



IV-479 - SENSORIAMENTO REMOTO NA GESTÃO PATRIMONIAL DO CANTAREIRA, O MAIOR SISTEMA PRODUTOR DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO - RMSP

Thiago Diego Oliveira Silva⁽¹⁾

Analista e Desenvolvedor de Sistemas e Especialista em Gestão Empresarial pela Universidade Cruzeiro do Sul. Mestrando em Informática e Gestão do Conhecimento pela Universidade Nove de Julho. Encarregado de Operação na Divisão de Recursos Hídricos do Norte - SABESP-SP.

Luciano Fernando de Toledo⁽²⁾

Graduado em Psicologia pela Faculdades Guarulhos. Especialista em Gestão da Manutenção pelo Centro Universitário FMU. Gerente da Divisão de Recursos Hídricos do Norte - SABESP-SP.

Alexandre dos Santos Bueno⁽³⁾

Engenheiro de Produção. Graduado em Administração com ênfase em Análise de Sistemas. Especialista em Gestão Pública pelo INPG. Mestre em Aquicultura e Pesca com foco em Recursos Hídricos pelo Instituto de Pesca do Estado de São Paulo - APTA. Gerente de Departamento de Recursos Hídricos SABESP-SP.

Adilson Haroldo Piveta⁽⁴⁾

Graduado em Engenharia Cartográfica pela Unesp, campus de Presidente Prudente. Mestre em Engenharia de Transportes pela Escola Politécnica da USP e MBA em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas. Gerente de Projetos da Empresa Engemap - Engenharia e Aerolevanteamento.

Adriano dos Santos⁽⁵⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Braz Cubas; Engenheiro de Segurança do trabalho pela Universidade Braz Cubas e Especialização em Sistemas de Gestão Integrada – Qualidade, Meio Ambiente, Saúde e Segurança do Trabalho e Responsabilidade Social pelo Centro Universitário SENAC. Analista Ambiental na Engemap Engenharia e Aerolevanteamento Ltda.

Endereço⁽¹⁾: Estrada Prefeito Doutor Sarkis Tellian, km 20 – Santa Inês – Mairiporã - SP - CEP: 07610-300 - Brasil - Tel: (11) 2450-4204 - e-mail: tdosilva@sabesp.com.br.

Endereço⁽²⁾: Estrada Prefeito Doutor Sarkis Tellian, km 20 – Santa Inês – Mairiporã - SP - CEP: 07610-300 - Brasil - Tel: (11) 2450-4210 - e-mail: tdosilva@sabesp.com.br.

Endereço⁽³⁾: Costa Carvalho, 300 - Pinheiros – São Paulo - SP - CEP: 05429-060 - Brasil - Tel: (11) 3388-9000 - e-mail: abueno@sabesp.com.br.

Endereço⁽⁴⁾: R. Humberto I, 220 – Vila Mariana – São Paulo - SP - CEP: 04018-030 - Brasil - Tel: (11) 5181-4986 - e-mail: adilson@engemap.com.br.

Endereço⁽⁵⁾: R. Humberto I, 220 – Vila Mariana – São Paulo - SP - CEP: 04018-030 - Brasil - Tel: (11) 5181-4986 - e-mail: asantos.engemap@sabesp.com.br.

RESUMO

O Sistema Cantareira é crucial para abastecer 46% da população da Região Metropolitana de São Paulo, compreendendo 6 represas e enfrentando desafios de gestão de um vasto território. A necessidade de proteger essas áreas de invasões e uso inadequado torna essencial o emprego de tecnologias como o Sensoriamento Remoto. Este estudo utiliza imagens de alta resolução do satélite Head Aerospace para monitorar mudanças nas áreas das represas e seus arredores, identificando anomalias que podem indicar invasões ou atividades prejudiciais. Os relatórios bimestrais resultaram na detecção de centenas de pontos suspeitos, orientando



vistorias de campo e ações administrativas. Esse método proporciona uma gestão mais eficiente e protetiva do patrimônio hídrico, essencial para garantir a segurança hídrica da maior metrópole da América Latina.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento, Mananciais, Sensoriamento remoto, Gestão Patrimonial Imobiliária.

INTRODUÇÃO

O Sistema Cantareira é o mais importante sistema produtor de água do estado de São Paulo, abastecendo cerca de 46% da população da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). (ANA, 2023).

O sistema compreende a gestão de 6 represas, sendo elas Represa Jaguari, Represa Jacareí, Represa Cachoeira, Represa Atibainha, Represa Paiva Castro, Represa Águas Claras e a Estação Elevatória Santa Inês, conforme a imagem 1, sendo necessário a gestão do patrimônio imobiliário decorrente da desapropriação das áreas para implantação dos reservatórios, que totalizam mais de 80 km² de área inundada e 60 km² de área seca.

Imagem 1 – Sistema Produtor Cantareira – Fonte: Agência Nacional de Águas



Diante da magnitude deste cenário, fica inviável o acompanhamento in loco de todas as propriedades, sendo estas, possíveis alvos de invasão, seja para simples acesso as represas ou à apropriação das áreas por terceiros. Assim se torna imperativo o uso da tecnologia, como o Sensoriamento Remoto, para realizar a gestão da ocupação das propriedades, garantindo a segurança do patrimônio público e garantindo que não ocorra ocupação da área por atividades que possam prejudicar a produção de água e a segurança hídrica.

Conforme Bielenki Junior (2012) um Sistema de Informações Geográficas facilita as análises e as atividades de gerenciamento de recursos hídricos, além de permitir a estruturação de prognósticos dentro de uma bacia hidrográfica.

OBJETIVO

Levantamento bimestral de imagens do Satélite Head Aerospace com resolução espacial de 50 cm compreendendo a área dos espelhos d'água das represas Jaguari, Jacareí, Cachoeira, Atibainha, Paiva Castro, Represa Águas Claras e dos terrenos do entorno das represas do sistema Cantareira.

Com a comparação entre as imagens rastreadas em datas diferentes será possível determinar as alterações da ocupação das áreas e determinar as vistorias in loco, permitindo assim a tomada de decisões administrativas e/ou operacionais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo Florenzano (2011) o sensoriamento remoto é:

“ é a tecnologia que permite obter imagens – e outros tipos de dados – da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície.”

Também segundo Florenzano (2011) o termo sensoriamento relaciona-se a aquisição de dados por meio de plataformas terrestres, áreas e orbitais e o termo remoto consiste na aquisição de dados sem contato físico entre o sensor e a superfície terrestre.

No trabalho apresentado são utilizadas as seguintes especificações:

- Satélite: *HEAD AEROSPACE* - Imagens em Ortomosaico de Alta resolução dos satélites J1 com resolução final de 50 cm RGB+IR
- Monitoramento com repetições bimestrais
- Tempo de revisita: 3 e 5 dias
- Resolução espacial nominal - 0.5m. pancromática e 2.0m bandas multiespectrais
- Resolução Espectral - 1 banda pancromática e 4 bandas multiespectrais
- Resolução radiométrica - mínimo 10 bits
- Ângulo de visada: preferencialmente nadir ou no máximo 25 graus de inclinação
- Imagens ortorretificadas e georreferenciadas

Na Imagem 2 é apresentado uma das imagens utilizadas nos levantamentos.

Imagem 2 – Imagem de Satélite da Represa Jaguari- Jacaréí imageada em 04/08/2023



O primeiro Evento de Fiscalização envolvendo o Sensoriamento Remoto, consiste no produto de alerta de invasões e detecção de mudanças, tendo como referência (T0), que serviu de referência para o processo de detecção de mudanças, presentes nos relatórios bimestrais.

Como parte da preparação do ambiente de análise está a identificação e quantificação de todas as edificações a partir das imagens coletadas para todas as represas e seu perímetro.



Imagem 3 – Fiscalização de Áreas e de Divisas (invasões)



Após o primeiro levantamento com cerca de 1400 anomalias identificadas, o rastreio seguinte (T1) possibilitou a identificação de mais 34 anomalias e que na seguinte (T2) mais 47. Nas imagens abaixo é possível acompanhar algumas alterações detectadas a partir desse método.



Imagem 4 - Fiscalização T0 (Agosto 2023)





Imagem 5 - Fiscalização T1 (Fevereiro 2024)





Imagem 6 - Fiscalização T2 (Abril 2024)





SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL

RESULTADOS

Relatórios bimestrais com a indicação de propriedades e áreas pertencentes ao Sistema Cantareira, que possam estar sendo objetos de invasão temporária ou permanente, também a instalação de edificações ou equipamentos e verificar atividades no entorno das represas não compatíveis com a atividade de produção de água para abastecimento público.

Os relatórios dão subsídio para realizar as vistorias *in loco* e as possíveis medidas administrativas ou judiciais a serem tomadas.

A partir do primeiro relatório bimestral, foram levantados cerca de 1400 pontos suspeitos de possíveis invasões no entorno das represas objeto de estudo. Com a triagem desses pontos iniciaram-se as vistorias *in loco*, o chamado trabalho de campo. Tais informações coletadas e analisadas, proporcionam uma visão mais abrangente, permitindo concluir se houve ou não invasão na área fiscalizada. Após o primeiro levantamento, o rastreamento seguinte (T1) possibilitou a identificação de mais 34 anomalias e que na seguinte (T2) mais 47.

Para a fiscalização ocorrer de forma mais eficiente, tem-se o uso de softwares e equipamentos de campo para facilitar a locomoção e o registro mais preciso de pontos, tais como fotos no aplicativo *Timestamp*, uso de aplicativos de geolocalização, equipamentos de proteção individual e veículo adequado para áreas rurais.

Com isso, é possível percorrer toda a área, verificando se os limites de cota da represa estão sendo respeitados ou se está ocorrendo alguma irregularidade ambiental, tais como:

- Supressão vegetal;
- Bombeamento irregular de água da represa;
- Cercas fora do padrão estabelecido pela Cia;
- Criação de animais em área da Cia;
- Construções diversas;
- Atividades de pesca;
- Atividades com fins comerciais, como por exemplo áreas de lazer;
- Plantio de culturas;
- Construção de taludes e alterações diversas do relevo;
- Entre outros.

Com base nas informações levantadas *in loco*, são elaboradas as notas técnicas, que fornecem embasamento para a tomada de decisões no âmbito patrimonial.

CONCLUSÃO

A utilização do Sensoriamento Remoto se torna necessário diante do desafio de gerir, acompanhar e vistoriar o espaço onde se realiza a produção de água para grande parte da população da maior metrópole da América Latina. A grande extensão tanto de área seca como área alagada, torna o acompanhamento *in loco* bastante desafiador.

Assim, o acompanhamento via imagens de satélite é a melhor decisão, otimizando as atividades de fiscalização e permitindo um maior controle do uso do solo das áreas do Sistema Produtor Cantareira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA – Agência Nacional de Água e Saneamento Básico, acesso em 18/01/2023, <https://www.gov.br/ana/pt-br/sala-de-situacao/sistema-cantareira/sistema-cantareira-saiba-mais>
2. FLORENZANO, Tereza Galloni. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3º ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2011.
3. BIELENKI JUNIOR, Cláudio; BARBASSA, Ademir Paceli. **Geoprocessamento e Recursos Hídricos**. 1º ed. São Carlos. EduFScar, 2012.