



## **Estudo das possibilidades de monitoramento da qualidade da água por meio de detecção de macrófitas aquáticas e/ou algas em reservatórios para abastecimento público utilizando técnicas de sensoriamento**

**remoto**

**Erick Mello Maciel<sup>1</sup>, Fernanda Santos Pescador<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>FTec Brasil (erick-maciel@bol.com.br)

<sup>2</sup> CORSAN (Fernanda.pescador@corsan.com.br)

### **Resumo**

A qualidade da água bruta de um manancial dependerá invariavelmente dos fatores que exercem influência sobre a bacia hidrográfica. O planejamento e a operação racional de sistemas de abastecimento influem na qualidade da água, especialmente aquelas relacionadas à eutrofização e ao desenvolvimento de algas, especialmente quando se trata de ambientes lênticos. A resolução dos problemas causados pelas florações de algas e cianobactérias em reservatórios de abastecimento público pode ser lenta, onerosa e ainda assim apresentar resultados insatisfatórios, portanto, necessita-se incorporar medidas preventivas e a gestão de riscos ao seu planejamento. Este trabalho tem como principal objetivo apresentar as possibilidades de utilização do sensoriamento remoto como importante ferramenta para o monitoramento da qualidade da água através da detecção de macrófitas aquáticas e/ou algas, indicativas de eutrofização em reservatórios para abastecimento público, dando importante contribuição aos instrumentos de gestão dos recursos hídricos. O interesse é identificar áreas com elevada concentração de nutrientes através da presença de macrófitas e/ou algas no reservatório, buscando indícios de possíveis pontos de descarga de efluentes, de acordo com a concentração da turbidez da água.

Palavras-chave: Macrófitas, sensoriamento remoto, monitoramento de mananciais.

Área Temática: Recursos Hídricos

### **1 Introdução**

Os mananciais para abastecimento público no Brasil têm apresentado uma crescente e progressiva deteriorização quanto à qualidade das águas. A minimização dos vários problemas envolvendo os recursos hídricos tem como premissa básica o gerenciamento de ações visando à melhoria das condições das águas, especialmente as de abastecimento público.

A qualidade da água bruta de um manancial dependerá invariavelmente dos fatores que exercem influência sobre a bacia hidrográfica. O planejamento e a operação racional de sistemas de abastecimento influem na qualidade da água, especialmente aquelas relacionadas à eutrofização e ao desenvolvimento de algas, especialmente quando se trata de ambientes lênticos. Tratamento especial e diferenciado deve ser dado às bacias e sub bacias consideradas como manancial de abastecimento, pois a qualidade da água bruta depende da forma pela qual os demais compartimentos do sistema são manejados.

A resolução dos problemas causados pelas florações de algas e cianobactérias em reservatórios de abastecimento público pode ser lenta, onerosa e ainda assim apresentar resultados insatisfatórios, portanto, necessita-se incorporar medidas preventivas e a gestão de riscos ao seu planejamento. Para a manutenção sustentável dos recursos hídricos é necessário o desenvolvimento de instrumentos gerenciais de proteção, planejamento e utilização, adequando o planejamento urbano de acordo com a vocação natural do sistema hídrico.



A barragem da CORSAN, operada há 50 anos no Arroio Marrecão, principal manancial que abastece a cidade de Garibaldi, localizada na região Hidrográfica do Guaíba, no Rio Grande do Sul, acumulou sedimentos trazidos ao corpo d'água, conforme pode-se observar na Figura 1, devido à erosão e a intervenções antrópicas no meio, provocando o assoreamento da mesma com redução da capacidade de reservação, aumento da turbidez com conseqüente redução da zona fótica provocando significativa proliferação de macrófitas em sua superfície, aporte de nutrientes e de microrganismos patogênicos. Devido a estes fatores procedeu-se a remoção destes sedimentos.



**Figura 1: Situação inicial do Arroio Marrecão**

Após o desassoreamento e normalização da captação, o manancial sofreu uma alta proliferação de cianofíceas, conforme Figura 2, indicando elevado aporte de nutrientes afluentes à barragem ocasionando, consequentemente, acréscimos consideráveis nos custos do tratamento da água. Devido a este processo acelerado de eutrofização do manancial evidenciaram-se sérios problemas de gestão de resíduos devido às descargas orgânicas de efluentes tratados e não tratados, assim como as águas percoladas de fossas sépticas e também ligações clandestinas de esgotos em redes pluviais sendo estas as possíveis fontes de nitrogênio e fósforo deste manancial.





**Figura 2:** Observa-se a cor verde das cianobactérias em toda a extensão da barragem.

Para o equacionamento deste problema iniciou-se a aplicação de um “Plano de Contingência para a Gestão de Recursos Hídricos Destinados ao Abastecimento Público” e, para verificar a eficiência deste plano, decidiu-se analisar as possibilidades de utilização do sensoriamento remoto como importante ferramenta para o monitoramento da qualidade da água através da detecção de macrófitas aquáticas e/ou algas, indicativas de eutrofização em reservatórios para abastecimento público, dando importante contribuição aos instrumentos de gestão dos recursos hídricos. O interesse é identificar áreas com elevada concentração de nutrientes através da presença de macrófitas e/ou algas no reservatório, buscando indícios de possíveis pontos de descarga de efluentes, de acordo com a concentração da turbidez da água.

Desta forma, poder-se-á verificar com eficácia e rapidez a evolução das ações preventivas, ações de manejo e ações de remediação implantadas na região podendo-se prever e controlar os efeitos nocivos advindos do crescimento exagerado da população fitoplanctônica.

## **2 Materiais e Métodos**

Para a elaboração do “Plano de Contingência para a Gestão de Recursos Hídricos Destinados ao Abastecimento Público” e conseqüentemente, aplicação deste na área de interesse foram necessários elaborar os seguintes instrumentos:

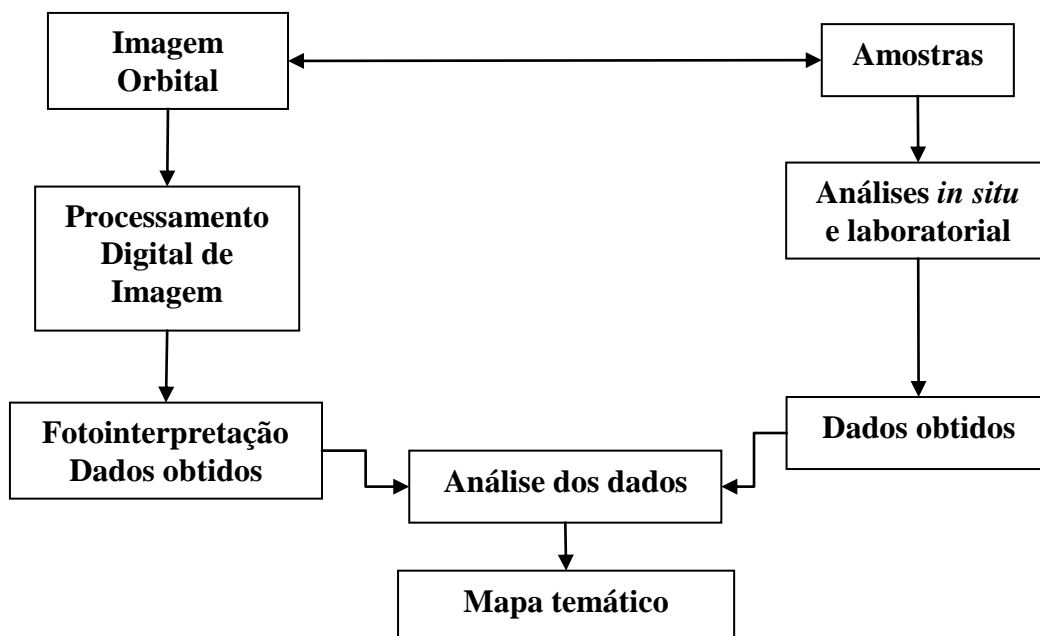
- Diagnostico da área do manancial: características pedológicas e climáticas associando fatores como declividade, cobertura vegetal, ocupação e ação antrópica ao ecossistema local;
- Diagnostico do sistema sanitário: abastecimento de água, rede de esgoto, tratamento de esgoto, drenagem pluvial, resíduos sólidos, águas subterrâneas;
- Mapeamento da região em questão, através de técnicas de sensoriamento remoto ou imagens de satélite tais como: imagem SPOT com resolução de 5 metros, identificando o fluxo das vazões afluentes ao manancial de captação indicando possíveis contribuições de efluentes contaminados ou tóxicos;



- Identificação de áreas frágeis e de áreas críticas no entorno do manancial;
- Identificação das potenciais fontes pontuais e difusas de poluição hídrica e de solo;
- Identificação dos fatores ambientais que poderiam favorecer a uma eutrofização no manancial de captação;
- Verificação da existência de outorga de uso da água pelas indústrias com vazões contribuintes ao manancial;
- Verificação do cumprimento da legislação ambiental e concordância com as ações do Comitê da Bacia Hidrográfica baseado nos objetivos e diretrizes definidos na Política Estadual de Recursos Hídricos, compatibilizando aspectos quantitativos e qualitativos, de modo a assegurar que as metas e usos previstos no Plano Estadual de Recursos Hídricos sejam alcançados simultaneamente com melhorias sensíveis e contínuas dos aspectos qualitativos dos corpos-d'água;
- Encaminhamento do diagnóstico ao Comitê da Bacia Hidrográfica, para discussão, conhecimento e participação em ações ambientais;
- Planejamento conjunto com os órgãos afins, referente ao monitoramento e fiscalização do sistema para estabelecer níveis de alerta para deflagrar ações de controle e avaliação de risco de ocorrência de florações nos mananciais.
- Elaboração de programa de Educação Ambiental, apontando tópicos importantes no processo de prevenção de poluição hídrica de origem residencial.

A metodologia empregada para o monitoramento se resume ao organograma apresentado na Figura3, onde é possível observar a sequência dos passos desenvolvidos durante o trabalho, objetivando a produção de mapas temáticos. Para tanto, foram utilizados os seguintes meios:

- Carta topográfica na escala 1:50000 da DSG (Diretoria do Serviço Geográfico do Exército)
- Imagem SPOT
- Imagem Quik Bird
- Imagem ETM+ - Landsat 7 com órbita ponto 221/80
- Imagem CBERS
- Softwares SPRING 4.3 e ENVI 4.2
- Dados de campo obtidos na área de estudo para a produção de mapas temáticos.



**Figura 3:** Seqüência dos passos para a produção dos mapas temáticos

### 3 Resultados

Na Figura 4 observa-se o entorno da área da barragem, podendo-se estimar as possíveis aglomerações que contribuem com poluentes à barragem.



**Figura 4:** Imagem de satélite DigitalGlobe Quickbird da cidade de Garibaldi. **Fonte:** Google Earth.

Na identificação das potenciais fontes pontuais e difusas de poluição hídrica e de solo e dos fatores ambientais que podem favorecer a eutrofização no manancial de captação, observa-se na Figura 5 as varias entradas de efluentes no Arroio Marrecão. Algumas vistorias foram realizadas e constatou-se que a maioria é de origem doméstica, porém, a criação de caprinos, suínos e ovinos é de costume regional, e algumas residências que se encontram as margens do Arroio, localizadas atrás da mata ciliar ainda remanescente, podem estar contribuindo para a eutrofização do curso hídrico, bem como possíveis contaminações do solo





e água por fertilizantes, tendo em vista a origem italiana da população e seus costumes na agricultura domiciliar.



Figura 5: Pontos de entrada de efluentes não tratados no manancial. Fonte: Google Earth, alterada pelos autores.

Na identificação de áreas de maior fragilidade no entorno do manancial nota-se que o disciplinamento do uso e ocupação do solo constitui medida importante para o controle das atividades a serem desenvolvidas nesta área de recurso hídrico destinado a abastecimento público e, conseqüentemente, irá minimizar os impactos sobre a mesma. Esse disciplinamento deverá ser feito considerando os condicionantes naturais do meio físico, tais como: cobertura vegetal, topografia, tipos de solos, características geológicas e geomorfológicas; sistema de drenagem natural das águas, incluindo reservatórios e cursos d'água, recarga de aquíferos subterrâneos.

O entorno da área do manancial, como se pode observar na Figura 6, é considerada como área frágil devido as nascentes existentes no local; aos terrenos marginais aos recursos hídricos, incluindo a mata ciliar, áreas de vegetação nativa e áreas de recarga de aquíferos. Porém, esta mesma localidade representa áreas críticas com problemas ambientais, resultantes das atividades humanas desenvolvidas na área de abrangência do recurso hídrico tais como: áreas desmatadas, degradadas e em processo de erosão; áreas urbanas onde há problemas de poluição por resíduos sólidos, esgotos domésticos e industriais.

A legislação municipal é bastante abrangente, cabe reavaliar algumas diretrizes desta legislação e fiscalizar com maior cuidado para a devida aplicação desta, ficando de acordo com a realidade presente e futura da área. Para tanto, a análise por sensoriamento remoto e interpretação de imagens de satélite parece ser uma ferramenta bastante prática, de fácil acesso e econômica.

#### 4 Conclusão

Pelos estudos e diagnósticos da área, identificaram-se vários problemas ambientais que estão sendo sanados por diferentes técnicas de baixo custo, como por exemplo, tratamento dos esgotos domiciliares por zonas de raízes, educação ambiental e orientação de manejo adequado de dejetos animais, esgoto cloacal, resíduos sólidos, etc. A partir dos resultados iniciais da implantação do Plano de Contingência, o monitoramento da qualidade da água do manancial vem sendo realizado por sensoriamento remoto, e com base no trabalho realizado,



concluiu-se que:

Quanto à eficiência dos softwares na execução do monitoramento ambiental:

- Os dados advindos das imagens orbitais ETM+ - Landsat 7 com órbita ponto 221/80 e CBERS demonstraram que não se aplicam para este tipo de avaliação, pois, para pequenos mananciais, a área da barragem aparece sem a nitidez necessária para este tipo de verificação. Estes instrumentos podem ser bem aplicados para estudos ambientais mais amplos, com cobertura de maiores áreas.
- Para os dados advindos das imagens SPOT e Quik Bird com resolução de 1 metro, a utilização deve ser preferencialmente na faixa do infravermelho, pois nesta faixa é que a vegetação emite maior radiação eletromagnética, embora na faixa do visível, seja possível seus usos para a identificação de macrófitas e algas no manancial.

Verificou-se, também, a necessidade do levantamento de assinatura espectral tanto das algas, como das macrófitas devido à diferença de reflectância e também para uma melhor identificação destas.

Foi possível a separação das diversas classes temáticas do um reservatório/barragem, permitindo estimar a área de incidência das fontes de contaminação ao manancial permitindo tomada de medidas contingenciais tão logo detectados tais problemas.

Comprovou-se que o sensoriamento remoto pode ser uma boa ferramenta de gestão dos recursos hídricos nestes locais, otimizando investimentos e permitindo a preservação e conservação do ambiente natural do entorno do reservatório/barragem, como de seus mananciais formadores.

Como, atualmente as ações de remediação ainda estão sendo implantadas e as ações de contingência tomadas de acordo com as necessidades. O monitoramento por sensoriamento remoto é feito constantemente e espera-se alcançar os níveis de qualidade do manancial dos tempos em que não havia significativa incidência das ações antrópicas no meio.

## 5 Referências Bibliográficas

ANA – AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas PRODES: Despoluir para Salvar. Manual de Operações. Versão 2002.0.

ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados. Curitiba: Sanepar, Finep, 2005.

BALTAR, A. M.; et al. Série Água Brasil 2: Sistemas de Suporte à Decisão para a Outorga de Direitos de Uso da Água no Brasil. Brasília: Abril, 2003.

BANCO MUNDIAL. Gerenciamento de recursos hídricos. Coordenação Fernando Antonio Rodriguez; tradução de Henrique Chaves. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos. 1998. 292p.

BLASCHKE, T.; KUX, H.; Sensoriamento remoto e SIG avançados – novos sistemas sensores, métodos inovadores. 2005.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. Introdução à Engenharia Ambiental – O desafio do desenvolvimento sustentável. 2ª edição – Pearson – Prentice Hall.

CAMPOS, N.; STUART, T. Gestão das Águas: princípios e práticas. ABRH, 2003.



GRACIANI, Silvio Daniel; NOVO, Evlyn Márcia Leão de Moraes. Determinação da Cobertura de Macrófitas Aquáticas em Reservatórios Tropicais. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05 - 10 abril 2003, INPE, p. 2509 - 2516.

MENESES, Paulo Roberto; NETTO, José da Silva Madeira (Orgs.). Sensoriamento Remoto: reflectância dos alvos naturais. Brasília, DF: UnB; Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 262p.

MOREIRA, Maurício Alves. Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologia de aplicação. Viçosa: UFV, 2003. 2ª ed. 307p. : il.

VASCONCELOS, Cíntia Honório; NOVO, Evlyn Márcia Leão de Moraes. Mapeamento de Macrófitas e Paliteiros do Reservatório de Tucuruí (Pará), utilizando Imagens Radarsat. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05 - 10 abril 2003, INPE, p. 2633 - 2638.