

USO DE DADOS BATIMÉTRICOS PARA ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA DO CANAL SÃO GONÇALO.

YAN CHAVES PEREIRA ARAUJO¹; ARTHUR ZIEBELL²; DANIEL BAYER DA SILVA³

¹Universidade Federal de Pelotas – yanchaves28.yc@gmail.com

²Fundação Estadual de Proteção Ambiental – arthur-ziebell@fepam.rs.gov

³Universidade Federal de Pelotas – daniel.bayer.silva@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O Canal São Gonçalo desempenha um papel estratégico de elevada relevância econômica, funcionando como um elo hidrográfico e comercial entre o Brasil e o Uruguai. Além de sua função geopolítica, o canal é fundamental para o sistema de irrigação da Planície Costeira Lagunar, contribuindo significativamente para a sustentabilidade das atividades agropecuárias na região. Sua área de influência abrange aproximadamente 790,01 km², englobando os municípios de Pelotas, Rio Grande, Capão do Leão e Arroio Grande, no estado do Rio Grande do Sul de acordo com SIMON e SILVA (2015) e GONÇALVES *et al.* (2021).

Este estudo tem como objetivo principal desenvolver uma metodologia para o monitoramento das áreas de extração de areia por dragagem no canal São Gonçalo que estão atualmente em operação, sob fiscalização da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) seguindo as diretrizes da resolução CONSEMA nº 442/2021. De acordo com os requisitos estabelecidos pelos órgãos ambientais competentes, os responsáveis pelas áreas de extração devem, semestralmente, encaminhar levantamentos batimétricos do leito do canal. Esses dados são utilizados para a avaliação de possíveis impactos ambientais decorrentes das atividades de dragagem ao longo do período de operação, estes dados batimétricos abrangem o período de janeiro de 2015 a agosto de 2024.

Com base na Portaria nº 065/2007, tornou-se obrigatória a instalação de sistemas de rastreamento por GPS em todas as embarcações de dragagem, com a finalidade de indicar, em tempo real, a posição geográfica das unidades e seu status operacional (em funcionamento ou inativas), permitindo o controle contínuo das operações e assegurando que as embarcações permaneçam dentro dos limites das respectivas poligonais autorizadas para extração. Atualmente, esse sistema é operado e monitorado pela empresa Mensura Tech do qual é a única empresa licenciada pela FEPAM a oferecer este serviço.

2. METODOLOGIA

Com base nos arquivos de batimetria em formato TIFF (Tagged Image File Format) e utilizando o software livre QGIS, foram desenvolvidas escalas cromáticas capazes de representar adequadamente toda a extensão do Canal São Gonçalo. Para a representação das profundidades, adotou-se a paleta de cores perceptualmente uniforme *Viridis*, aplicando-se um intervalo de valores que varia de -13,8 a 2,31 metros. Dentro desta escala, os tons de roxo escuro correspondem às regiões de maior profundidade, enquanto os tons de amarelo-esverdeado indicam as áreas mais rasas do canal.

A partir das batimetrias semestrais é possível realizar uma análise comparativa por meio da subtração dos modelos altimétricos, sendo a batimetria

mais recente subtraída da mais antiga (Figura 1). Este procedimento resulta em um modelo diferencial, que evidencia espacialmente as áreas de erosão (perda de sedimentos) e deposição (acúmulo de sedimentos) no leito do Canal São Gonçalo (Figura 1). Para a representação visual desse modelo, foi adotada uma escala de cores simplificada, com o intervalo definido entre -1 e 1 metro, onde os valores negativos (cor vermelha) indicam perda de sedimentos e os valores positivos (cor azul) representam acúmulo entre os o período de janeiro a agosto de 2024



Figura 1: Resultado das subtrações de batimetrias dos meses de agosto e janeiro de 2024

O sistema de gerenciado pela empresa Mensura Tech permite identificar, com precisão, a localização de operação de cada draga em datas e horários específicos podendo ser filtrados apenas as dragas em operação através do filtro de pesquisa do próprio sistema. A partir desses dados, é possível gerar uma nuvem de pontos diretamente no software QGIS. O sistema também possibilita a exportação dos dados em intervalos de tempo definidos pelo usuário. Para este estudo, foi adotado um intervalo de seis meses, de modo a coincidir com as campanhas batimétricas realizadas semestralmente, garantindo a uniformidade temporal entre os conjuntos de dados analisados.

A partir da nuvem de pontos gerada, foi possível elaborar um mapa de calor representando a densidade de incidência das operações das dragas (Figura 2). Para a visualização, foi adotada uma escala de cores variando do vermelho, o qual indica regiões com mais de 25 registros de operações, ao amarelo, correspondente a áreas com baixa ou nenhuma incidência de extração no período analisado. Cada ponto foi expandido por meio da aplicação de um buffer com raio de 10 metros, com o objetivo de considerar a sobreposição espacial entre registros e, assim, aprimorar a representação da intensidade das atividades, esses mapas de calor servirão como um dos parâmetros para uma análise posterior da influência da atividade de extração para o meio ambiente.



Figura 2: Mapa de calor realizada a partir dos pontos de extração realizados entre o período de janeiro a agosto de 2024

Outra ferramenta empregada na análise foi o complemento gratuito Qgis2threejs, integrado ao software QGIS. Esse recurso permite a visualização tridimensional da morfologia do fundo da área estudada por meio de um Modelo Digital de Elevação (MDE) gerado a partir dos dados batimétricos (Figura 3). A representação 3D com exagero vertical de 8x para uma melhor visualização, aprimorando significativamente a interpretação espacial da superfície subaquática. Além disso, possibilita a sobreposição do mapa de calor e do modelo de subtração de sedimentos, permitindo uma análise integrada. Essa abordagem visa verificar se as regiões com maior perda de sedimentos coincidem com áreas de intensa atividade das dragas, auxiliando na distinção entre processos naturais e impactos de origem antrópica.

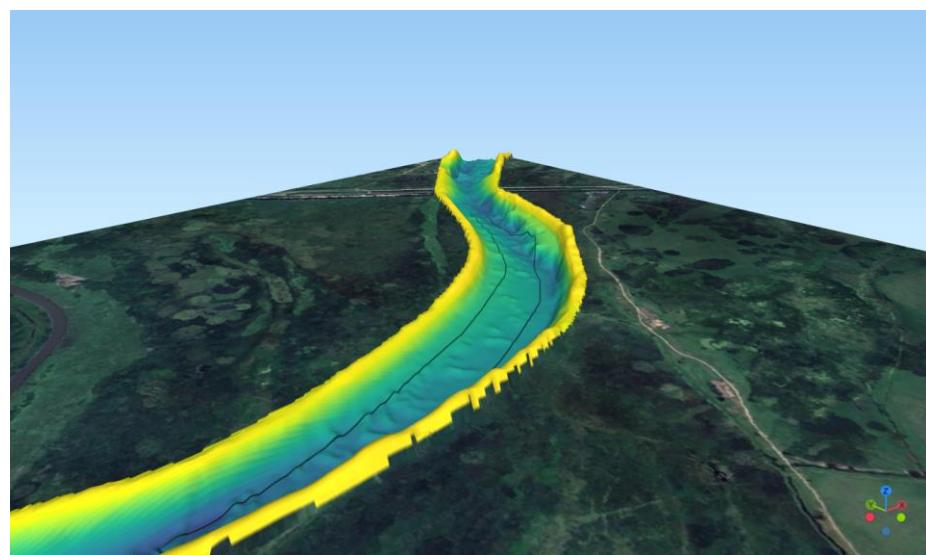


Figura 3: Modelo 3D de uma das áreas de extração do canal São Gonçalo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos dados disponibilizados, bem como nos modelos e mapas gerados, foi possível realizar uma análise individualizada de cada área de extração

a fim de avaliar potenciais impactos ambientais decorrentes da atividade de extração mineral. Verificou-se que, em cerca de 70% dos casos as regiões submetidas a operações mais intensas de dragagem apresentaram alterações significativas na geomorfologia do leito fluvial, evidenciadas por deformações e rebaixamentos topográficos. Contudo, também foram identificadas depressões no leito que não puderam ser diretamente atribuídas à dragagem, sendo, possivelmente, resultantes da própria dinâmica natural do canal, associada aos processos de erosão e deposição sedimentar.

A partir da análise de feições morfológicas interpretadas como possíveis áreas de erosão sedimentar com formação de depressões no leito, realizou-se uma regressão temporal desde o início dos empreendimentos com o objetivo de avaliar a origem antrópica ou natural dessas estruturas. Para isso, foram utilizados modelos tridimensionais em sobreposição com mapas de calor, além da aplicação de técnicas de subtração entre as batimetrias correspondentes aos períodos analisados.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e nas interpretações realizadas, conclui-se que o monitoramento de atividades de dragagem por meio de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) apresenta ampla aplicabilidade, não apenas para a visualização de áreas de extração de areia, mas também para outras atividades correlatas no setor de mineração. Ainda se fazem necessárias outras ferramentas como a coleta do sedimento de fundo para que se tenha uma análise definitiva dos impactos causados pela atividade de extração. A metodologia empregada demonstrou ser de fácil compreensão e reprodução, o que favorece sua aplicação em estudos similares e em diferentes contextos científicos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SIMON, A. L. H.; DA SILVA, P. F. Análise geomorfológica da planície lagunar sob influência do canal São Gonçalo–Rio Grande do Sul–Brasil. **Geosciences=Geociências**, v. 34, n. 4, p. 749-767, 2015.

GONÇALVES, George Marino Soares et al. Granulometria do sedimento de fundo do canal São Gonçalo na região do Porto de Pelotas. **Revista Ambiental**, v. 13, n. 2, p. 60-72, 2021.

RIO GRANDE DO SUL. Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA). **Resolução CONSEMA Nº 116/2006**, de 26 de outubro de 2006. Estabelece critérios e procedimentos para o Licenciamento Ambiental do uso de equipamento de dragagem para extração mineral em corpos hídricos. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, RS, n. 209, p. 1-2, 30 out. 2006.

RIO GRANDE DO SUL. Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA). **Resolução CONSEMA nº 442**, de 8 de abril de 2021. Atualiza as definições e os critérios técnicos ambientais para os procedimentos de licenciamento ambiental referente às atividades de lavra de areia e/ou cascalho no Estado do Rio Grande do Sul. Publicada no Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul em 26 de abril de 2021