

CONDIÇÕES MORFODINÂMICAS ASSOCIADAS A RISCOS AOS BANHISTAS. EM BUSCA DE UMA CONTRIBUIÇÃO À SEGURANÇA NAS PRAIAS OCEÂNICAS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, RJ.

BULHOES, E.M.R.¹

¹ Laboratório de Geografia Marinha, PPGG / UFRJ
Cidade Universitária da Ilha do Fundão, IGEO / Programa de Pós-Graduação em Geografia
Cep: 21941-590. Rio de Janeiro, RJ. eduardomr.bulhoes@terra.com.br

RESUMO

Afogamentos são um sério problema de saúde pública. Nas praias oceânicas da cidade do Rio de Janeiro, o número de resgates realizados por ano é da ordem de milhares. Este estudo visa identificar condições críticas à segurança dos banhistas nas praias oceânicas da cidade, através da elaboração de estudos em clima de ondas, propagação de ondas em águas rasas e condições morfodinâmicas nas praias que podem se apresentar como perigosas à integridade dos milhares de banhistas frequentadores. Os perigos relacionados são a arrebentação das ondas, a topografia móvel do leito praiial e a formação de correntes longitudinais e de retorno na zona de surfe. Esses elementos naturais são resultado da interação física entre a hidrodinâmica marinha próxima a costa e o relativo reposicionamento do fundo arenoso nas praias que, de fato, expõe banhistas à riscos de afogamentos. Dentro deste cenário de riscos e perigos nas praias, e considerando a cidade do Rio de Janeiro como mais populosa metrópole à beira-mar do país objetiva-se neste estudo identificar e avaliar condições críticas à segurança ao banho de mar através de alguns questionamentos norteadores. A análise é feita a partir de dados em clima de ondas de 2004 e 2005, elaboração de simulações em propagação e refração de ondas, avaliação morfodinâmica em campo e análise das estatísticas em salvamentos nas sete principais praias oceânicas da cidade. O foco é a prevenção aos acidentes, pois isto aparece na literatura como mecanismo fundamental para se minimizar os riscos ao banho de mar. A hipótese testada é a de que a partir de estudos em clima de ondas, são identificadas condições médias de ondulação que ao se propagarem até as praias, geram condições morfodinâmicas diferenciadas até mesmo ao longo de um mesmo arco praiial. Por sua vez, os estágios morfodinâmicos podem apresentar perigos aos banhistas, como arrebentação de ondas do tipo mergulhante, correntes de retorno e calhas profundas nos primeiros metros da zona de surfe. A análise das estatísticas de salvamentos permite identificar segmentos nas praias onde há maior ou menor concentração de banhistas em situação de risco. Os resultados iniciais mostram que segmentos com condições de acesso e número de banhistas semelhantes podem ser comparados e avaliados segundo os perigos, promovidos pelas condições morfodinâmicas vigentes, como altura de onda, tipo de arrebentação e formação de correntes longitudinais e de retorno. E que a pré-identificação de situações perigosas é possível e se mostra bastante eficiente na prevenção aos riscos do banho de mar.

INTRODUÇÃO

Na cidade do Rio de Janeiro, as praias oceânicas arenosas representam a maior e mais utilizada área pública de recreação, sejam pelos frequentadores assíduos ou esporádicos, sejam eles, nativos ou turistas, atraídos pelo clima tropical úmido predominante no verão e pelos finais de semana ensolarados e com temperaturas amenas durante quase todo ano. Trata-se da maior metrópole à beira-mar do país, com elevada

densidade demográfica (5.155 hab / km²)¹, onde as características naturais do ambiente costeiro que se traduzem em beleza cênica, balneabilidade e apelo de incremento na qualidade de vida através de atividades esportivas e saudáveis à beira-mar, são os principais atrativos que levam dezenas de milhares de freqüentadores, que a partir daqui serão denominados de banhistas, diariamente e principalmente nos finais de semana às praias oceânicas da orla da cidade do Rio de Janeiro.

As praias oceânicas arenosas são ambientes inerentemente dinâmicos e que apresentam algumas características hidrodinâmicas perigosas ao homem que o expõe diariamente a riscos quanto à integridade física, à saúde e até a morte. Tal fato foi recentemente descrito por Short (1999), apontando que as praias representam a fronteira natural entre o continente e o oceano profundo, que apresentam topografia variável, compostas de bancos e calhas onde ondas rompentes geram extrema turbulência, e que, na zona de surfe, sistemas de correntes induzidos por ondas fluem em direção à praia, em direção longitudinal à praia e em direção ao mar aberto.

Nas praias da cidade do Rio de Janeiro, o *Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (CBMERJ)* e a *Secretaria de Estado de Defesa Civil (SEDEC)* através do *Grupamento Marítimo (G-Mar)* são as autoridades públicas responsáveis pela segurança dos banhistas nas praias e realizam milhares de resgates ano após ano (fig. 1).

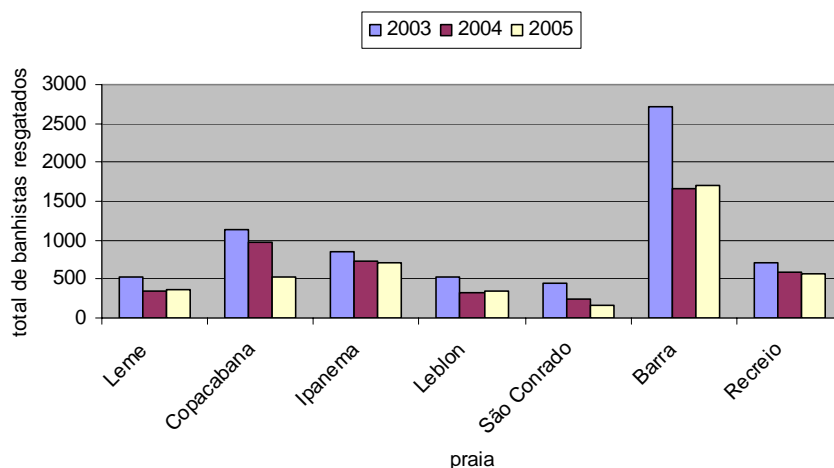


Fig.1 - Total de banhistas resgatados de situação de afogamento nos anos de 2003, 2004 e 2005 nas sete principais praias da cidade. fonte: 2º e 3º G-Mar

¹ População estimada em 01/07/2005. FONTE: IBGE cidades@.

Esta temática tem recebido especial atenção de estudos científicos. Baseados em estudos pretéritos e numa avaliação sistêmica de dados em ocorrências utilizando informações de diversas nações, e com contribuição de especialistas de mais de trinta países, a Organização Mundial de Saúde (WHO), publicou em 2003 um guia de gerenciamento da segurança em ambientes recreativos aquáticos (WHO, 2003), apontando uma série de características perigosas inerentes às praias (*beach hazards*) e suas potencialidades em expor banhistas a riscos. A partir disto propõem medidas preventivas e de intervenção em prol do aumento da segurança dos banhistas concluindo que a prevenção é o mecanismo principal para redução de taxas de afogamentos em ambientes recreativos aquáticos.

Na Europa se destaca o evento *World Congress on Drowning* em 2002 na Holanda, que reuniu dezenas de especialistas em saúde pública, microbiólogos, patologistas, especialistas em resgate e geocientistas, culminando com a publicação '*Handbook on drowning, prevention, rescue and treatment*' em 2003. Nos EUA, destacam se os anuários *USLA*², que trabalham com uma média de 4000 afogamentos por ano, sendo que de 50 a 75% destes ocorrem em corpos d'água naturais como praias, lagoas e rios (DIETZ & BAKER, 1974 *apud* WHO, 2003). Na Austrália, a *SLSA*³ é o órgão nacional de salvamento aquático que centraliza dados de resgate, realiza estudos técnicos, elabora treinamentos com salva-vidas e divulga informações acerca de afogamentos fatais e não fatais no litoral australiano, ainda sim, trabalhos como os de Short & Hogan (1994) e Short (1999), tratam das condições oceanográficas nas praias, que potencializam o risco de acidentes com banhistas, especialmente às correntes de retorno associadas aos fundos móveis e aos estágios morfodinâmicos intermediários.

No Brasil, trabalhos publicados por Hoefel & Klein (1998) e Klein *et al.* (2003) ao tratarem da temática no litoral de Santa Catarina, apontam que há predominância em determinantes sociais em relação aos naturais para a questão da segurança nas praias, porém 86% dos resgates foram realizados devido à presença de fracas a moderadas correntes de retorno (*rips*) e que 80% dos casos foram registrados em dias ensolarados com altura de ondas inferiores a 1 metro, ou seja, em condições convidativas ao banho de mar.

² United States Lifesaving Assossiation <http://www.usla.org/default.asp>

³ Surf Life Saving Australia <http://www.slsa.asn.au>

Já os trabalhos de Pereira *et al.* (2003) e Carvalho (2002) ao tratar deste tema nos litorais oceânicos em praias selecionadas no extenso litoral do estado do Rio Grande do Sul e nas praias oceânicas da cidade de Salvador respectivamente, utilizam fotografias aéreas ortogonais e oblíquas, perfis de praia e dados em afogamentos, para associar riscos aos banhistas a condições morfodinâmicas e ambientais vigentes.

Algumas definições são necessárias. O termo risco, segundo Lacey & Pike (1989, *apud* WHO 2003), é definido como o grau de exposição à determinada quantidade de perigo. E o perigo pode ser definido como uma gama de circunstâncias e processos que podem levar aos danos e prejuízos. Neste caso os riscos são os de rotina e os perigos são promovidos substancialmente por características naturais do ambiente praias como a hidrodinâmica marinha e a variabilidade topográfica do fundo na porção próxima à praia. (BULHOES, 2005) Por afogamento, a definição mais atual é segundo Van Beeck *et al.* (2005) o processo de experimentar parcial ou total impedimento das vias respiratórias por imersão ou submersão em líquido. É também necessário designar se o caso de afogamento é seguido por morte, morbidez ou por nenhuma morbidez.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende as sete principais praias oceânicas da cidade: Leme, Copacabana, Ipanema, Leblon, São Conrado, na Zona Sul e Barra da Tijuca e Recreio dos Bandeirantes na Zona Oeste, que em 2002 responderam por 66 % de todos os resgates em mar efetuados na cidade.⁴ Esta extensão compreende aproximadamente 27 km de faixa de areia, somando-se as praias citadas. Tratam-se de praias arenosas apoiadas sobre cordões litorâneos holocênicos, expostas a regimes de micro-maré e dominadas por ondas. As praias dominadas por ondas apresentam morfologias tanto em planta quanto em perfil, composição granulométrica e processos dinâmicos na zona de surfe resultantes da incidência, da energia, do período e da arrebentação das ondas. A orientação geral do litoral é Leste-Oeste e, portanto tratam-se de praias expostas e semi-expostas às ondulações de tempestades provenientes do quadrante SW–SE e ondas de tempo bom provenientes do quadrante NE–SE.

⁴ Fonte: CBMERJ. www.cbmerj.rj.gov.br/

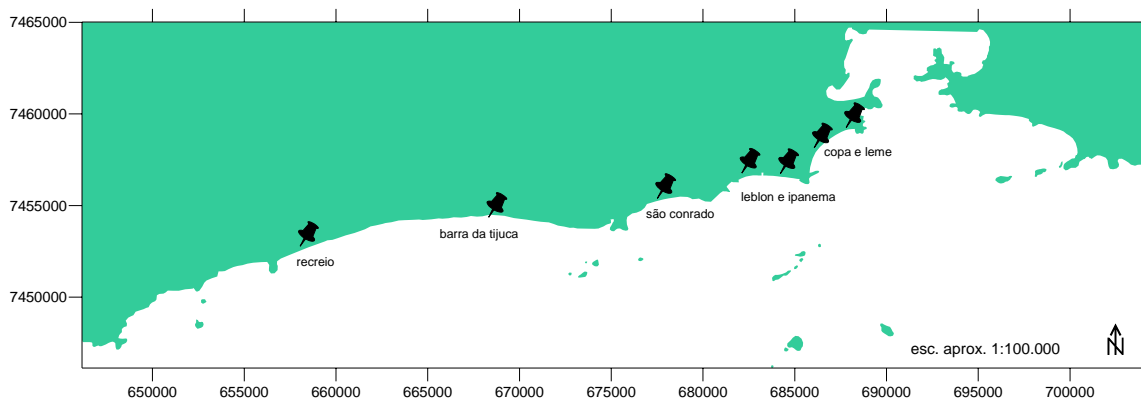


Fig.2. Praias oceânicas estudadas e pontos de levantamento em campo

OBJETIVOS

Através da análise das características oceanográficas e meteorológicas - ditas clima de ondas - e da resposta morfo-sedimentar que cada praia apresenta a dadas condições, temos as condições morfodinâmicas das praias que, de fato, podem expor banhistas a risco de afogamentos diariamente. Os processos hidrodinâmicos que se desenvolvem em águas rasas de cada praia ocorrem em função da mobilidade e da capacidade que estas têm de se adaptar momentaneamente às entradas (*input*) de energia promovida pela ação de ondas, ventos e marés, assumindo características diferenciadas em cada uma e até mesmo em segmentos distintos de um mesmo arco praiial.

Por outro lado, o estudo das estatísticas em salvamentos de banhistas pode facilitar a identificação de segmentos com maior e menor incidência de afogamentos, e também uma avaliação qualitativa do público freqüentador das praias, ajuda a identificar grupos de maior ou menor risco em relação à segurança ao banho de mar. A literatura científica especializada sugere que a prevenção é o melhor mecanismo de atenuação dos riscos ao banho de mar, dos acidentes fatais e não fatais. A hipótese é que a pré-identificação de condições perigosas nas praias e que a identificação de segmentos onde se concentram os banhistas sujeitos a riscos de afogamento, são elementos necessários para a difusão de informativos de prevenção ao risco ao banho de mar e ainda, subsidia campanhas de educação e intervenção diretamente com o público em risco.

Dentro deste cenário de riscos e perigos nas praias, e considerando a cidade do Rio de Janeiro como mais populosa metrópole à beira-mar do país objetiva-se neste estudo

identificar e avaliar condições críticas à segurança ao banho de mar através dos seguintes questionamentos norteadores:

- De qual forma e com que intensidade os processos morfodinâmicos, resultantes de complexa interação física entre fluxos hidrodinâmicos e reposicionamento do fundo arenoso podem ser observados como indicadores qualificantes de condições perigosas ao banho de mar ?
- Como se aplica o modelo de classificação morfodinâmica nas praias oceânicas da cidade e quais os principais perigos a elas associados ?
- Qual a relação dos perigos identificados nas praias com a incidência de afogamentos?
- Existe algum grau de previsibilidade de condições perigosas aos banhistas ?

METODOLOGIA

Primeiramente foi elaborado um estudo em clima de ondas compreendendo os anos de 2004 e 2005. Foram devidamente tabelados e analisados dados diários em previsão de ondas para o litoral ao largo da cidade do Rio de Janeiro, contendo informações sobre altura, direção e período de ondas e ainda, direção e intensidade dos ventos. A fonte destas informações é o modelo de previsão *Wave Watch III* (TOLMAN, 1991), que é um modelo de domínio público bastante difundido no Brasil. Os dados foram obtidos junto aos sítios eletrônicos do CPTEC INPE e do LAMMA UFRJ e salvos diariamente durante o período bianual citado.

A malha batimétrica da plataforma continental interna adjacente ao litoral estudado, foi elaborada através de georreferenciamento e digitalização das cartas náuticas CN 1501 e CN 1620, assim como as folhas de bordo FB 1511-001/87; Anexos A, C, D da FB 1501-002/86; FB 1620-001/79; e Operação CARMIN 1982 folhas 02 e 09; todas produzidas pela DHN, totalizando uma base batimétrica densa, com aproximadamente trinta mil pontos, utilizando os programas da *Golden Software Inc.* A partir de então foram elaboradas simulações em refração de ondas utilizando o módulo NSW (nearshore spectral wave) do programa MIKE21, para identificar a distribuição de energia de ondas nas praias oceânicas estudadas, até o início da zona de surfe, ou seja, a zona de arrebentação.

Foram tabelados e analisados dados diários acerca de resgates de banhistas nas praias estudadas e obtidas informações de gênero, faixa etária, procedência, assim como o número total de afogamentos por segmentos de cada praia, para os anos de 2004 e 2005.

Levantamentos em campo, durante 12 meses permitiram avaliar as condições morfodinâmicas de pontos selecionados nas sete praias estudadas através de levantamentos de dados de altura de ondas na arrebentação, declividade da face da praia, duração e distância do espraiamento, período médio de ondas e granulometria. A parametrização foi feita a partir de Δ Delta (MUEHE, 1998), Ω Ômega (DEAN,1973) e ϵ Surf-Scaling (GUZA & BOWEN, 1975; GUZA & INMAN, 1975), e com isso, caracterizações morfodinâmicas modais e factuais das praias foram obtidas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudos em clima de ondas permitiram avaliar informações sobre altura, direção e período de ondas para o largo do litoral da cidade. O foco está nas condições médias de ondulações ao qual o referido litoral está exposto.

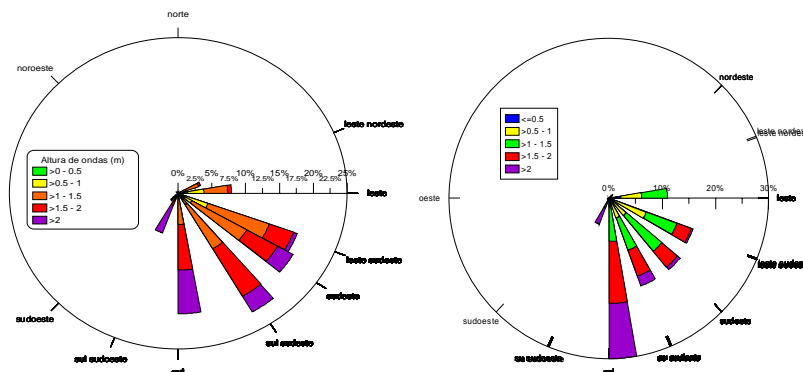


Fig.3 e Fig.4 - Clima de ondas anual ao largo do litoral da cidade do Rio de Janeiro. 2004 e 2005
Gráficos elaborados a partir de dados de previsão de ondas. Fonte: CPTEC INPE

As condições médias no período estudado foram: Ondulações de Sul, Su-Sudeste e Sudeste, altura de ondas variando em torno de 1,5 m e ondas com períodos entre 7 e 9s. A partir disto e do resultado da plotagem de dados batimétricos da plataforma continental interna entre a Baía de Guanabara e Restinga de Marambaia, foram elaboradas simulações em distribuição de energia de ondas para o litoral da cidade.

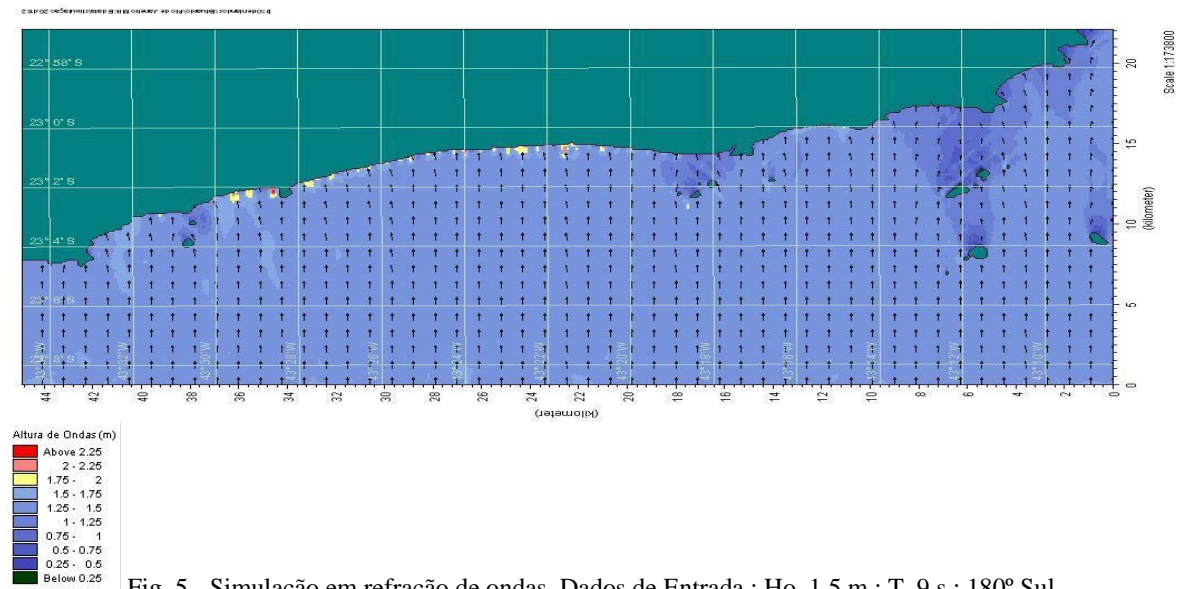
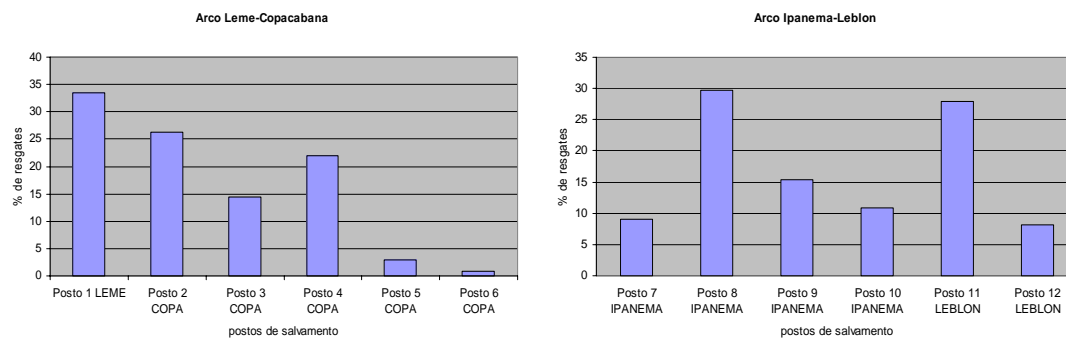


Fig. 5 - Simulação em refração de ondas. Dados de Entrada : Ho. 1,5 m ; T. 9 s ; 180° Sul

Os levantamentos morfodinâmicos foram realizados durante 12 meses nos anos de 2004 e 2005 em sete pontos do litoral da cidade. Em termos gerais, tratam-se de praias de areias médias, classificadas modalmente como intermediárias e variando entre terraço de baixa-mar e banco e calha longitudinal. As praias do Leme, Copacabana e do Leblon apresentam-se refletivas após um significativo período de ondas pequenas ($< 0.5\text{m}$).

A análise de estatísticas de resgates na orla da cidade permitiu identificar além do perfil dos afogados (homens, entre 10 e 19 anos, residentes em bairros que não os da orla), segmentos em cada praia com maiores e menores índices de afogamentos. Como exemplo, seguem-se os resultados do arco praial de Leme e Copacabana e Ipanema-Leblon.



Figuras 6 e 7. Percentual de afogamentos por postos nos arcos Leme-Copacabana e Ipanema-Leblon.

A partir de então, visa-se elaborar uma correlação entre energia de ondas ao longo do litoral, resposta morfodinâmica das praias, perigos associados a estas praias e incidência de afogamentos por segmentos de praias (postos de salvamentos).

Um resultado inicial válido seria aquele que permite correlacionar praias e segmentos de praias que apresentam condições de acesso e número total de banhistas semelhantes (ex: Praia de Copacabana e Praia de Ipanema). Nesta perspectiva é possível que as condições de mar segmentadas respondam por um maior ou menor número de salvamentos. Como exemplo, poderíamos destacar a simulação de ondas de Sul (180°), com altura de ondas ao largo (H_o) de 1,5m e período (T) de 9s. Neste caso, no arco praial Leme-Copacabana temos como os segmentos mais expostos à estas ondulações, o Posto 1 (Praia do Leme) e o segmento na altura do Posto 4, recebendo ondas com alturas entre 1,5 e 1,75 m. Não obstante, estes segmentos são aqueles que apresentam comumente um maior número de salvamentos. Com o mesmo exemplo de ondulação podemos destacar o arco praial Ipanema-Leblon, onde os segmentos com maiores índices de afogamentos são o Posto 8 e o Posto 11. Nesta perspectiva temos dúvidas, pois o segmento próximo ao Posto 8 apresenta-se protegido destas ondulações, recebendo ondas com altura máxima de 0.75 a 1 m. Já o segmento próximo ao Posto 11, de fato, recebe ondulações maiores com ondas que variam entre 1,25 e 1,5 m.

CONCLUSÕES

A análise do clima de ondas para o largo do litoral da cidade e a respectiva configuração morfológica da plataforma continental interna adjacente, permitiu realizar

simulações em propagação de ondas para águas rasas e avaliar a distribuição de energia de ondas ao longo de todo o litoral da cidade. A distribuição diferenciada de energia nessas praias permite avaliar condições de ondas na arrebentação e a respectiva resposta morfodinâmica em segmentos selecionados. Por outro lado, a análise das estatísticas em salvamentos realizados pelos salva-vidas nos anos de 2004 e 2005 permitiu identificar segmentos (por postos de salvamento) onde há menor ou maior índice de afogamentos. A princípio, não existem correlações diretas pois alguns segmentos recebem maior número de banhistas que os outros e aparentemente isto define os segmentos com maior ou menor número de afogados.

O encaminhamento das idéias leva a entender que existe um valor crítico a partir do qual as ondulações passam a se tornar de fato perigosas aos banhistas, seja pelo tipo de arrebentação, seja pela capacidade de estarem sendo formadas células de circulação com correntes de retorno moderadas a fortes. Neste sentido temos que o estágio morfodinâmico factual (ou seja, no momento da observação) é o elemento que vai definir em detalhe qual o perigo associado a cada segmento de praia.

Investigações acerca da resposta morfodinâmica de cada segmento de cada praia às condições de ondas em águas rasas - resultados das simulações em refração de ondas - permitirão brevemente associar altura de ondas aos estágios morfodinâmicos e, com isso, avaliar a frequência e magnitude dos perigos nas praias sejam eles, o tipo de arrebentação, a variabilidade morfológica do fundo e até mesmo a formação de correntes longitudinais e de retorno, sua intensidade e espaçamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BULHOES, E.M.R. **Condições Morfodinâmicas Associadas a Riscos aos Banhistas: Em Busca da Segurança nas Praias Oceânicas da Cidade do Rio de Janeiro.** Exame de Qualificação. Programa de Pós-Graduação em Geografia. UFRJ. Rio de Janeiro. 2005.

CARVALHO M.P. **Fatores meteorológicos, oceanográficos, morfodinâmicos, geológicos e urbanos relacionados à incidência de afogamentos nas raias da costa atlântica de salvador.** Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. UFBA. Salvador. 2002.

DEAN, R G. **Heuristic models of sand transport in the surf zone'** Conference of Engineering Dynamics in the Surfzone. Sydney. Australia. 7p. 1973.

GUZA, R T and BOWEN, A J. **The resonant instabilities of long waves obliquely incident on a beach.** Journal of Geophysical Research, 80, 4529-4534. 1975.

GUZA, R T and INMAN, D L. **Edge Waves and Beach Cusps**. Journal of Geophysical Research, 80 2997 – 3012. 1975.

HOEFEL, F and KLEIN, A. **Environmental and social decision factors of beach safety in the central northern coast of Santa Catarina, Brazil**. Notas Técnicas da Facimar. Vol.2 p.155-166. 1998.

KLEIN; A; SANTANA, G; DIEHL, F and MENEZES, J. **Analysis of hazards associated with sea bathing: results of five years work in oceanic beaches of Santa Catarina state, Southern Brazil**. Journal of Coastal Research, Special Issue 35: Brazilian Sandy Beaches p.107-116. 2003.

MUEHE, D. **Estado morfodinâmico praias no instante da observação: uma alternativa de identificação**. Revista Brasileira de Oceanografia 46 (2) p. 157-169. 1998.

PEREIRA, P S; CALLIARI, L J; LÉLIS, R J F; FIGUEIREDO, S A. **Riscos associados ao banho de mar e sua relação com a heterogeneidade morfodinâmica das praias do Rio Grande do Sul, Brasil: Projeto de Segurança nas Praias**. Anais (em CD) do IX Congresso da ABEQUA 2003, Recife, Brasil. 2003.

SHORT, A. D. **Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics**. John Wiley & Sons Ltd. Baffins Lane, Chichester. 1999.

SHORT, A D and HOGAN, C L. **Rip currents and beach hazards: their impact on public safety and implications for coastal management**. Journal of Coastal Research, Special Issue no.12 : Coastal Hazards p.197-209. 1994.

TOLMAN, H. L. **A third-generation model for wind waves on slowly varying, unsteady and inhomogeneous depths and currents**. *J. Phys. Oceanogr.* , 21, 782-797. 1991.

Van BEECK, E.F.; BRANCHE; C.M.; SZPILMAN, D.; MODELL, J.H.; & BIERENS, J.J.L.M. **A new definition of drowning: towards documentation and prevention of a global public health problem**. Bulletin of the World Health Organization.v.83 (11). 2005.

WHO World Health Organization. **Guidelines for safe recreational water environments, vol.1 Coastal and Fresh-waters**. Geneva. 2003.