



## VISÃO COMPUTACIONAL ASSOCIADA A ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS DE ONDA NO ENTORNO DO PROJETO PILOTO NA PONTA DA PRAIA EM SANTOS - SP

Luísa Santos Gollino RA: 182987

### INTRODUÇÃO

Principalmente por conta da intervenção antropogênica incisiva, 60% da zona costeira brasileira sofre forte processo erosivo e as faixas de areia vêm perdendo significativa extensão, o que interfere tanto nas atividades de lazer, quanto diretamente na economia que envolve mais de 50,7 milhões de pessoas residentes no litoral do Brasil (BRASIL, 2018).

Como consequência da necessidade de monitoramento em regiões de difícil acesso, propõe-se a avaliação de uma técnica de sensoriamento remoto a partir de câmeras de vídeo acopladas em um veículo aéreo não tripulado. A pesquisa teve como estudo de caso os arredores do projeto piloto de um quebra-mar submerso localizado na região da Ponta da Praia em Santos – SP, fruto da parceria firmada entre a Prefeitura de Santos e a Universidade Estadual de Campinas.

Dessa maneira o estudo emprega uma técnica, atualmente, não explorada no país, sustentando-se no baixo custo e na alta resolução espacial, dando abertura para maior facilidade na coleta de informações hidrodinâmicas, as quais tem potencial para corroborar não somente com o projeto citado, mas também com pesquisas futuras.

### OBJETIVO

Determinar parâmetros de onda em regiões costeiras através de uma técnica de medição remota, a qual faz uso do monitoramento por câmeras de vídeo, para estimar a celeridade de onda e consequentemente o rumo e período. Sendo assim, como estudo de caso, pretende-se levantar dados de onda antes e depois de um quebra-mar submerso construído na região da Ponta da Praia em Santos - SP, com o intuito de auxiliar no monitoramento e validar a técnica supracitada.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, a pesquisa se pautou na revisão bibliográfica em torno da concepção de que a caracterização de sistemas complexos como o encontrado quando da previsão do clima global de ondas de uma região, requer uma série de estudos e, muitas vezes, uma combinação deles. A classificação voltada para o contexto experimental abrange os fenômenos físicos observados na natureza, conduzindo à resultados mais realistas ao preservar proporções e especificidades. A presente dissertação foi estruturada segundo esse conceito.

À vista disso, o sensoriamento remoto foi a técnica responsável por coletar e interpretar informações, uma vez que os dados já auferidos pelo método têm a capacidade de fornecer informações necessárias para a análise de mudanças costeiras, mapeamento de zonas úmidas, previsão de recursos hídricos e até mesmo previsão de perigos naturais (Jensen, 2007).

Segundo Almar et al. (2009), o método, quando incumbido da leitura de superfícies dinâmicas, se vale da correlação entre os domínios do tempo e do espaço. Inicialmente, fixa-se um intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) ao passo que o posicionamento varia, e a cada ponto analisado (“i”) determina-se uma

relação cruzada no domínio do tempo de acordo com as posições diretamente anteriores e posteriores (“j” de 1 até n), sempre baseando-se no  $\Delta t$  inicial definido.

Correlação<sub>i</sub>(j) =  $\langle X_i(t) \cdot X_{j+1..n}(t + \Delta t) \rangle$  Dessa maneira, é possível obter o valor máximo de correlação e estimar a distância percorrida pelo pixel devido ao movimento de onda. Este método é responsável pela determinação da celeridade, a qual, por definição, é a razão entre variação de espaço e de tempo, ou seja, a velocidade com que a onda se desloca.

$$C = \frac{\Delta X_0}{\Delta t}$$

No que diz respeito ao projeto piloto definido para estudo de caso, a obra foi implantada no decorrer do ano de 2018 e está localizada no extremo leste do arco praiial da Cidade de Santos – SP, entre o Canal 6 e a entrada do Canal do Porto, onde, nos últimos anos a erosão costeira vem praticamente eliminando a faixa de areia existente (GARCIA et al., 2018). Estruturalmente, o projeto é composto por dois trechos construídos com geotubos preenchidos com areia da praia, sendo o primeiro denominado trecho transversal com a finalidade de armazenar a areia e o segundo denominado trecho longitudinal, que tem como objetivo diminuir a energia das ondas (GARCIA; GIRELI, 2019).



Adentrando na metodologia em questão, o uso dos veículos aéreos não tripulados (UAVs ou drones) provou-se mais vantajoso, considerando o seu baixo custo e sua alta versatilidade operacional. A partir dos vídeos extraídos, delineia-se o traçado gerado pela variação da intensidade luminosa de porções de imagens, sendo possível estimar a celeridade e, conseqüentemente, determinar o período e rumo de onda, antes, durante e após a zona de arrebentação.

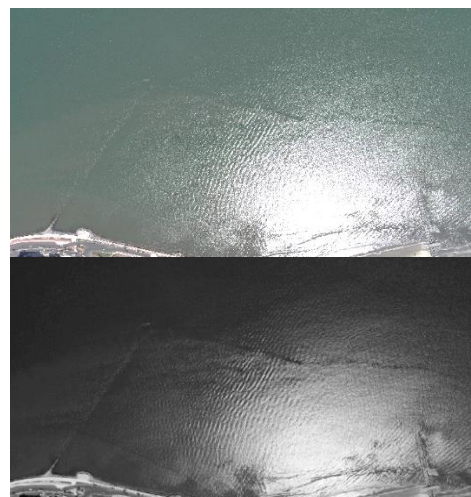
A proposta aplicada foi pautada no uso do drone modelo DJI Phantom 4 Pro, o qual foi posicionado estrategicamente, com o intuito de capturar toda a extensão do projeto piloto e permaneceu estático, na medida que foram considerados o erro associado à vibração angular de  $\pm 0,02^\circ$  e ainda a limitação pautada pela velocidade máxima do vento, no valor de 10m/s. Estando, para isso a uma altura média de 400m do nível do mar.

Dada uma imagem zenital capturada pelo drone, os dados fotográficos passaram apenas pelo tratamento relacionado ao incremento de um filtro que fosse capaz de aumentar o contraste das cores, ressaltando a diferença entre as porções mais brilhantes e as porções mais escuras, para que, fosse possível acompanhar a movimentação da frente de onda ao longo de cada *frame*. Para a



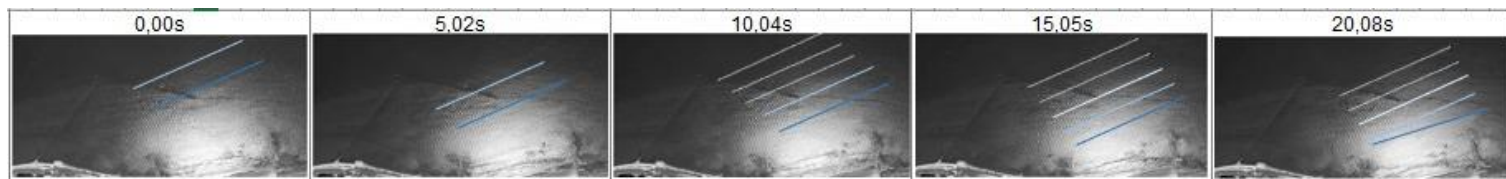
execução desse procedimento utilizou-se o software QGIS versão 3,14.

A partir da necessidade de qualificar espacialmente as imagens extraídas dos vídeos, fez-se uso do software Google Earth, com o qual foi possível determinar quais seriam os pontos estáticos utilizados como referência, e, conseqüentemente as suas coordenadas geográficas. Ainda com o propósito de concluir a fase de georreferenciamento de imagem foi feito também o uso do software AutoCAD.

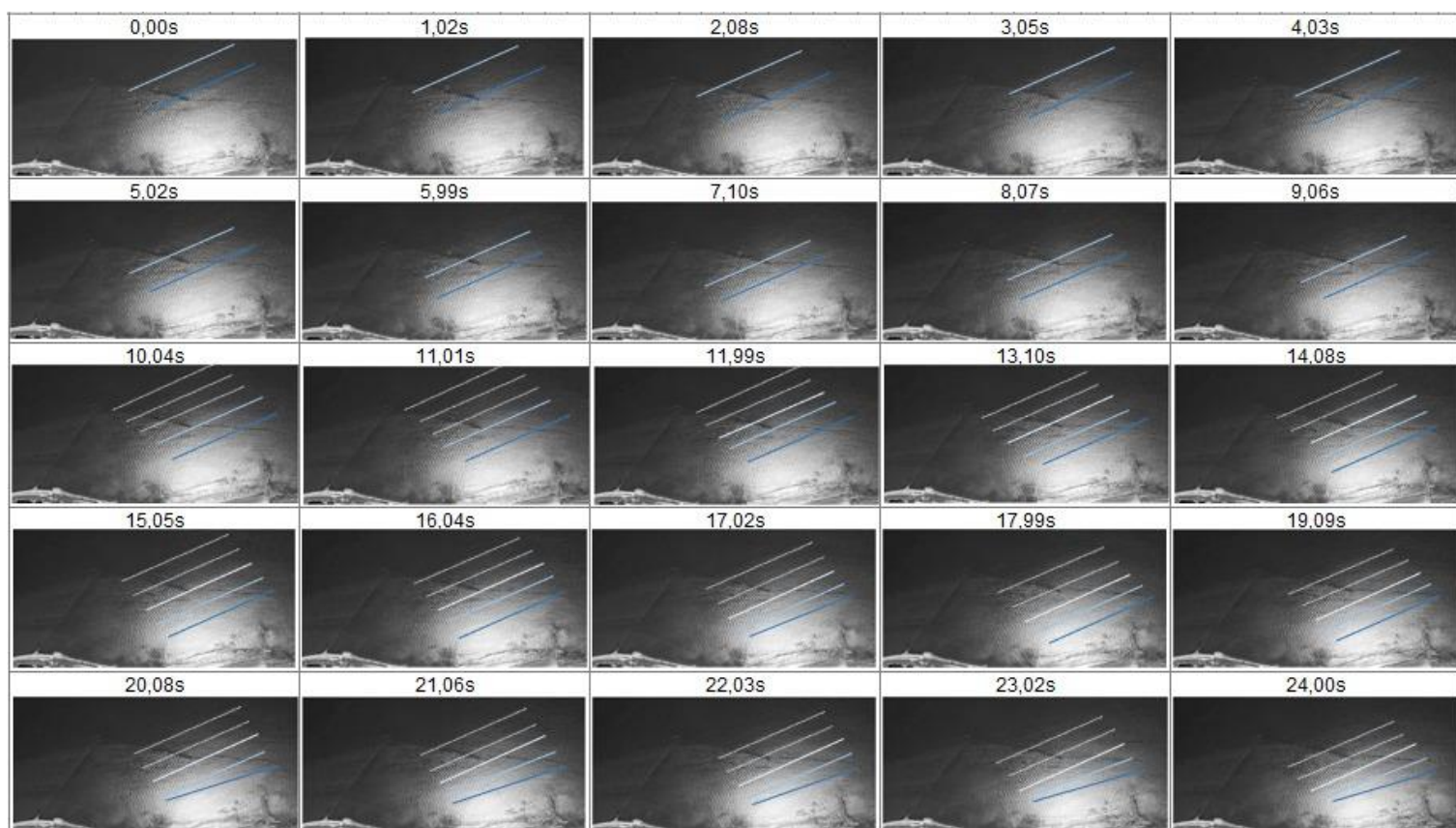


## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nas imagens selecionadas, observou-se previamente a direção e a velocidade do movimento global das frentes de onda, o qual mostrou-se em concordância com o esperado.



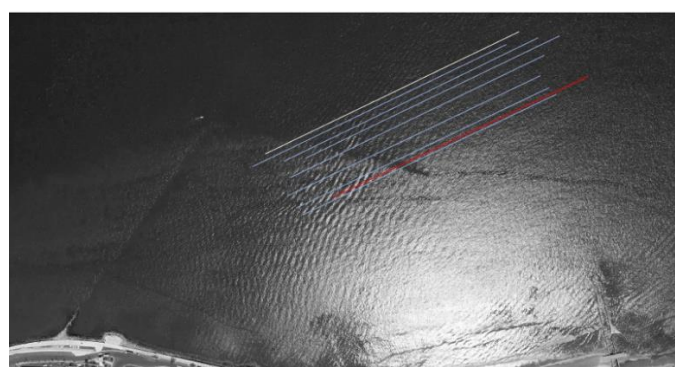
Com essa constatação, executou-se a análise detalhada do deslocamento da frente. Para isso adotou-se um intervalo entre 0,97s e 1,11s na separação dos *frames*.



Posteriormente, apontou-se o rumo tomado pela frente de onda, identificado como o ângulo horário em relação ao norte verdadeiro, responsável por demonstrar de onde as ondas vêm, e auferiu-se graficamente o valor de  $38^\circ$ .

Para cada frente de onda definida foi calculado o avanço em metros relativo ao intervalo entre quadros capturados. E, então, foi mensurado o desvio padrão do conjunto de amostras de todas as frentes, o qual foi posteriormente somado e subtraído à média, a fim de eliminar os valores extremos da série. Com isso apurou-se o valor médio das velocidades em 6,69m/s.

Em se tratando do período de onda, o método aplicado foi a sobreposição das imagens contendo as linhas representativas, verificando quantos quadros são necessários para chegar até o ponto



estabelecido, extraíndo, assim, o intervalo compreendido entre duas cristas de onda. Com base na figura 11, constata-se que são necessárias em torno de 8 quadros de em média 1 segundo, portanto 8 segundos para que a linha branca representante da segunda frente de onda encontre a primeira.

## **CONCLUSÕES**

A partir desta pesquisa, concluiu-se que o método possui coerência com a realidade encontrada em campo e ainda é possível determinar importantes parâmetros hidrodinâmicos. Entretanto, observou-se a grande necessidade de uma maior quantidade de amostras e, por consequência, maior quantidade de visitas técnicas ao local, para que fosse possível efetuar os ajustes que se mostraram indispensáveis. Dito isso, conclui-se que este estudo é um preliminar para maiores aprofundamentos, ou seja, apesar de não sustentar tomadas de decisão, possui potencial de complementação de outros métodos, uma vez que a ampliação da base de dados nos mesmo moldes acarretaria na criação de um método robusto de previsão do clima de ondas da região, fortalecendo o alicerce que fundamenta a expansão da obra e, conseqüentemente, promove um sistema de combate à erosão da costa da cidade de Santos – SP de maneira simples e com baixo impacto ambiental.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALMAR, RAFAEL et al. Wave celerity from video imaging: a new method. In: **Coastal Engineering 2008: (In 5 Volumes)**. p. 661-673, 2009.

ALMAR, RAFAEL et al. A new breaking wave height direct estimator from video imagery. **Coastal Engineering**, v. 61, p. 42-48, 2012.

GIRELI, T. Z.; GARCIA, P. D.; CAMPOS, R. M., (2017). Proposta de projeto piloto para monitoramento e contenção da erosão na Ponta da Praia – Santos / SP. Campinas / SP: FEC UNICAMP, 41 p. Available at: <<http://www.fec.unicamp.br/~zenker/NOTATECNICA1.pdf>>. Access in: 11 abr. 2019.