* mapeadas seja alertada aos navegantes como um potencial perigo à navegação, pois evidenciam um menor grau de confiança nos dados de sondagem cartografados (OHI, 2021).

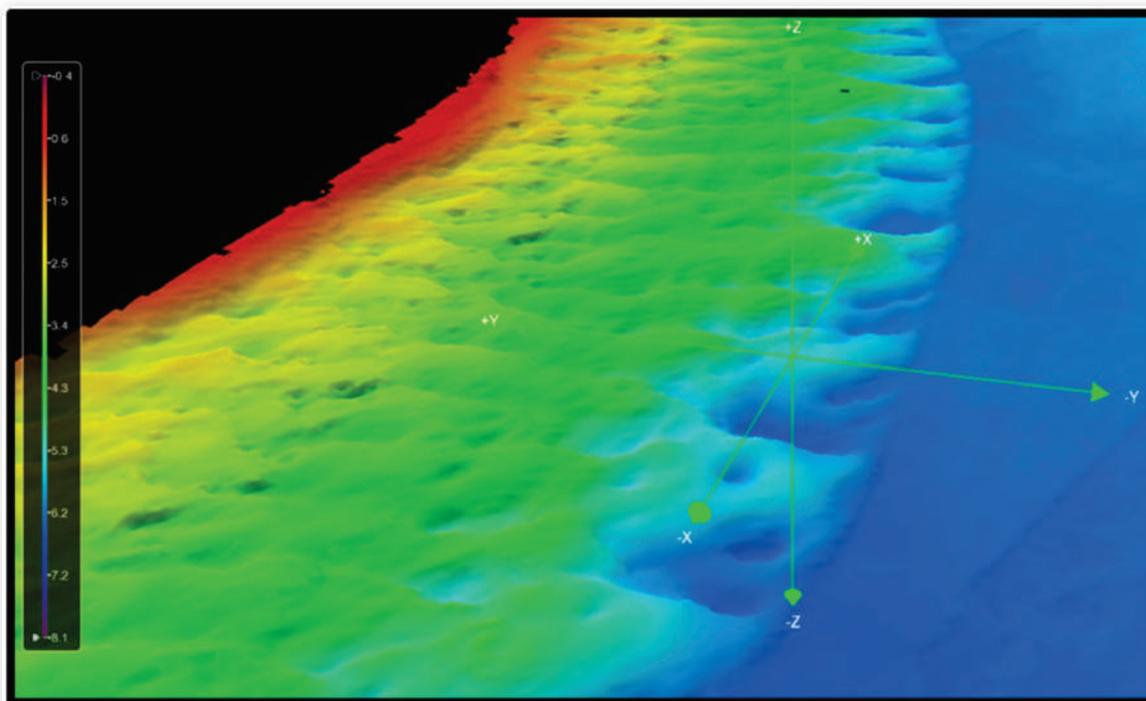


Figura 6 – Visualização 3D das marcas onduladas observadas em meandro do Rio Paraguai. Fonte: elaboração própria



6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHLEY, G.M. Classification of large-scale subaqueous bedforms: a new look at an old problem: *Journal of Sedimentary Research*, v. 60, p. 160-172, 1990.

BAPTISTA NETO, J.A., PONZI, V.R.A., SICHET, S.E. (Org.). *Introdução à geologia marinha*. Rio de Janeiro: Editora Interciência Ltda, 279 p., 2004.

BARTHOLDY, J., ERNSTSEN, V.B., FLEMMING, B.W., WINTER, C., BARTHOLOMÄ, A., KROON, A. On the formation of current ripples. *Scientific Reports*, v. 5: 11390, 2015.

BOGGS JR., S. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. Editora: Pearson Education Inc., Edição 4, Upper Saddle River, 662 p., 2006.

COLLINSON, J.D. e THOMPSON, D.B. *Sedimentary structures*. Editora: George Allen and Unwin, London, 194 p., 1982.

LAPOTRE, M.A., LAMB, M.P., MCELROY, B. What sets the size of current ripples? *Geology*, v. 45 (3), p. 243–46, 2017.

MIALL, A.D. *Analysis of fluvial depositional systems*. Education Course Note Series. American Association of Petroleum Geologists, v. 20, p. 1-75, 1981.

ORGANIZAÇÃO HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL (OHI). *Regulations of the IHO for international (INT) charts and chart specifications of the IHO (S-4)*. Edição 4.9.0, 2021.

ORGANIZAÇÃO HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL (OHI). *INT 1 Symbols and Abbreviations used on Paper Charts*. Edição 5, 2022.

ORGANIZAÇÃO HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL (OHI). *Hydrographic Dictionary (S-32)*. 2023.

OTVOS, E.G. Coastal barriers – Nomenclature, processes, and classification issues. *Geomorphology*, v. 139-140, p. 39-52, 2012.

PONÇANO, W.L. 1976. *Sedimentação atual na Baía de Sepetiba, Estado do Rio de Janeiro: contribuição à avaliação da viabilidade geotécnica de implantação de um porto*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 278 p.

SUGUIO, K. *Geologia sedimentar*. Editora: Blucher, São Paulo, 400 p., 2003.

TELEDYNE CARIS, INC: *CARIS Base Editor*. Versão: 5.5. 2020.