

**BREVE REVISÃO SOBRE O POTENCIAL ATUAL/FUTURO DE
USO DO SENSORIAMENTO REMOTO**

**BRIEF REVIEW ON CURRENT/FUTURE POTENTIAL OF USE
OF REMOTE SENSING**

**BREVE REVISIÓN SOBRE EL POTENCIAL ACTUAL/FUTURO
DEL USO DE SENSACIÓN REMOTA**

Autor: Pedro Henrique Voltera

pedro.voltera@unesp.br

Universidade Estadual Paulista

Co-autora: Halana Bressan de Oliveira

halana.bressan@unesp.br

Universidade Estadual Paulista

Co-autora: Laiane Cladila de Lima Gilioti

lc.gilioti@unesp.br

Universidade Brasil

Grupo de Trabalho 1 - Tecnologias e Sociedade

Resumo

A tecnologia vem apresentando avanços significativos ao longo do tempo. Estes avanços são aplicados em vários aspectos da comunidade e os recursos hídricos podem se beneficiar dessa crescente tecnologia. Sistemas como o sensoriamento remoto é uma tecnologia que vem sendo aperfeiçoada e seu conhecimento é muito importante para a melhoria da qualidade da água, visto que impacta na qualidade de vida da população. O monitoramento da qualidade da água é importante para se ter o conhecimento da qualidade da água e assim melhorá-la, se necessário, gerando assim uma gestão mais adequada dos corpos hídricos. O sistema de monitoramento qualitativo não é novo, porém é bastante diversificado e apresenta algumas dificuldades também. Novas tecnologias e métodos surgem cada vez mais afim de auxiliar a gestão de recursos hídricos e é necessário o conhecimento destas. Portanto, diante do exposto, o presente trabalho objetivo apresentar o potencial do atual e futuro uso do sensoriamento remoto.

Palavras chave: monitoramento hídrico, sensoriamento remoto, qualidade de água.

Abstract

Technology has been making significant advances over time. These advances are applied to many aspects of the community and the water resources can benefit from this growing technology. Systems such as remote sensing is a technology that has been improved and its knowledge is very important for the improvement of water quality, as it impacts the quality of life of the population. Water quality monitoring is important in order to have knowledge of water quality and improve it if necessary, thus generating a better management of water. The qualitative monitoring system is not new, but it is quite diverse and presents some difficulties also. New technologies and methods are increasingly emerging to assist water resources management and their knowledge is needed. Therefore, in view of the above, this paper aims to present the potential of current and future use of remote sensing.

Keywords: water monitoring, remote sensing, water quality.

Resumen

La tecnología ha estado haciendo avances significativos con el tiempo. Estos avances se aplican a muchos aspectos de la comunidad y los recursos hídricos pueden beneficiarse de esta tecnología en crecimiento. Los sistemas como la teledetección son una tecnología que se ha mejorado y su conocimiento es muy importante para mejorar la calidad del agua, ya que afecta la calidad de vida de la población. El monitoreo de la calidad del agua es importante para tener conocimiento de la calidad del agua y así mejorarla si es necesario, generando así una mejor gestión de los cuerpos de agua. El sistema de monitoreo cualitativo no es nuevo, pero es bastante diversa y presenta algunas dificultades también. Cada vez surgen nuevas tecnologías y métodos para ayudar a la gestión de los recursos hídricos y se necesitan sus conocimientos. Por lo tanto, en vista de lo anterior, este documento tiene como objetivo presentar el potencial del uso actual y futuro de la teledetección.

Palabras clave: monitoreo del agua, teledetección, calidad del agua.

INTRODUÇÃO

Possuir água disponível e de qualidade é um requisito essencial para a saúde, o bem-estar e o progresso humano, bem como para o funcionamento sustentável de todos os ecossistemas aquáticos e terrestres existentes no planeta. O relatório do Banco Mundial

já relatava em 1995 que cerca de 80 países concentravam cerca de 40% da população mundial e já estavam susceptíveis à escassez de água, com previsões de agravamento da situação, começando pelo aumento populacional, levando uma pressão para o desenvolvimento econômico, gerando crescimento das concentrações urbanas e inadequação dos sistemas, muitas vezes obsoletos, do tratamento de água em países em desenvolvimento (BATTRICK, 2005).

O Banco Mundial diz que em 2018, ainda que menos pessoas vivessem em uma situação de extrema pobreza, quase metade da população mundial, correspondendo em algo em torno de 3,4 bilhões, ainda batalham para satisfazer as necessidades básicas, como o saneamento básico (THE WORLD BANK, 2018).

De acordo com Yassuda (1993) a gestão dos recursos hídricos transforma-se em um problema de coordenação matricial envolvendo diversos agentes setoriais ao longo de seu percurso. Os agentes que compõe o sistema continuam agindo de forma autônoma em suas atividades específicas, entretanto estes possuem responsabilidade no programa coletivo regional de utilização racional e conservação de recursos naturais finitos, afinal a água pertence fundamentalmente a todos. Ou seja, cada agente age em conjunto, mas com objetivos e particularidades próprias, porém sempre interligadas aos demais em um "sistema integrado de gestão dos recursos hídricos".

A água é um recurso natural renovável, levando em conta que cada bacia hidrográfica se recupera permanentemente em quantidade e qualidade diferentes pelo ciclo hidrológico. No planejamento e até mesmo na gestão, uma equipe técnica de recursos hídricos defronta diversas variáveis interligadas, que acarretam em águas de diferentes categorias aos quais os valores estão associados ao volume disponível, à localização geográfica e à quantidade de substâncias que estipulam sua qualidade. O conceito de qualidade é relativo e esta depende da finalidade em que se pretende utilizar a água (YASSUDA, 1993).

O objetivo desta pesquisa é apresentar diversos parâmetros analisados pelo sensoriamento remoto dos recursos hídricos, afinal estes estão diretamente ligados com a qualidade da água. Os parâmetros possíveis de serem analisados por um monitoramento remoto são: Físicos, químicos, biológicos, ecológicos, dinâmicos.

Os parâmetros apontados também serão analisados, comparativos e eficiências entre estes serão feitos também afim de definir quais são os sensoriamentos mais competentes entre estes.

DESENVOLVIMENTO

A água exige vários cuidados a serem tomados quando o assunto é quantidade e qualidade desta, e o monitoramento remoto pode ser aplicado para a análise de diversos parâmetros da água.

De acordo com Cunha et. al. (2013), a qualidade da água de reservatórios geralmente é monitorada e avaliada levando em conta a coleta de dados limnológicos. A classificação dos reservatórios pode ser feita segundo o grau de trofia ou considerando as manifestações ecológicas das cargas de nutrientes que agem estimulando aos produtores primários (TUNDISI, 2001).

Carlson em 1977, ao classificar as águas de lagos e reservatórios em relação ao seu grau de trofia, desenvolveu um Índice de Estado Trófico - IET, facilitando assim a tomada de decisões de agentes. Este índice resultou em uma melhora na comunicação com o público em geral sobre o estado atual de tais sistemas (VENTURA, 2013), auxiliando até hoje na classificação dos parâmetros presentes na água.

O monitoramento da qualidade da água em reservatórios tem como função verificar a sua situação e seus respectivos problemas que por ventura possam surgir, bem como definir planos, prioridades e programas afim de gerenciar a qualidade da água e avaliar a efetividade das medidas tomadas (BARTRAM & BALLANCE, 1996).

Segundo Novo (2007), "monitoramento" é a observação de forma repetida de uma área ou fenômeno, com uma ocorrência definida pela variabilidade do fenômeno e pelas necessidades de informação sobre sua dinâmica comportamental.

A Agência Nacional de Águas – ANA – monitora a rede hidrológica básica do Brasil, onde são coletados e analisados diversos dados. Sua rede possui 2760 estações pluviográficas, 703 reservatórios, 1850 estações fluviométricas, 703 reservatórios, 394 pontos de monitoramento de águas subterrâneas, 1625 pontos monitorados pela ANA e 2700 pontos monitorados pelas UFs. A Agência Nacional de Águas utiliza técnicas de sensoriamento remoto que permitem o acompanhamento das cotas, vazões, turbidez,

concentração de clorofila e material de suspensão em rios e lagos. A ANA possui 275 estações “virtuais” monitoradas por satélite e 620 estações automáticas com dados transmitidos via satélite ou telefone celular (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2018).

A demora pela coleta de dados é uma questão interessante a ser abordada porque isso atrasa alguma tomada de decisão futura, se tratando da gestão e a regulação de recursos hídricos. O monitoramento remoto busca preencher essa lacuna na demora da obtenção de dados, levando-os em tempo real em alguns casos, como o monitoramento da ANA.

Como diz Novo (2007), é evidente a existência de outras redes coletoras de dados com o propósito de atender funções específicas, como as das empresas hidrelétricas, de abastecimento de água e demais agências estaduais e municipais. A existência de diversas agências públicas e privadas que fazem coleta dos dados sobre a qualidade e quantidade de água gera um problema extra para a gestão, consistindo na ausência de protocolos unificados em relação às metodologias de coleta e análise de dados, o que frequentemente torna difícil sua assimilação e análise, dificultando a gestão dos recursos hídricos.

Nem sempre os dados podem ser disponibilizados em tempo real, como a ANA disponibiliza, e a precisão analítica de alguns sistemas está sujeita à falhas também.

Existem diversos sistemas de monitoramento remoto, como satélites, sistemas com boias, etc. Cada qual com seus métodos e conhecê-los é essencial para saber qual o uso mais adequado de cada um, realizando assim as melhores escolhas possíveis. As aplicações dos sensoriamentos remotos são diversas, dando margem à diversas possibilidades de aplicação.

Sensoriamento remoto consiste na tecnologia ao qual é possível adquirir imagens e diversos outros dados da superfície do planeta Terra, através da captação e do registro de energia que é emitida ou refletida por sua superfície (FLORENZANO, 2013).

São em situações como essas que a tecnologia de sensoriamento remoto se enquadra como fonte de informação para ser adicionada junto das fontes convencionais. A tecnologia de sensoriamento remoto está disponível e é extensivamente utilizada em diversos campos do conhecimento, como é a situação da gestão da produção agrícola, previsão meteorológica, sistemas de alerta de fogo e de desflorestamento, porém seu uso

pela comunidade gestora, como a de recursos hídricos, ainda é leviano frente ao potencial apresentado (NOVO, 2007).

O sensoriamento remoto surge como uma possível forma de complementação dos programas de monitoramento usuais, complementando as lacunas temporais e espaciais existentes. (RITCHIE; ZIMBA; EVERIT, 2003). Observa-se em estudos que o sensoriamento remoto pode ser usado tanto na estimativa de parâmetros individuais de qualidade da água (VENTURA, 2013) quanto para se determinar o estado trófico (SAUSEN & PEREIRA, 1986).

É possível definir sensoriamento remoto como a tecnologia que possibilita a aquisição de informações sobre objetos da superfície terrestre sem a necessidade do contato direto com os mesmos (ELACHI, 1987).

Segundo Novo (2007), diante dos desafios do século 21, referente às aplicações de sensoriamento remoto para a gestão de recursos hídricos, essa questão vem sendo notada como um dos principais fatores de tensão social da atualidade. O *Centre for Earth Observation – CEO* – da Comissão Europeia contratou diversos cientistas com o propósito de responder qual a capacidade atual e futura dos métodos de sensoriamento remoto para estimar parâmetros para monitoramento da água.

Muitos especialistas foram buscar na literatura respostas para esta questão, então realizaram uma série de entrevistas com operadores de sistemas de gestão de recurso hídricos e produziram resultado otimistas, ao qual o resumo pode ser encontrado nos quadros seguintes.

Os parâmetros passíveis de serem analisados em um monitoramento remoto são divididos em categorias: Parâmetros físicos, químicos, biológicos, ecológicos e dinâmicos (NOVO, 2007).

O Quadro 1 apresenta alguns conceitos do sensoriamento remoto de suma importância para a melhor compreensão deste, além de citar alguns assuntos relevantes referente ao sensoriamento remoto, como eutrofização, assoreamento etc, agindo como um breve resumo sobre o tema.

Estas análises foram compiladas por Durant et al e al levando em conta diversas amostras de muitos cientistas e comparando os dados. Algumas informações são quantitativas e outras são qualitativas.

Quadro 1 – Aspectos relevantes para a análise do potencial da tecnologia de sensoriamento remoto para o monitoramento da quantidade e qualidade de água

| | |
|---|---|
| Ciclo de Observação | Intervalo requerido entre duas coberturas globais da terra. |
| Resolução Horizontal | Distância média de amostragem do parâmetro físico. |
| Assunto de Interesse | Problema a ser estudado - Eutrofização, Florações, Assoreamento, Derrames de óleo, Mortandade de peixes, Inundações, Demanda de Água para Irrigação, etc. |
| Técnica | Dados de sensoriamento remoto incluindo todos os elementos da plataforma, sensores, algoritmos e dados auxiliares. |
| Algoritmos | Processo pelo qual a informação é derivada de DOS (Disk Operating System). |
| Resolução Temporal | Intervalo entre duas medidas sobre uma mesma espécie. |
| Parâmetros de Qualidade e Quantidade de água | Qualquer parâmetro geofísico que forneça informações físicas, química, biológicas, ecológicas, sanitárias, geológicas ou hidrológicas de um corpo d'água. |

Fonte: Durand et al., 1999; GEOSS, 2007.

O número de parâmetros químicos susceptíveis à determinação futura é bem pequeno (Quadro 2), a não ser que haja alguma nova descoberta. Em alguns casos, com o conhecimento atual, torna incapaz de se dizer caso é viável ou não sua aplicação (NOVO, 2007).

Quadro 2 – Capacidade de sensoriamento remoto para medir de modo operacional parâmetros químicos da água (continua)

| Parâmetros Químicos | Método Convencional de Medida | Capacidade de Sensoriamento Remoto | Parâmetros Químicos |
|-----------------------------|--|---|----------------------------|
| Salinidade | Salinômetro | Não | Esperados |
| Fósforo Total | Digestão, Mineralização, Fotometria | Não | Esperados |
| Nitrogênio Total | - | Não | Esperados |
| Carbono Orgânico Dissolvido | Oxidação Catalítica, Espectroscopia de Infravermelho | Parcialmente Matéria Orgânica Dissolvida | Esperados |
| Carbono Total | Oxidação Catalítica | Não | Esperado |
| Sílica Total | AAS, SM | Não | Não |
| Alcalinidade | Titration | Não | |

| Parâmetro | Método | Capacidade de Sensoriamento Remoto | Parâmetro biológico |
|-----------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| pH | - | Não | Não |
| Demanda Química de Oxigênio | Dicromático, permanganato, Kubel | Não | Não |
| Oxigênio Dissolvido | Método de Winkler | Não | Não |
| Anoxia | - | Parcialmente | Parcialmente |
| Composição Iônica | EA,ISE | Não | Não |
| Compostos Sulfurosos | Cromatografia | Não | Não |
| Mineralização | - | Não | Não |
| Pesticidas | Extração, HPCL | Não | Não |
| Metais Pesados | Ativação de nêutron | Não | Não |
| Óleos | - | Sim | Sim |
| Tipos de óleos | Extração | Não | Esperada |
| Hidrocarbonetos e Clorados | Extração | Não | Não |

Fonte: Adaptado de Durand et al, 1999.

Dentre os parâmetros apresentados, o Quadro 2, que correspondem aos parâmetros químicos, no geral apresenta um desempenho das análises possíveis de regular a bom. Por serem parâmetros mais corriqueiros, a quantidade de análises envolvendo estes são mais visados e conseqüentemente mais desenvolvidos.

O monitoramento de despejo de óleo é uma aplicação relevante também. Devido à equivalência dos parâmetros químicos, os parâmetros biológicos também são estipulados limitadamente pela presente tecnologia, vide Quadro 2. (NOVO, 2007). A sigla “tbc” significa “a ser confirmado” - *to be confirmed*.

Já o quadro 3 corresponde ao sensoriamento remoto dos parâmetros biológicos da água, e esta apresenta um potencial de mediano a ruim devido não só à grande quantidade de parâmetros analisados, mas também à complexidade do processo, ocasionando assim uma dificuldade a mais no processo da análise da água, necessitando de um investimento maior em seu campo de pesquisa.

Quadro 3 – Capacidade de sensoriamento remoto para medir operacionalmente parâmetros biológicos da água (continua)

| Parâmetros Biológicos | Método Convencional de Medida | Capacidade de Sensoriamento Remoto | Parâmetro biológico |
|------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| Pigmentos clorofilados | HPLC, Extração e espectrofotometria | Sim | Sim |
| Pigmentos acessórios | HPLC, Extração e espectrofotometria | Sim | Sim |

Quadro 3 – Capacidade de sensoriamento remoto para medir operacionalmente parâmetros biológicos da água (conclusão)

| | | | |
|--------------------------------------|---------------------|-----|--------------|
| Feopigmentos | Espectroscopia | Não | Tbc |
| Demanda Bioquímica de Oxigênio | Método de diluição | Não | Não |
| Contagem de Células Fitoplanctônicas | Microscópio | Não | Tbc |
| Biomassa Fitoplanctônica | Filtragem e Pesagem | Não | Esperada |
| Contagem de fungos | Microscopia | Não | Não |
| Bacterioplancton contagem | Microscópio | Não | Não Esperada |
| Bacterioplancton biomassa | Modelos | Não | Não Esperada |
| Zooplankton: contagem | Microscópio | Não | Não |
| Zooplankton biomassa | Cálculo | Não | Tbc |
| Detritos Concentração | Sem especificação | Sim | Sim |

Fonte: Adaptado de Durand et al, 1999.

A seguinte análise dos quadros mostra a existência pelo menos 14 parâmetros de qualidade de água, aptos para o monitoramento via sensoriamento remoto. Algumas das vantagens de seu uso são a frequência de obtenção de medida, da resolução espacial em que é necessária e da velocidade de disponibilidade dos dados para uso efetivo pelo gestor. Os gestores interessados na qualidade e quantidade desejam que os dados estejam disponíveis no mínimo duas vezes por mês e que sua resolução espacial seja mais fina que 300m x 300m (NOVO, 2007).

Continua citando Novo (2007) que os requisitos necessários para a obtenção medidas são altos. O monitoramento da concentração de clorofila precisa ser feita no alcance de 1 a 300 mg/l com um erro de 10%. Em contrapartida, os modelos disponíveis têm margens de erro deveras maior, sobretudo porque são desenvolvidos levando em conta sensores não específicos para a avaliação da qualidade da água. Embora tenha essas limitações, há diversos exemplos em que os dados de sensoriamento remoto são utilizados de forma operacional para o monitoramento da qualidade e quantidade da água.

Alguns parâmetros ecológicos (Quadro 4) atualmente são possíveis de se determinar, entretanto outros têm grande potencial de desenvolvimento no futuro, como é o caso determinante da biodiversidade fitoplanctônica. Com a chegada dos sensores hiperespectriais, suas bandas ficaram localizadas em posições específicas dos pigmentos, onde atribuem características aos diferentes grupos de algas e do bacterioplâncton (WEAVER E WRIGLEY, 1994).

Quadro 4 – Capacidade de sensoriamento remoto para medir operacionalmente parâmetros ecológicos da água

| Parâmetros Ecológicos | Métodos Convencionais | Sensoriamento Remoto | |
|----------------------------------|---------------------------|----------------------|------------------|
| | | Presente | Futuro/Potencial |
| Produção primária líquida | Garrafas de incubação | Sim | Sim |
| Estado trófico da água | Índices de estado trófico | Não | Esperado |
| Decomposição bacteriana | - | Não | Não |
| Grazing do fitoplâncton | - | Não | Não |
| Biodiversidade fitoplanctônica | Microscópio | Parcialmente | Esperada |
| Bacterioplâncton | Microscópio | Não | Tbc |
| Zooplâncton | Microscópio | Não | Não |
| Fungos | Microscópio | Não | Não |
| Estado da Biota Litoral Pelágica | - | Não | Sim |
| Bentos | - | Sim | Espera |
| Macrófita | - | Não | Espera |
| | | Sim | Sim |

Fonte: Adaptado de Durand et al, 1999

De qualquer forma, seu potencial é promissor visto que sua tecnologia pode melhorar com o desenvolvimento de novos sensores.

Com os benefícios que a tecnologia de sensoriamento remoto traz, é permitido definir alguns parâmetros dinâmicos (Quadro 5). Os aspectos dinâmicos são uma abordagem mais prática de análises, como a presença de sedimentos em suspensão, nível da água etc. Seu potencial é mediano visto que fatores como o sensoriamento remoto de

estratificação de lagos não é eficiente.

Quadro 5 – Capacidade de sensoriamento remoto para medir de modo operacional parâmetros dinâmicos da água

| Parâmetros Dinâmicos | Métodos Convencionais | Sensoriamento Remoto | |
|-------------------------|-----------------------|----------------------|------------------|
| | | Presente | Futuro/Potencial |
| Sedimentos em suspensão | Gravimétrico | Sim | Sim |
| Nível da água | Régua, linígrafo | Sim | Sim |
| Tempo de residência | Cálculos | Não | Tbc |
| Fluxo | ADCP | Não | Tbc |
| Estratificação de lagos | - | Não | Não |
| Correntes e ondas | Correntômetro | Sim | Sim |

Fonte: Adaptado de Durand et al, 1999.

Os parâmetros geométricos (Quadro 6), possuem diversos meios para sua obtenção, como mapeamento, topografia/geomorfologia, ecobatimentos e modelos. Estes apresentam um potencial razoável em sua capacidade de medição através do sensoriamento remoto por possuírem alguns métodos eficiente de sensoriamento remoto, como a morfometria e outros nem tanto, como a batimetria.

Quadro 6 – Capacidade de sensoriamento remoto para medir de modo operacional parâmetros geométricos do corpo d'água

| Parâmetros Geométricos | Métodos Convencionais | Sensoriamento Remoto | |
|------------------------|--------------------------|----------------------|------------------|
| | | Presente | Futuro/Potencial |
| Área do corpo d'água | Mapeamento | Sim | Sim |
| Morfometria | Topografia/Geomorfologia | Sim | Sim |
| Batimetria | Ecobatimento | Não | Não |
| Volume de água | Modelos | Não | Tbc |

Fonte: Adaptado de Durand et al, 1999.

Dentre todas as aplicações supracitadas, evidencia-se a capacidade do satélite de

analisar a qualidade da água, bem como o nível dos reservatórios, onde hoje em dia são questões muito pertinentes para a gestão e a regulação dos recursos hídricos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na medida que a humanidade avança tecnologicamente, e o sensoriamento remoto faz parte vital desse avanço simultaneamente e está sendo cada vez mais utilizado devido grandes exigências que a sociedade apresenta, sendo que um dos motivos é falta de zelo desta com os recursos hídricos, entretanto alguns obstáculos são encontrados ao longo do caminho.

De acordo com Liu (2006), apesar do avanço veloz das tecnologias de sistema e sensores de satélite, por exemplo, estes produzem resoluções espacial e espectral cada vez mais refinadas. Entretanto, segundo Novo (2007), a tecnologia do sensoriamento remoto para o monitoramento e a gestão dos recursos hídricos ainda é limitada por ser focado em aplicações terrestres, oceanográficas e meteorológicos. A capacitação dos recursos humanos e sua tecnologia também é um empecilho, bem como um certo desconhecimento da aplicação desta área da ciência.

Existem vários métodos para o sensoriamento remoto dos corpos d'água, bem como diversos parâmetros a serem analisados. No geral a detecção dos parâmetros supracitados é satisfatória em diversos aspectos analisados, porém ainda assim apresentam alguns pontos que deixam a desejar.

Como o Quadro 3, onde são apresentados parâmetros biológicos e as técnicas de monitoramento remoto com uma eficácia aquém do esperado. Vários destes parâmetros não são detectados pelo sensoriamento remoto, o que resulta em uma deficiência de dados. Os aspectos ecológicos, dinâmicos e geométricos analisados pelo sensoriamento remoto demonstram uma certa dificuldade também na obtenção de dados.

Já os aspectos físicos e químicos apresentam bons resultados por serem mais comuns e simples, então possuem uma quantidade mais elevada de mecanismos para a coleta destes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nessa breve análise, nota-se que o sensoriamento remoto tem suas dificuldades, porém apresenta resultados satisfatórios que permitem fazer diversas análises, como as mais análises simples como aspectos químicos presentes na água, o que é algo positivo.

Em alguns casos são utilizados alguns sensores não específicos para a avaliação da qualidade da água, como o sensor biológico. Isso evidencia o potencial que o sensoriamento remoto possui e que pode ser atingido.

A tecnologia para o sensoriamento tem o que melhorar, bem como o acesso restrito para estas também e a capacitação para a utilização destas, porém é algo que já está bastante presente na gestão dos recursos hídricos, como novas tecnologias surgindo e tendem a ficar cada vez mais acessível devido à variedades de sensores que surgem, consequentemente ofertando uma maior qualidade destes.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018: informe anual / Agência Nacional de Águas**. Brasília: ANA, 2018.

BARTRAM, J. & BALLANCE, R. **Water quality monitoring: a practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes**. London: Chapman & Hall, 1996.

BATTRICK, B. **Global Earth Observation System of Systems**. ESA SP-1284. Holanda: ESA Publications Division, 210 p, 2005.

CUNHA, D.G.F.; CALIJURI, M.C.; LAMPARELLI, M.C.; MENEGON JUNIOR, N. **Resolução CONAMA 357/2005: análise espacial e temporal de não conformidades em rios e reservatórios do estado de São Paulo de acordo com seus enquadramentos (2005-2009)**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 18, n. 2, p. 159-168, 2013.

ELACHI, C. **Introduction to Physics and Techniques of Remote Sensing**. New York: Wiley & Sons, 412 p, 1987.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3º Edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=18GkH5X81XcC&oi=fnd&pg=PT6&dq=sensoriamento+remoto&ots=yIVojMO-6P&sig=DOPI2AzFoaazwOYEG-BuAEwVvc#v=onepage&q=sensoriamento%20remoto&f=false>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

LIU, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Campo Grande: UNIDERP, 2006. 908 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=YNEtCQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT811&dq=sensoriamento+remoto&ots=vxgoDXKGYq&sig=aFM5E6TTtXI0_5jOGiQCpw5990#v=onepage&q=sensoriamento%20remoto&f=false>. Acesso em: 26 ago. 2019.

NOVO, E. M. L. M. Monitoramento de quantidade e qualidade da água e sensoriamento remoto. **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, São José dos Campos, 12227-010, 2007. Disponível em: <<http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2007/12.03.20.57/doc/3.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

RITCHIE, J.C.; ZIMBA, P.V.; EVERITT, J.H. **Remote sensing techniques to assess water quality**. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v. 69, n. 6, p. 695-704, 2003.

SAUSEN, T. M.; PEREIRA, M. D. B. Estudo da qualidade da água de reservatórios utilizando técnicas de sensoriamento remoto: conceitos metodológicos. **Simpósio Latino-Americano de Sensoriamento Remoto**, Gramado, v. 1, INPE/SELPER/SBC, p. 638-644, 1986.

TUNDISI, J.G. **Planejamento e Gerenciamento de Lagos e Reservatórios: uma abordagem integrada ao problema da eutrofização**. Osaka: Rima, 385 p, 2001.

VENTURA, D.L.T. **Uso do sensoriamento remoto para monitoramento da concentração de clorofila a em açudes do semiárido**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 53f, 2013.

WASHINGTON - THE WORLD BANK. **Quase Metade do Mundo Vive com Menos de USD \$5.50 por Dia**. The World Bank. Disponível em: <<https://www.worldbank.org/pt/news/press-release/2018/10/17/nearly-half-the-world-lives-on-less-than-550-a-day-brazilian-portuguese>>. Acesso em: 02 jul. 2019.

WEAVER, E. C.; WRIGLEY, R. Factors affecting the identification of phytoplankton groups by means of remote sensing. Moffet Field. California: NASA, p. 124, 1994.

YASSUDA, E. R. Gestão de Recursos Hídricos: Gestão e Aspectos Institucionais. Revista de Administração Pública. Rio de Janeiro, v. 27, n. 3, p. 5-18, 1993.