

GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE DA QUALIDADE AMBIENTAL EM LAGOA URBANA

Leonardo Monjardim Amarante ¹, Denise Machado Poton ², Marcelo Zucateli Cunha ³, Jackson Santana Ferreira ⁴ e Murilo Petri Calanzani ⁵

¹Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, leonardo@monjardim.com;

^{2,3,4,5}Graduandos em Engenharia Ambiental na Faculdade Pitágoras Unidade Guarapari/ES, denisepoton@gmail.com; marcelo-zc@hotmail.com; jsf2802@gmail.com; murilopetricalanzani@hotmail.com

RESUMO

A Lagoa das Garças situada em Guarapari/ES, Brasil, encontra-se totalmente eutrofizada, principalmente devido ao lançamento de efluentes domésticos e industriais e ao escoamento superficial. Com o objetivo de estimular a recuperação da lagoa, o documento sugere a detecção das fontes poluidoras por meio de medidas como o mapeamento dos possíveis pontos de lançamento clandestino de efluentes ou demais fontes que propiciem sua eutrofização. Além da regressão em imagens orbitais no *Google Earth Pro*, com o auxílio do aplicativo *DroneDeploy*, foram realizados a comparação de imagens, o planejamento e a execução do voo com drone, resultando em três mapas que evidenciam a presença de construções e impacto em Áreas de Preservação Permanente. Os mapas resultantes configuraram-se em importantes meios de avaliar os aspectos e impactos ambientais da área, permitindo compreender a dinâmica local e fornecendo subsídios para amparar tomadas de decisões futuras.

Palavras-chave — Geotecnologia, geoprocessamento, sensoriamento remoto, qualidade ambiental, lagoa urbana.

ABSTRACT

Lagoa das Garças, located in Guarapari/ES, Brazil, is totally eutrophic, mainly due to the launch of domestic and industrial effluents and the surface runoff. In order to encourage the recovery of the lagoon, the document suggests the detection of pollutant sources by means of measures such as the mapping of possible points of release of clandestine effluents or other sources that lead to its eutrophication. In addition to the regression in orbital images in Google Earth Pro, with the aid of DroneDeploy application, image comparison, drone flight planning and execution were carried out, resulting in three maps showing the presence of constructions and impacts in Permanent Preservation Area. The resulting maps were important means of assessing the environmental aspects and impacts of the area, allowing the understanding of the local dynamics and providing subsidies to support future decisions.

Keywords — *Geotechnology, geoprocessing, remote sensing, environmental quality, urban lagoon.*

1. INTRODUÇÃO

A formação de comunidades urbanas de baixa renda em países em desenvolvimento é acompanhada por falhas na remoção de resíduos e efluentes domésticos e a deposição no corpo hídrico mais próximo. Nesse sentido, considerando que lagos e lagoas constituem-se como componentes fundamentais da paisagem, tal fator promove um aumento de nutrientes no sistema, favorecendo a superproliferação de macrófitas aquáticas em corpos d'água naturais situados em áreas urbanas, conduzindo o sistema aquático ao envelhecimento precoce. Comumente acelerada por invasões marginais, esta dinâmica é caracterizada pela rápida redução de profundidade e área de superfície, transformando-a em um sistema terrestre inicial. Nesse aspecto, pesquisas de baixo custo por meio de processamento e interpretação de imagens orbitais demonstram grande utilidade no monitoramento da proliferação de tais plantas, visto que fornecem valiosas informações espaciais e temporais [1].

Assim, o uso de técnicas de sensoriamento remoto é recomendado para o monitoramento e inventário de ecossistemas de água doce, especialmente em países em desenvolvimento, onde os recursos econômicos para pesquisa costumam ser escassos, bem como as informações sobre tais áreas e sua mudança temporal [2].

De acordo com o parecer técnico ambiental emitido pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agricultura de Guarapari (SEMAG), a Lagoa das Garças encontra-se totalmente eutrofizada, estando as principais fontes de eutrofização associadas ao lançamento de efluentes domésticos e industriais, além de escoamento superficial. Dentre os impactos negativos observados na lagoa, destacam-se os problemas estéticos e recreacionais, associados principalmente à floração, crescimento de vegetação, maus odores e mortandade de peixes. Além desses, também foi relatada a anaerobiose no fundo do corpo aquático; presença de elementos como Ferro (Fe) e Magnésio (Mg) na forma solúvel, danificando o abastecimento de água; sulfeto de hidrogênio (H₂S), causando maus odores; liberação de Fósforo (P) dos sedimentos; e toxicidade das algas, associada ao desaparecimento gradual do corpo hídrico.

Com o objetivo de estimular a recuperação da lagoa, o documento sugere a detecção dos principais impactos ambientais por meio de medidas como o mapeamento dos possíveis pontos de lançamento clandestino de efluentes ou demais fontes que propiciem a eutrofização do referido corpo aquático. Isso porque são inúmeros os benefícios associados à recuperação do corpo hídrico, os quais incluem a utilização do local para realização de turismo ecológico e educação ambiental; esta última, sobretudo, dirigida à conscientização da população adajacente a respeito da preservação dos recursos hídricos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Estudos ambientais demandam, cada vez mais, o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes e com custos reduzidos. Nesse cenário, o uso de veículos aéreos não tripulados (VANTs), há décadas aplicado na área militar, vem ganhando uma posição de destaque. Embora muitas vezes voltado para o uso civil, possui ampla gama de aplicações em estudos ambientais, algumas em fase de experimentação, outras totalmente operacionais. Sua utilização proporciona como benefícios diretos menores custos de operação e manutenção do equipamento, flexibilidade da resolução temporal e resolução espacial altíssima [3]. Isso porque tratam-se de instrumentos voadores com designação de um operante em terra através de um controle remoto, a depender do modelo do equipamento. Dessa forma, pode ser atribuído a eles um plano de voo pré-determinado, utilizando aplicativos específicos que podem ser modelados através de *smartphones*, os quais captam imagens, vídeos e demais informações totalmente atualizadas da superfície terrestre. Assim, apresentam elevado potencial de aplicações, além de funcionalidade e praticidade na execução projetiva.

Com vistas a coletar informações necessárias ao desenvolvimento do projeto proposto, foram realizadas visitas *in loco*. A primeira delas, com o auxílio do engenheiro ambiental da prefeitura municipal, responsável pelo projeto de revitalização da Lagoa das Garças, resultou em fotografias georreferenciadas dos principais impactos ambientais identificados. A segunda visita, por sua vez, permitiu coletar imagens necessárias à elaboração de uma análise fotográfica georreferenciada com a utilização de um *drone* modelo *Phanton 4 Pro*, além de um *hardware* com grande potência tecnológica, permitindo a interpretação analítica da área com informações atualizadas em alta qualidade.

O modelo escolhido, *drone Phanton 4 Pro*, possui peso de 1.388 gramas (incluso bateria e hélices) e alcance estimado de até 7 quilômetros em áreas abertas e livres de interferência. Sua escolha deu-se, entre outros fatores, pela portabilidade, além de possuir bateria capaz de permitir voos de aproximadamente 30 minutos, com resolução da câmera de até 4k para vídeos e 20 MP para fotos. Adicionalmente, conta com um obturador mecânico com potencial para melhoria de fotos em movimento e com um super sensor de uma

polegada para garantia de qualidade exuberante, apresentando ainda dois sensores anticolisão frontais e dois traseiros.

Para manuseio de controle do *drone* foi utilizado o hardware *iPhone 7*, no qual foi previamente instalado o aplicativo *DroneDeploy*. Tal junção possibilitou o controle do equipamento pela tela do celular, programando um voo que culminou, posteriormente, na geração de ortomosaicos a partir da compilação das imagens obtidas por meio da câmera do equipamento.

O aplicativo *DroneDeploy* permitiu criar planos de voo em escritório e o voo em campo – com e sem internet, respectivamente – de maneira totalmente automatizada. Por meio deste, realizou-se também os *checklists* pré-campo e pré-voo, seguidos da execução da decolagem e do voo. O *checklist* pré-decolagem iniciou-se logo após o clique na ferramenta representando um avião disposta no canto inferior da tela do aplicativo. Por fim, foi preciso importar as fotos para o *software* de processamento de imagens, onde estas foram processadas, gerando o produto final almejado.

Após os procedimentos descritos, o planejamento concluiu-se com a execução do plano de voo em campo. Sendo assim, a partir da sincronia entre aplicativo, *smartphone* e o *drone* deu-se a execução altamente tecnológica e útil para tipologia do estudo envolvido, trazendo maneiras viáveis e econômicas de executar e elaborar projetos das atribuições ambientais.

3. RESULTADOS

As diversas etapas executadas ao longo do projeto subsidiaram uma análise mais assertiva a respeito da situação atual do ambiente lagunar em discussão, além de fornecer parâmetros para futuras observações dos resultados da reabilitação proposta, caso efetivamente implantada.

A partir da regressão de imagens de satélite realizada no aplicativo *Google Earth Pro*, aliada à percepção referente às alterações em seus aspectos visuais, foi possível analisar a evolução do uso e ocupação do solo da área em estudo.

A primeira e, portanto, mais antiga imagem de satélite disponível no *Google Earth Pro*, corresponde ao ano de 2005 (Figura 1), período no qual a ocupação do solo, sobretudo ao redor do corpo hídrico em análise, mostrava-se significativamente inferior à observada em anos posteriores, com predomínio de ruas não pavimentadas e número expressivo de lotes vagos; fatores estes que, associados, podem contribuir para menor influência antropogênica na bacia hidrográfica local.

Entretanto, atualmente (Figura 2), é notória a localização da lagoa às margens da rodovia, bem como a intensa ocupação do solo em toda a extensão da área, inclusive ao redor do corpo hídrico, com significativo número de moradias e predomínio de ruas pavimentadas. Além disso, é possível constatar o estágio avançado de eutrofização ao qual a lagoa está submetida, possibilitando – por meio da comparação das imagens históricas – observar sua evolução.

É preciso ressaltar, no entanto, a importância de considerar a influência da estação do ano, sobretudo no aspecto da vegetação ciliar.



Figura 1. Imagem aérea do dia 12 de outubro de 2005.



Figura 2. Imagem aérea do dia 02 de setembro de 2018.

Em suma, as imagens mais antigas retratam maior abrangência da lâmina d'água, indicando estágios iniciais de eutrofização; ocupação menos acentuada, perceptível pela presença de imóveis em construção e lotes vagos; além do predomínio de ruas não pavimentadas. Tais aspectos podem contribuir para menor interferência negativa na bacia hidrográfica e seus recursos hídricos relacionados e, nesse mesmo contexto, menor impermeabilização do solo. Já as imagens mais recentes, por sua vez, retratam um cenário preocupante, que contribui para culminar na eutrofização avançada a qual o corpo hídrico está submetido.

Nesse sentido, as imagens da série histórica do *Google Earth Pro* fornecem importantes parâmetros para avaliação de fatores como a evolução da eutrofização, principalmente em vista da lâmina d'água, cada vez menos perceptível com o passar dos anos. Dessa forma, a análise da região sugere um crescimento desordenado e desprovido de planejamento ambiental e urbano eficientes.

Além da regressão em imagens orbitais realizadas no *Google Earth Pro*, com o auxílio do aplicativo *DroneDeploy*, foram realizados o planejamento e a execução do voo com *drone*, resultando em três mapas. O primeiro deles demonstra a elevação do terreno (Figura 3), onde os tons escuros de azul representam as áreas mais profundas, enquanto os tons de vermelho e marrom referem-se às altitudes mais elevadas.

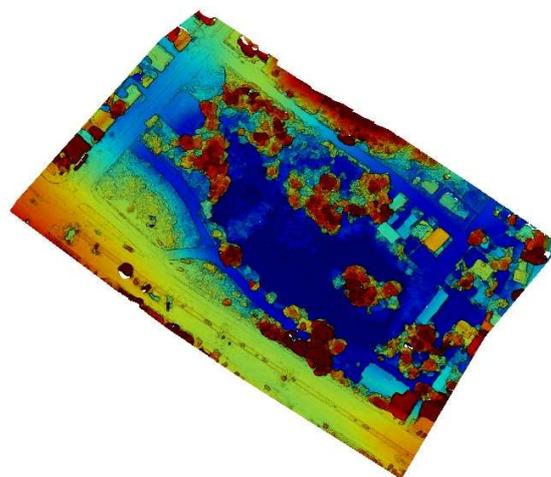


Figura 3. Mapa de elevação do terreno.

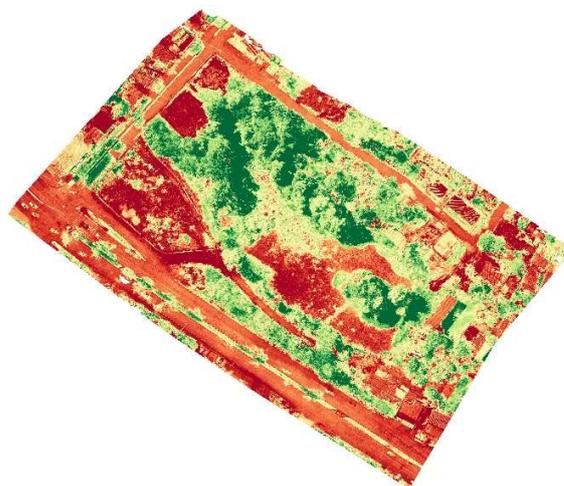


Figura 4. Mapa de Saúde vegetal.



Figura 5. Ortomosaico de fotografias aéreas.

Dessa forma, atribui-se ao interior da lagoa as áreas de menor altitude, de forma que as áreas planas se demonstram, em sua maioria, associadas à região correspondente à rodovia (em tons verdes e amarelos). Em contrapartida, as zonas de altitude elevada apresentam-se frequentemente associadas às copas das árvores ainda presentes no local.

Por sua vez, o mapa de saúde vegetal (Figura 4) foi gerado a partir da aplicação do método NDVI (sigla em inglês para Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), o qual destaca com maior intensidade as regiões que possuem maior interação com a vegetação, sendo, por isso, intensamente aplicado na agricultura de precisão. Isso porque permite destacar a variação da intensidade de refletância da radiação emitida pelas espécies vegetais a partir da normalização das frequências do infravermelho e infravermelho próximo.

Assim, o mapa resultante permite constatar a presença de vegetação, sobretudo na porção norte da lagoa, evidenciando, ainda, o avançado estágio de eutrofização no interior do corpo hídrico, bem como a remoção de significativa parcela da vegetação ciliar – facilmente visível na região noroeste do mesmo.

O voo planejado resultou em inúmeras imagens aéreas, as quais, compiladas, permitiram gerar um ortomosaico (Figura 5) que, apesar de pequenas inconsistências apresentadas, foi capaz de expressar visualmente diversos detalhes da região, além de consistir em uma representação atualizada e de grande resolução digital.

Somente a partir deste resultado, no interior de uma propriedade localizada às margens da lagoa, foi identificada uma estrutura de captação de água (Figura 6) que não foi percebida em campo por estar em propriedade entre muros. Sob tal aspecto, a captação clandestina identificada, além de seu caráter ilícito em vista de não ser outorgada pelos órgãos competentes, contribui para onerar inúmeros aspectos do ambiente lagunar, reduzindo a já deficiente vazão do mesmo.



Figura 6. Estrutura de captação clandestina na porção nordeste do ortomosaico (recorte).

4. DISCUSSÃO

Em consonância com os demais mapas, o ortomosaico evidencia a presença de construções em áreas muito próximas

à lagoa, as quais configuram-se inseridas em Área de Preservação Permanente. Adicionalmente, em comparação com a imagem orbital mais atualizada disponível no *Google Earth Pro* – principalmente em vista do maior detalhamento apresentado pelo ortomosaico devido, entre outros fatores, à baixa resolução espacial na qual as fotografias foram obtidas a partir do *drone* – é possível observar detalhes anteriormente notados apenas em campo. Nesse âmbito pode-se citar a construção de um muro delimitando uma importante região localizada na porção noroeste da lagoa, além da presença de uma possível estrutura de captação de água na região sudeste da mesma. A primeira situação, principalmente devido à sua proximidade, pode onerar inúmeras das características do corpo aquático já comprometido, enquanto a segunda, caso confirmada a captação, também é capaz de trazer prejuízos às características do mesmo, contribuindo para dificultar sua posterior recuperação ou reabilitação. É importante ressaltar, no entanto, o provável caráter irregular das construções, devido sua proximidade e/ou exploração não outorgada do recurso hídrico, associado ao fato de que os agentes da SEMAG que acompanharam a visita a campo não identificaram a existência de projetos que viabilizassem tais estruturas e reconheceram seu enquadramento em APP.

5. CONCLUSÕES

Sendo assim, os produtos elaborados a partir das imagens obtidas por meio do voo planejado permitiram observar inúmeros aspectos da localidade em estudo, culminando em uma análise detalhada da elevação, vegetação e demais características visuais, como uso e ocupação do solo nos arredores. Dessa forma, os mapas resultantes configuraram-se em importantes meios de avaliar os aspectos e impactos ambientais da área, permitindo compreender a dinâmica local e fornecendo subsídios para amparar tomadas de decisões futuras – tanto no que diz respeito à despoluição da lagoa, como no que tange ao enquadramento de construções e captações em desacordo com o que preconiza a legislação ambiental vigente.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Lannes, L. S. e Quintal, B., “Geoprocessing applied to spatial and temporal analyses of aquatic ecosystems as a tool in Science Education”, *Vertices*, v. 16, n. 2, p. 29-42, 2015.
- [2] Goudie, A., “Characterising the distribution and morphology of creeks and pans on salt marshes in England and Wales using Google Earth”, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 129, p. 112-123, 2013.
- [3] Peixoto, J. S., “Veículo Aéreo Não-Tripulado (VANT): Qualidade dos produtos e aplicabilidade em estudos ambientais”, Resultados preliminares, 2014.