



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## EROSÃO COSTEIRA E *STORM SURGE* EM ITAPOÁ - SC: UMA ANÁLISE EPISÓDICA

Rafael Brito Silveira <sup>(a,\*)</sup>, Maikon P. A. Alves <sup>(a)</sup>, Volney J. B. Bitencourt <sup>(b)</sup>

<sup>(a,\*)</sup> Departamento de Geociências/PPGG-LabClima, UFSC, rafael.brito@posgrad.ufsc.br

<sup>(a)</sup> Departamento de Geociências/PPGG-LabClima, UFSC, maiconpassos@gmail.com

<sup>(b)</sup> Instituto de Geociências/PPGGeo-CECO, UFRGS, volneybitencourt@gmail.com

**Eixo:** A climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

### Resumo

Itapoá é um município costeiro do estado de Santa Catarina e, assim como a maioria, apresenta diversos problemas por erosão costeira, o que é uma tônica de grande parcela da costa brasileira. A partir de dados de estações meteorológicas, de marégrafo e de boia oceanográfica, buscou-se analisar qual situação foi a responsável por gerar o evento desastroso ocorrido entre 18 e 22 de setembro de 2018. Diante da análise episódica verificou-se que um evento de *storm surge* gerou os problemas de erosão costeira, diferentemente do apontado pela prefeitura local e pela Defesa Civil municipal e estadual, que nomearam o evento de *ressaca*, atribuindo uma situação de maré de tempestade (*storm tide*) como condicionante.

**Palavras chave:** *storm surge*, erosão costeira, costa catarinense, condições ambientais.

### 1. Introdução

As pesquisas sobre os impactos gerados por marés de tempestade (*storm tide*), popularmente conhecidas como *ressacas*, são objeto de estudo de diversos pesquisadores no Brasil, especialmente do ponto de vista da gestão costeira, dos desastres ligados à erosão e até das discussões acerca do aumento do nível médio dos oceanos. As marés de tempestade são classificadas pelo Ministério da Integração do Brasil (atual Ministério do Desenvolvimento Regional) como naturais, do grupo meteorológico, dentro do subgrupo de sistemas de grande escala - escala regional e do tipo ciclone



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

(BRASIL, s/d). Mesmo estando dentro do grupo meteorológico, análises mais específicas das condições atmosféricas que geram e que condicionam tais marés de tempestades, na maioria das vezes, não são tão exploradas. Na maioria dos casos quando ocorre um evento de erosão ou de inundação costeira pela ação das ondas, além do termo popular *ressaca* ser empregado, tem-se a generalização de que sempre é uma maré de tempestade. Todavia, em determinados casos o evento pode ter sido, deveras, uma *storm surge*, ou, em algumas traduções, uma maré meteorológica (PARISE et al., 2009).

*Storm surge* é um aumento anômalo da água gerada por uma tempestade, independentemente das marés astronômicas. Um caso de *storm surge* não deve ser confundido com um de maré de tempestade (*storm tide*), pois, o segundo é definido como o aumento do nível da água devido à combinação de uma tempestade mais uma situação de maré astronômica. A maré é um fenômeno astronômico causado pela atração gravitacional da lua e do sol na Terra, enquanto a tempestade é um fenômeno meteorológico. Um episódio de *storm surge* é causado principalmente pelos ventos da tempestade que empurram a água para a costa (*onshore*). Resumidamente, *storm surge* é o aumento no nível da água do mar causado unicamente por uma tempestade. Ademais, o potencial destes eventos, em qualquer local do planeta, depende da orientação da linha de costa com o trajeto da tempestade; levando em consideração também a intensidade, o tamanho e velocidade da própria tempestade; além da batimetria local (NOAA, s/d; KARIM, MIMURA, 2008; NOAA, 2018;). Problemas de inundações e erosões costeiras são registrados em múltiplas partes do planeta, sendo uma problemática cara a todos os países, especialmente aos costeiros (e.g. HANSON, LINDH, 1993; MERLOTTO, BÉRTOLA, 2007; KARIM, MIMURA, 2008; PARISE et al., 2009; HALLEGATTE et al., 2011).

De uma forma simples, a erosão costeira pode ser entendida como o deslocamento da posição geográfica do perfil praiado em direção a terra, o que causa uma transgressão da linha de costa (*sensu* CURRAY, 1964). A erosão costeira é um processo natural que pode ser potencializada e até mesmo produzida por processos antrópicos que causam um desequilíbrio no balanço sedimentar do sistema costeiro (PILKEY et al., 2009; VAN RIJN, 2011) e até mesmo um aumento do nível dos oceanos (LEATHERMAN et al., 2000).

As zonas costeiras estão entre os ambientes com maior pressão antrópica do planeta. Mais de 60% da população mundial habita regiões em até 60 km do mar (AUGUSTINUS, 2009). Inclusive, 75% das maiores cidades do mundo se localizam no litoral e, conseqüentemente, a densidade demográfica em áreas costeiras é três vezes maior que a média global (SMALL; NICHOLLS, 2003).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Globalmente, a erosão costeira é o principal problema de áreas desenvolvidas e urbanizadas. Algumas estimativas indicam que mais de 80% da linha de costa do mundo se encontram em estado erosivo (BIRD, 1985; PILKEY et al., 2009). Somente em relação às linhas de costas compostas por praias arenosas, ~24% estão erodindo a taxas que excedem 0,5 m/ano (LUIJENDIJK et al., 2018). A erosão costeira acarreta em impactos negativos de cunho econômico, social e ambiental.

Nesta perspectiva, a partir de uma análise de caso para a cidade de Itapoá, localizada na costa norte do estado de Santa Catarina (SC) (Figura 1), região Sul do Brasil, com uma população estimada de ~20.000 habitantes para 2019 (IBGE, s/d) e uma costa de ~32 km, objetivou-se avaliar do ponto de vista meteorológico o evento desastroso ocorrido entre 18 e 22 de setembro de 2018 e também seus impactos.

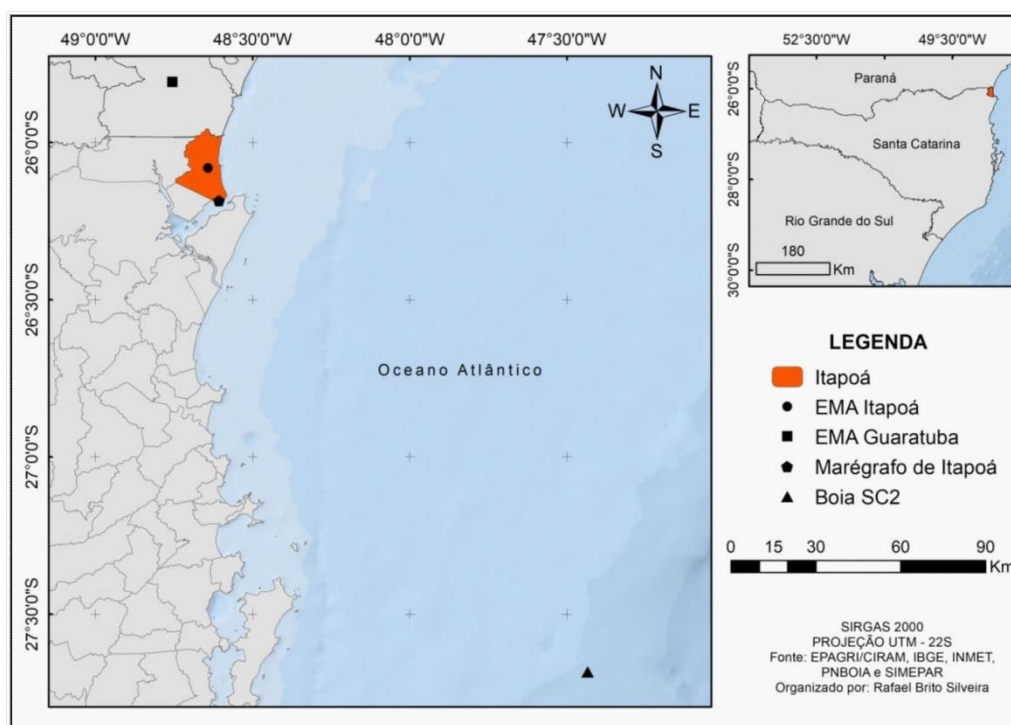


Figura 1 - Localização do município de Itapoá e dos postos em que os dados foram coletados.

Analisar este evento específico no município de Itapoá justifica-se por ser um dos episódios atuais mais noticiados na mídia estadual, pela costa norte de SC ser a área mais atingida de toda faixa litorânea do estado e por setembro ser o terceiro mês com maior recorrência destes eventos (RUDORFF et al., 2014).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## 2. Materiais e Métodos

Dados ambientais de quatro postos de coleta foram utilizados na análise do evento, definido aqui como o período entre 18 e 22 de setembro de 2018. Os dados horários da maré observada foram obtidos junto ao marégrafo de Itapoá, pertencente ao terminal portuário local, com informações fornecidas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) por meio do Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM). Já os dados da maré astronômica local foram obtidos junto à EPAGRI/CIRAM por meio de solicitação *on-line* e, a partir disto, foi possível calcular a altura residual. Os dados diários da pressão atmosférica em superfície foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) a partir da estação meteorológica automática (EMA) de Itapoá.

Além da pressão atmosférica em superfície no município de Itapoá, também se verificou a pressão no oceano, para tal foi utilizada a boia oceanográfica Santa Catarina2, com dados disponíveis para consulta a partir do Programa Nacional de Boias (PNBOIA). Os dados da boia citada também foram utilizados para examinar os dados diários de altura das ondas.

Observou-se ainda, diariamente, os dados de direção e velocidade do vento a partir da EMA de Guaratuba, os quais foram obtidos junto ao Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) via solicitação, uma vez que as informações desta variável na EMA de Itapoá e na boia Santa Catarina2 estavam comprometidas. Os dados referentes ao vento foram averiguados para todo o mês e também durante o evento de maneira específica. Na análise mensal gerou-se uma rosa dos ventos com a utilização do *software* WRPLOT View™.

Para análise e explanação das condições atmosféricas existentes no período de influência do episódio estudado, utilizaram-se os Boletins de Monitoramento da EPAGRI (obtidos via solicitação prévia) e os Boletins Técnicos de Análise Sinótica também do CPTEC (<http://tempo.cptec.inpe.br/boletimtecnico/pt>). Por fim, a partir dos documentos emitidos pela Prefeitura de Itapoá, pela Defesa Civil de SC, por jornais digitais e pelo Ministério da Integração foi possível contabilizar os danos e prejuízos ocorridos no município. A localização exata de todos os postos de dados utilizados nesta pesquisa, supracitados, pode ser visualizada na Figura 1 acima. É importante apontar que a localização da boia Santa Catarina2 não é fixa, todavia, por conta do seu



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

sistema de ancoragem, sua deriva é bem reduzida. De toda forma, a posição apresentada no mapa da Figura 1 é a média das coordenadas geográficas reportadas para todo mês de setembro de 2018.

### 3. Resultados e Discussão

A Defesa Civil de SC considera a data 19/09 como a exata do desastre, conforme pode ser visto na aba de Decretação de SE e ECP no *website* oficial da instituição (DC/SC, s/d). O evento foi classificado como erosão costeira/marinha por decreto federal (nº 3779) através da portaria nº 296, de 18 de outubro de 2018, publicado no Diário Oficial da União. Entretanto, a Prefeitura Municipal de Itapoá (PMI), junto ao seu coordenador municipal de Defesa Civil nomearam oficialmente o evento gerador do desastre de *ressaca*, conforme se observa no Decreto Executivo 3779/2018, junto à ata 01/2008 do Conselho da Defesa Civil (PMI, 2018).

Geralmente, os eventos chamados de *ressaca* pela Defesa Civil do estado não passam por uma análise prévia tentando averiguar a verdadeira origem da erosão costeira. Corriqueiramente, tais eventos são vinculados às marés de tempestade, sem examinar as condições para saber se pode ter sido um caso de *storm surge*. O Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina não deixa muito claro a diferenciação entre os dois tipos de eventos que podem gerar erosão costeira, a *storm surge* e a maré de tempestade (RUDORFF et al., 2014). Rudorff et al. (2014) indicam que episódios de tempestades intensas somadas a marés de sizígia podem gerar eventos excepcionais de marés de tempestade, todavia, a NOAA (s/d) distingue as duas situações e alerta que as mesmas não podem ser confundidas. Conforme Rudorff et al. (2014) destacam, as marés de sizígia, ocorrentes em condição de lua nova ou cheia, podem potencializar ainda mais a elevação do nível do mar, contribuindo para inundações e erosões costeiras. Mas, durante o evento aqui analisado, a condição/fase da lua era crescente, ou seja, em situação de quadratura, descartando a possibilidade de aumento do nível da água devido à combinação de tempestade e maré astronômica (NOAA, s/d).

Embora o maregrama demonstre que durante o evento as constantes harmônicas para o nível da maré astronômica prevista (EPAGRI/CIRAM, s/d) e a maré observada estivessem em elevação, neste período, a maré observada esteve praticamente dividida, em alguns momentos abaixo da astronômica, em outros acima, refletindo na altura residual (Figura 2). Todavia, mesmo que em equilíbrio, em 52,5% dos registros horários nos cinco dias de evento, a maré observada esteve acima



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

da astronômica, ou seja, tais dados refletem a existência de alguma forçante para a elevação do nível das águas além da maré astronômica.

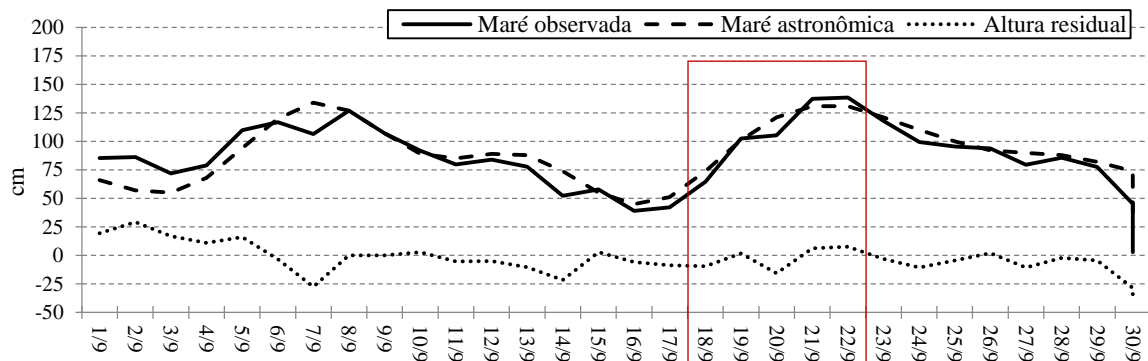


Figura 2 - Maregrama do mês de setembro de 2018 com destaque para o período do evento analisado – Marégrafo de Itapoá - SC.

Ainda de acordo com a EPAGRI/CIRAM (s/d), usualmente, quando ocorrem ventos do quadrante sul há o empilhamento das águas oceânicas na costa e, sendo assim, a maré observada tende a ser maior que a astronômica. Isto posto, o valor da altura residual é positivo. Quando o vento sopra do quadrante norte existe um deslocamento da água do mar da costa e o valor da maré observada é menor do que a maré astronômica, sucedendo em valor da altura residual negativo. Quando decorre calmaria ou ventos fracos, os valores da maré observada e da maré astronômica tendem a ser semelhantes e o resultado da altura residual é próximo de zero.

Analisando a rosa dos ventos (Figura 3) é possível visualizar que ao longo do mês ocorreu uma influência importante dos ventos de sudeste (SE), com velocidades consideráveis, quando comparados aos ventos de norte (N) ou nordeste (NE), por exemplo. Mas, observando os dados de direção do vento em superfície, somente no período do evento, ~30% do período apresentou ventos do quadrante sul (variando entre SE e SW); 45% do quadrante norte (variando entre NW e NE) e os outros 25% distribuídos em ventos provenientes de leste e oeste. Diante disto, não há como justificar apenas pela influência dos ventos o pequeno valor superior da maré observada com relação à maré astronômica no evento, outros fatores podem ter influenciado, assim como descrevem alguns autores (*e.g.* KARIM; MIMURA, 2008).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

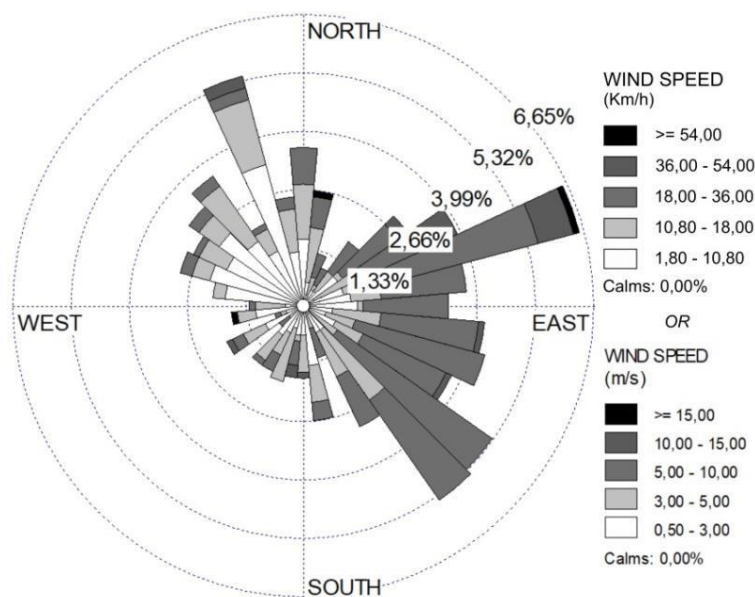


Figura 3 - Rosa dos ventos utilizando dados horários referentes ao mês de setembro de 2018 - EMA de Guaratuba.

Com relação às condições atmosféricas do evento analisado, os dados da EMA de Itapoá e da boia oceanográfica Santa Catarina<sup>2</sup>, refletem o comportamento da pressão atmosférica de maneira similar. Embora existam diferenças, o padrão de queda ou aumento ao longo dos dias segue o mesmo (Figura 4).

No dia 17 os boletins da EPAGRI/CIRAM e do CPTEC indicavam que, pela manhã, em superfície, existia uma zona de baixa pressão no Rio Grande do Sul (RS) e, no decorrer do dia, esta baixa deslocou seu centro para o NE do RS e SE de SC. Os boletins também apontavam para a existência de um frente fria no oceano em frente à costa da Argentina. Já no dia 18 pela manhã o sistema de baixa pressão se deslocou para o oceano, em frente ao RS e a SC, com ventos soprando de NE. Pela tarde a baixa pressão apresentava as mesmas condições, com ventos de S e SE na costa.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

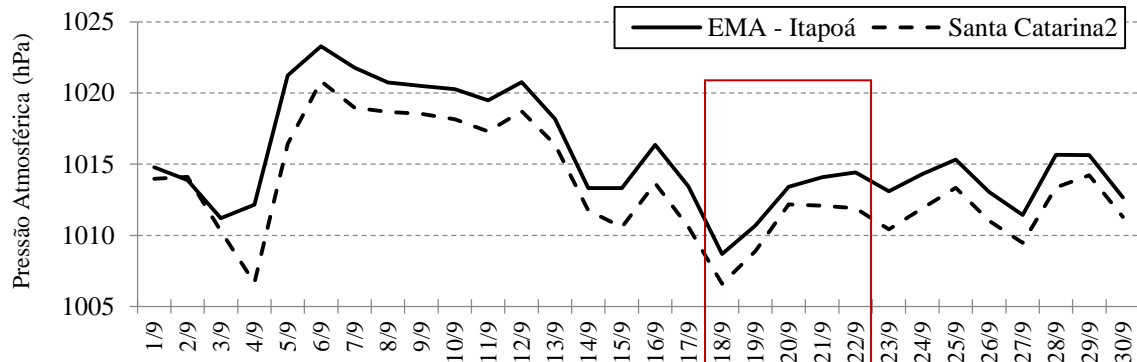


Figura 4 - Pressão atmosférica (hPa) no mês de setembro de 2018 com destaque para o período do evento analisado. Dados da EMA de Itapoá e da boia oceanográfica Santa Catarina2.

No dia seguinte (19), pela manhã, os boletins apontavam uma situação de alta pressão com centro sobre o oceano em frente à SC, com ventos fracos de SE, passando por variações de NE na costa norte. Pela noite já existia a presença de uma frente fria no litoral do RS. Dia 20 pela manhã também exibia frontogênese em deslocamento pela costa do Sul do Brasil, ao passo que, no mesmo dia, durante a noite, as informações advertiam um sistema de alta pressão sobre o Uruguai e RS.

No penúltimo dia do evento estudado (21) os boletins dos dois institutos ainda apontavam o deslocamento da frente fria pela costa da região Sul, com trajetória marítima. No período vespertino, indicavam uma nova frente fria no litoral próximo ao Uruguai, com ventos de SE a NE. No dia 22 os registros meteorológicos exibiam uma zona de alta pressão na costa de SC com um sistema de baixa pressão na Argentina.

Tais registros indicados pelos boletins meteorológicos, em superfície, dos dois institutos concordam entre si e justificam os registros exibidos no gráfico da Figura 4. Além disto, estas condições atmosféricas vão ao encontro do que a bibliografia indica como sistemas condicionantes de situações de problemas de erosão costeira, ondas elevadas e inundações litorâneas, sendo estas principalmente provocadas por tempestades severas geradas pela incidência de frentes frias e de ciclogênese (GARES et al., 1994; PARISE et al., 2009; RUDORFF et al., 2014).

Os dados de altura de onda (Figura 5) servem para elucidar ainda mais a análise episódica em questão, evidenciando como as ondas estavam com alturas condizentes nos dias precedentes ao evento e também durante o mesmo. A altura significativa média variou entre 1,9 e 3,5 m do dia 16 ao dia 22, ao passo que a significativa máxima variou entre 3,2 e 5,2 m.





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

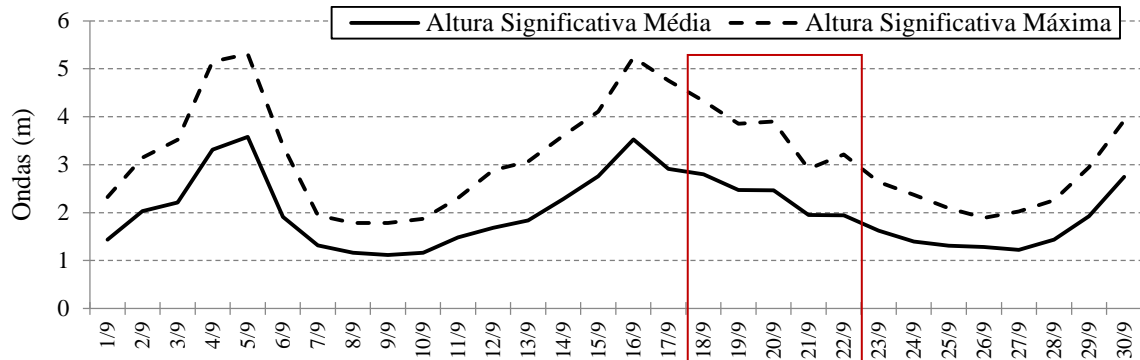


Figura 5 - Altura das ondas (m) do mês de setembro de 2018 com destaque para o período do evento analisado. Dados apresentados com base nos registros da boia oceanográfica Santa Catarina2.

Neste caso, observando os dados, é possível afirmar que as ondas alcançaram alturas maiores durante os casos de ciclogênese, sob ocorrência das baixas pressões em proximidade com SC, quando comparado aos sistemas de alta pressão e frentes frias. Todos estes fatores em conjunto contribuíram e entraram em sinergia para que acontecesse o desastre classificado como erosão costeira, com origem em uma situação de *storm surge*, gerando impactos como os evidenciados na Figura 6.



Figura 6 - Registros jornalísticos da erosão costeira e seus respectivos estragos ocasionados pelo evento de *storm surge* em Itapoá durante o episódio estudado. a) Observa-se o termo *ressaca* utilizado pelo jornal. b) Casa caindo numa das principais praias do município. c) Residência atingida pelas ondas e resquícios de enrocamento anterior. d) Imagem obtida por Drone evidenciando a erosão costeira nas proximidades de diversas residências. Fonte: a) [G1, 2018](#); b) [ANotícia, 2018](#); c) [Tribuna de Itapoá, 2018](#); d) [Rádio Litorânea, 2018](#).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

É importante indicar que, Itapoá é uma localidade com vocação de turismo de praia e, por conta disto, existem muitas casas de veranistas. Sendo assim, questões antrópicas de uso e ocupação do solo também não podem ser esquecidas como parte dos prejuízos gerados por meio das erosões costeiras, uma vez que muitas casas foram construídas nas proximidades da interface entre oceano-costa, em determinados casos sem respeitar áreas de dunas, restingas e manguezais. De acordo com as informações da Prefeitura Municipal de Itapoá (PMI, 2018), os danos e prejuízos registrados no evento analisado, chegaram perto dos seis milhões de reais inicialmente, com prejuízos indiretos incalculáveis devido à proximidade com a temporada de verão. Ademais, a administração municipal indicou erosões costeiras em, aproximadamente, 4,5 km de faixa de praia ou, quase 15% da costa municipal.

#### **4. Considerações finais**

Fica evidente como a combinação de fatores foi responsável por gerar o desastre de erosão costeira em Itapoá, como já é o esperado. Porém, fica estabelecido como, de acordo com o apontado pela NOAA (s/d), o evento gerador de tal erosão foi uma *storm surge* e não uma maré de tempestade (*storm tide*). Esta constatação se dá, evidentemente, pelo fato de, durante o evento, estar atuando uma condição de quadratura e não de sizígia, contrariando o conceito de maré de tempestade.

A falta de dados sobre direção e velocidade do vento em alto mar ou na EMA de Itapoá pode ter contribuído para o enviesamento de algum resultado mais detalhado. Além disto, a distância entre a boia oceanográfica Santa Catarina<sup>2</sup> e Itapoá, assim como a distância entre a EMA de Guaratuba e Itapoá para analisar o vento, pode ter comprometido análises mais refinadas.

Nota-se como, de maneira geral, os veículos de mídia, a Prefeitura Municipal de Itapoá e até mesmo a Defesa Civil estadual e municipal classificaram o evento de erosão costeira como sendo uma *ressaca*, sem buscar distinguir a sua origem, fato importante no momento de comunicar, diminuindo as chances de interpretações erradas e, conseqüentemente, dos possíveis riscos eminentes. Estes problemas, conforme apontados anteriormente, são recorrentes em muitos lugares do globo e carecem de mais estudos e preocupações por parte dos gestores.

#### **Agradecimentos**

Os autores agradecem as conversas informais com os pesquisadores do Setor de Oceanografia da Epagri/Ciram, as quais auxiliaram na construção desta análise. O 1º e o 3º autor agradecem ainda,



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

respectivamente, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (Processo nº: 1696632) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processo nº: 141007/2015-0), por suas bolsas de doutorado.

### Referências Bibliográficas

AUGUSTINUS, P.G.E.F. Coastal systems. In: Sala, M. (Ed.), **Geography**, Oxford, UK, pp 305-318, 2009.

BIRD, E.C.F. **Coastline changes: a global review**. John Wiley-Interscience, Chichester. 219 p., 1985.

BRASIL. **Ministério do Desenvolvimento Regional: Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE)**. s/d. Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br/documents/3958478/>>. Acesso em: 14 fev. 2019.

CURRAY, J.R. Transgressions and Regressions. In: Miller, R. L. (ed.) **Papers in Marine Geology**. Shepard Commemorative Volume. MacMillan Co., New York, pp. 175-203, 1964.

DC/SC. **Defesa Civil de Santa Catarina: decretação de SE e ECP**. Decretos municipais de 2018. s/d. Disponível em: <<http://www.defesacivil.sc.gov.br/index.php/municipios/decretacoes.html>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

EPAGRI/CIRAM. **Maregrama**. s/d. Disponível em: <[http://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=812&Itemid=684](http://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=812&Itemid=684)>. Acesso em: 20 fev. 2019.

GARES, P.A.; SHERMAN; D.J.; NORDSTROM, K.F. Geomorphology and natural hazards. **Geomorphology**, v. 10, p. 1-18, 1994.

HALLEGATTE, S.; RANGER, N.; MESTRE, O.; DUMAS, P.; CORFEE-MORLOT, J.; HERWEIJER, C.; WOOD, R.M. Assessing climate change impacts, sea level rise and storm surge risk in port cities: a case study on Copenhagen. **Climatic Change**, v. 104, n. 1, p. 113-137, 2011.

HANSON, H; LINDH, G.. Coastal erosion: An escalating environmental threat. **Ambio**, v. 22, nº 4, p. 188-195, 1993.

IBGE. **Cidades: panorama**. s/d. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/itapoa/panorama>>. Acesso em: 16 set. 2019.

KARIM, M.F.; MIMURA, N. Impacts of climate change and sea-level rise on cyclonic storm surge floods in Bangladesh. **Global Environmental Change**, v. 18, n. 3, p. 490-500, 2008.

LEATHERMAN, S.P., ZHANG, K., DOUGLAS, B.C. Sea Level Rise Shown to Drive Coastal Erosion. **EOS, Transactions American Geophysical Union**, 81, issue 6, 55-57, 2000.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

LUIJENDIJK, A.; HAGENAARS, G.; RANASINGHE, R.; BAART, F.; DONCHYTS, G.; AARNINKHOF, S. The State of the World's Beaches. **Scientific Reports**, 8:6641, 11p, 2018.

MERLOTTO, A.; BÉRTOLA, G. Consecuencias socio-económicas asociadas a la erosión costera en el Balneario Parque Mar Chiquita, Argentina. **Investigaciones Geográficas**, nº 43, p. 143-160, 2007.

NOAA. **Defining Storm Surge, Storm Tide, and Inundation**. National Weather Service website. s/d. Disponível em: <[https://ocean.weather.gov/defining\\_storm\\_surge.pdf](https://ocean.weather.gov/defining_storm_surge.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2019.

NOAA. **Storm Surge Overview**. National Hurricane Center website. s/d. Disponível em: <<https://www.nhc.noaa.gov/surge/>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

NOAA. **What is storm surge?** National Ocean Service website. 2018. Disponível em: <<https://oceanservice.noaa.gov/facts/stormsurge-stormtide.html>>. Acesso em: 14 fev. 2019.

PARISE, C.K.; CALLIARI, L.J.; KRUSCHE, N. Extreme storm surges in the south of Brazil: atmospheric conditions and shore erosion. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 57, n. 3, p. 175-188, 2009.

PILKEY, O.H.; NEAL, W.J.; BUSH, D.M. Coastal Erosion. In: Isla, F.I. & Iribarne, O. (Eds), **Coastal Zone and Estuaries**, EOLSS, UNESCO, pp. 32-42. 540p, 2009.

PMI. **Prefeitura Municipal de Itapoá: transparência – legislação**. 2018. Disponível em: <[https://static.fecam.net.br/uploads/752/arquivos/1324193\\_Atata\\_01\\_2018Conselho\\_da\\_Defesa\\_Civil.pdf](https://static.fecam.net.br/uploads/752/arquivos/1324193_Atata_01_2018Conselho_da_Defesa_Civil.pdf)>. Acesso em: 21 fev. 2019.

RUDORFF, F.M.; BONETTI-FILHO, J.; MORENO, D.A.; OLIVEIRA, C.A.F.; MURARA, P.G. Maré de tempestade. In: **Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010**. HERRMANN, M.L.P. (org.), 2. ed. atual. e rev. Florianópolis: IHGSC/Cadernos Geográficos, 219 p., Cap. 12, p. 151-154, 2014.

SMALL, C. & NICHOLLS, R.J. A global analysis of human settlement in coastal zones. **J. Coastal Res.**, 19, pp. 584-599, 2003.

VAN RIJN, L.C. Coastal erosion and control. **Ocean & Coastal Management**, Volume 54, Issue 12, pp. 867-887, 2011.