

Estudo de parâmetros de qualidade de água e análise de imagens do Landsat 5 referente ao oeste da região do Submédio São Francisco

Sidney Henrique Campelo de Santana¹
Djane Fonseca da Silva²
Maria Lucielle Silva Laurentino¹
Josiclêda Domiciano Galvêncio¹
Tiago Henrique de Oliveira

1 - Universidade Federal de Pernambuco-UFPE;
Av. Prof. Moraes Rego, 1235- Cidade Universitária, CEP: 50670-901 Recife /PE-Brasil
[sidneysantana.geo; djane Fonseca; lugaby18; josicleda]@hotmail.com; thdoliveira5@gmail.com.

Abstract

The region of the Submédio São Francisco, part of one largest basins of Brazil: São Francisco River Basin is highlighted for its economic development due to the hydroelectrics and the development of horticulture in the area. However, this progress eventually causes an acceleration of urbanization, and increased demand for natural resources. This dynamic eventually causes negative impacts on water sources, important for maintaining life and activities undertaken in this region. For this reason, it becomes explicit the importance of studying the water quality of this sub-basin. To accomplish this study, we adopted four parameters, whose data were obtained through the National Water Agency: Temperature, pH, Dissolved Oxygen, Conductivity and Electrical. Thus, the parameters analysis shows that the level of pollution in the Lower Basin has increased from 1984 to 2006, and the western portion of the center of the sub-basin is more polluted than the others. Considering these first results were procured four pictures Landsat_5_TM route / 218 / 67 point, west of the Lower Basin, corresponding to the months of August 1984/1994/2006/2010. Since then, five points were plotted in the main channel of the sub-basin, which correspond to the same coordinates to all the images in order to obtain the spectral signature of these items and follow from that, the evolution of the sediments in these waters, through the level of reflectance. The increased levels of reflectance around 0.1 (10%). The graphics parameters, Landsat_5_TM images and graphics reflectance vs wavelength were consistent in the results.

Keywords: spectral signature, water pollution, water resources, remote sensing

1. Introdução

A intensidade da atividade econômica (expansão urbana, indústria, serviços e agropecuária) tem levado aos conflitos de uso da água, assim como a má utilização e o desflorestamento das margens ciliares e dos contribuintes do reservatório podem provocar modificações na qualidade da água de tal maneira, que a exploração do manancial pode ficar comprometida temporária ou definitivamente (MOTA, 1981).

Entretanto, na utilização racional dos recursos hídricos é fundamental a distinção entre padrões de qualidade e padrões de potabilidade. O primeiro se refere a todos os usos possíveis do corpo d'água, enquanto o segundo se refere restritamente ao uso para alimentação (CARNEIRO, 2002).

Nesse contexto, Rodriguez *et al.* (1998) observaram a importância da criação de planos diretos para o melhor planejamento dos diversos usos, manutenção e recuperação dos recursos hídricos, objetivando conciliar os múltiplos usos dos corpos d'água com a escassez e a má distribuição geográfica destes. Segundo os autores, este planejamento deve ser feito sobre uma base de dados precisa a partir de estudos das variáveis físicas, químicas e microbiológicas, bem como da interação destas com dados geológicos, meteorológicos e morfológicos para se expressar, da forma mais precisa possível, a realidade de cada ecossistema (TUNDISI, 1999).

Desta maneira, os principais parâmetros que indicam poluição nos recursos hídricos são: Temperatura da água, Potencial hidrogeniônico, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido (TUCCI, 2004), os quais serão analisados nesse trabalho.

A temperatura pode ser considerada a característica mais importante do meio aquático, pois caracteriza grande parte dos outros parâmetros físicos da água tais como a densidade, viscosidade, pressão de vapor e solubilidade dos gases dissolvidos (TUCCI, 2004).

As variações do pH de um ecossistema aquático podem provocar sérias consequências sobre os microrganismos. A maioria dos organismos aquáticos consegue sobreviver entre valores de pH de 5 a 9, sendo a faixa ótima em torno do neutro.

A condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons (partículas carregadas eletricamente) dissolvidos na água. O parâmetro condutividade pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem ocasionados por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos, entre outros, segundo da Silva.(2009).

Do ponto de vista ecológico, o parâmetro OD é uma variável extremamente importante, pois é necessário para a respiração da maioria dos organismos que habitam o meio aquático. Geralmente o OD se reduz ou desaparece, quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis encontradas, por exemplo, no esgoto doméstico, em certos resíduos industriais, no vinhoto, e outros. Ou seja, a redução dos níveis de oxigênio dissolvido pela poluição orgânica é decorrente da atividade dos organismos aeróbios que utilizam o oxigênio, na respiração, para a oxidação da matéria orgânica biodegradável. Este processo é chamado de Demanda Bioquímica de Oxigênio (CARNEIRO, 2002).

Entretanto, as alterações na qualidade e quantidade da água são perceptíveis e possíveis de serem analisadas com Sensoriamento Remoto, bem como através do comportamento espectral da água (reflectância) e da cor.

O Sensoriamento Remoto pode ser usado para inventariar e monitorar a extensão espacial, constituintes orgânicos/inorgânicos, a profundidade e a temperatura das águas de rios, lagos e oceanos (JENSEN, 2009).

Diversos fatores físicos, biológicos e químicos interferem sobremaneira na refletividade da água. O comportamento espectral, nesse sentido, propicia não apenas a detecção de diversos materiais indesejáveis presentes na água, mas a sua quantificação com precisão. Assim, o conhecimento da assinatura espectral dos corpos hídricos de diferentes ecossistemas é fundamental em estudos, objetivando o múltiplo uso desse recurso natural, de modo sustentável.

Portanto, nesse trabalho, busca-se apresentar e discutir os parâmetros utilizados na pesquisa (temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica) - obtidos pela Agência Nacional das Águas (ANA) - assim como observar a evolução de concentração de sedimentos nas águas que banham a porção oeste do SMSF, através de imagens do satélite Landsat 5, sensor TM.

2. Materiais e métodos

2.1 Área de Estudo

A sub-bacia do Submédio São Francisco (Figura1) encontra-se localizada entre as latitudes 7° e 11° 30' S e as longitudes de 37° e 43° W e ocupa uma extensão territorial de 126.170,93 km², ou aproximadamente 19,8% de toda a bacia do São Francisco. Compreende 86 municípios, nos Estados de Alagoas, Bahia e Pernambuco (ANA *et. al*, 2000).

O Submédio é detentor de um importante potencial de recursos hídricos. A geração de energia elétrica, garantida pelo complexo das usinas hidroelétricas e reservatórios construídos pela CHESF na região, foi fator decisivo para o desenvolvimento econômico de todo o Nordeste brasileiro, e, em particular, proporcionou condições básicas de infraestrutura

energética para a consolidação da agricultura irrigada e da agroindústria do Submédio (ANA *et. al*, 2000) .

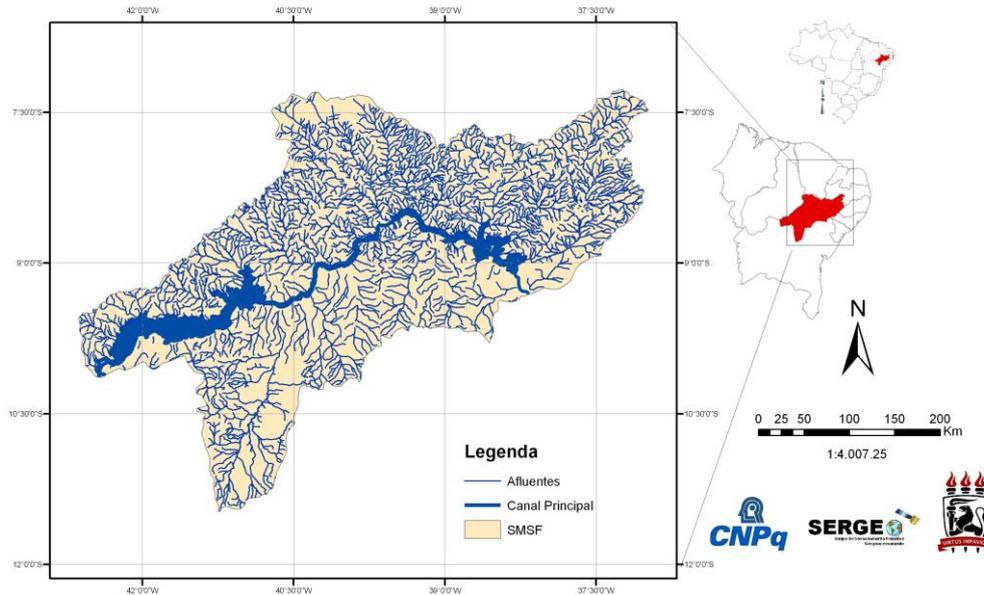


Figura 1: Localização e drenagem do Submédio São Francisco

2.1 Análises dos parâmetros

Portanto nesse devido estudo, busca-se apresentar e discutir os parâmetros utilizados na pesquisa (temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica), assim como observar a evolução de concentração de sedimentos nas águas que banham a porção oeste do SMSF. Os dados desses parâmetros foram obtidos pela Agência Nacional das Águas (ANA).

2.2 Processamento das imagens

As imagens correspondentes à área foram obtidas no site do INPE, e receptadas pelo sensor TM do satélite Landsat 5. Foram então, utilizadas as imagens do orbita e ponto 218/67, referentes às datas de 09 de agosto de 1984, 05 de agosto de 1994, 09 de agosto de 2006 e uma data recente: 01 de agosto de 2010. O mês de agosto foi o escolhido porque está inserido no período de seca no sertão nordestino, já que compreende-se que o período chuvoso, de maneira geral, corresponde aos meses de março a junho no sertão. É , portanto, recomendado que se estude a qualidade de corpos hídricos na época da seca, pois é nesse período que as águas conservam suas propriedades locais. Vale ressaltar que a banda seis foi excluída do cálculo de reflectância, pois apresenta certa discrepância na curva espectral.

O trabalho com as imagens ocorreu da seguinte forma:

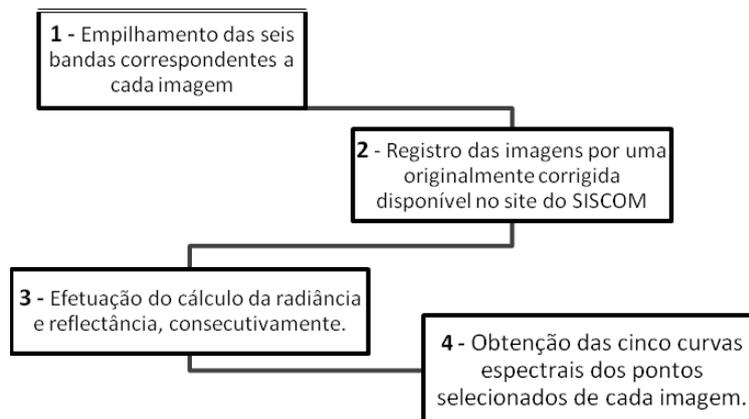


Figura 2: Fluxograma de procedimentos metodológicos aplicados no processamento das imagens.

Foram marcados cinco pontos no canal principal do Rio São Francisco – porção oeste do Sub-médio. Tais pontos, tabela 1, foram plotados em coordenadas correspondentes nas quatro imagens, pois, o objetivo dessa ação é justamente avaliar o nível de reflectância derivado da concentração de sedimentos no decorrer dos anos.

Tabela 1: Pontos Coordenadas Sistema SAD 69 – UTM/Zona 24		
Nº	UTM - E	UTM - N
1	140785	8893541
2	154777	8902222
3	148000	8910000
4	180000	8923600
5	222222	8926666

3. Resultados e discussão

3.1 Análises dos parâmetros .

A estratificação térmica é gerada por características físicas da água. Embora muito pequena, essa variação provoca efeitos de extrema importância nas grandes massas de água submetidas ao aquecimento solar, pois as camadas superiores absorvem a maior parte da energia luminosa e apenas uma pequena porção atinge as partes mais profundas (HESPANHOL, 1978).

Laws (1993) destaca dois importantes efeitos da modificação da temperatura: o primeiro se refere à solubilidade dos gases, especialmente o oxigênio que, segundo o autor, com um aumento de 10°C na temperatura, a solubilidade daquele se reduz em aproximadamente 20%. O segundo efeito é que modificações na temperatura também afetam as taxas das reações químicas e de todos os processos fisiológicos dos organismos aquáticos, pois, afetam as enzimas e hormônios que controlam as reações bioquímicas destes. Em alguns casos, o aumento da temperatura em 10°C provoca a duplicação da atividade metabólica dos organismos aquáticos.

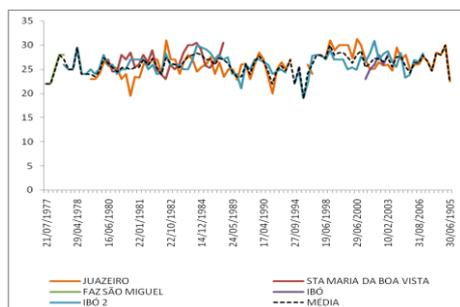


Figura 3: Distribuição e evolução temporal da temperatura nos municípios de Juazeiro, Faz São Miguel, Ibó (estação 2), Santa Maria da Boa Vista e Ibó.

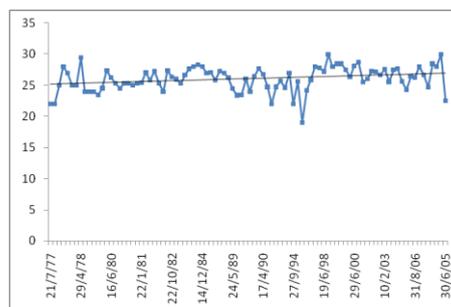


Figura 4: Média da distribuição da temperatura nos municípios de Juazeiro, Faz São Miguel, Ibó (estação 2), Santa Maria da Boa Vista e Ibó.

Esteves (1998) observa que é comum encontrar valores altos de pH em regiões de balanço hídrico negativo como ocorre com os açudes da região do semi-árido do Nordeste brasileiro com valores superiores a 8. Na época de estiagem, este fato é acentuado pelos altos valores de carbonatos e bicarbonatos encontrados nas águas e que se tornam mais concentrados pela evaporação.

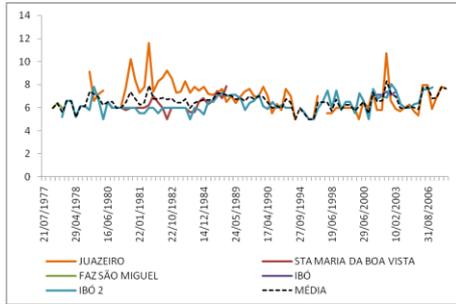


Figura 5: Distribuição e evolução temporal do pH nos municípios de Juazeiro, Faz São Miguel, Ibó (estação 2), Santa Maria da Boa Vista e Ibó.

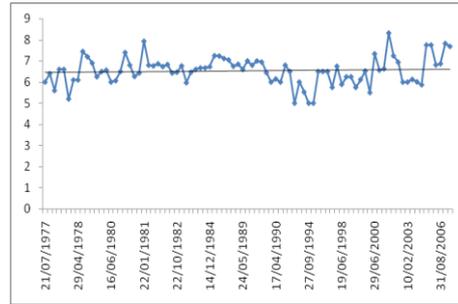


Figura 6: Média da distribuição do pH nos municípios de Juazeiro, Faz São Miguel, Ibó (estação 2), Santa Maria da Boa Vista e Ibó

Quanto maior a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água. Em águas continentais, os íons diretamente responsáveis pelos valores da condutividade são, entre outros, o cálcio, o magnésio, o potássio, o sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos.

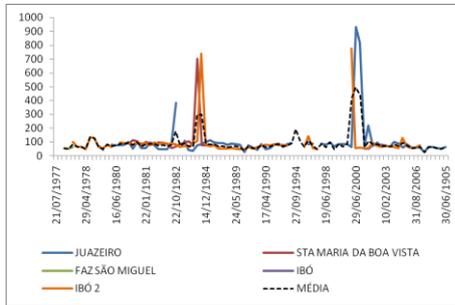


Figura 7: Distribuição e evolução temporal da condutividade elétrica nos municípios de Juazeiro, Faz São Miguel, Ibó (estação 2), Santa Maria da Boa Vista e Ibó.

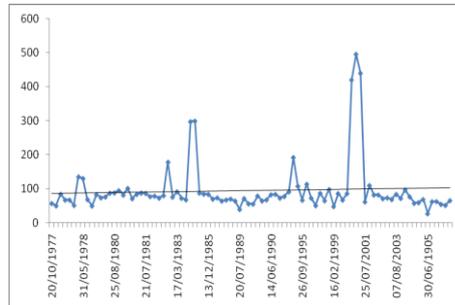


Figura 8: Média da distribuição da condutividade elétrica nos municípios de Juazeiro, Faz São Miguel, Ibó (estação 2), Santa Maria da Boa Vista e Ibó.

Von Sperling *apud* Carneiro (2002) afirma que em ecossistemas aquáticos, as principais fontes produtoras de oxigênio são a reaeração atmosférica e a fotossíntese, enquanto as principais fontes de consumo são a oxidação da matéria orgânica dissolvida e a presente no sedimento (demanda bentônica) e a nitrificação. O mesmo autor afirma que um dos efeitos mais nocivos da matéria orgânica em corpos d'água é a depleção dos níveis de oxigênio dissolvido, devido ao consumo pelos decompositores.

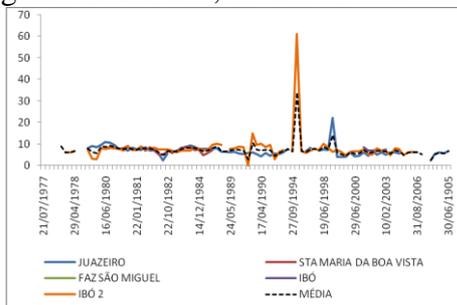


Figura 9: Distribuição e evolução temporal do Oxigênio Dissolvido nos municípios de Juazeiro, Faz São Miguel, Ibó (estação 2), Santa Maria da Boa Vista e Ibó.

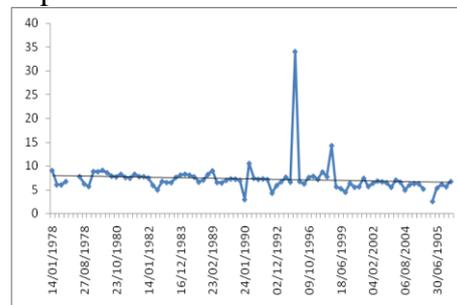


Figura 10: Média da distribuição do Oxigênio Dissolvido nos municípios de Juazeiro, Faz São Miguel, Ibó (estação 2), Santa Maria da Boa Vista e Ibó.

De acordo com Likens *et al.* (1967), análises de parâmetros de qualidade de água podem apontar as operações que envolvem o uso e o manejo do solo como as que mais exercem influência na qualidade da água de uma microbacia. Analisando esses parâmetros

coletados pela ANA, e considerando o crescimento populacional e econômico na área, os mananciais situados na região oeste até o centro do SMSF, encontram-se em maior situação crítica no que diz respeito à qualidade de água. Analisando esses parâmetros individualmente, não é suficiente para obter-se uma resposta sobre a qualidade de água. No entanto, a avaliação conjunta destes mostra que a região oeste ao centro da sub-bacia se encontra em situações críticas no que diz respeito à qualidade de água.

A partir dessas informações, buscou-se analisar a evolução do nível de impurezas encontradas do canal principal da porção oeste do sub-médio, tida como a mais poluída, através da assinatura espectral.

3.2 Análises das Reflectâncias

Antes de observar as imagens da figura 11, vale ressaltar que um corpo d'água com sedimentos em suspensão irá aparecer mais claro na imagem do que um corpo d'água próximo sem qualquer sedimento em suspensão (JENSEN, 2009), como pode ser observado nas imagens correspondentes aos anos de 1984, 1994, 2006 e a de 2010 acrescida nos resultados, como comprovação do aumento no nível de sedimentos, o que apresenta uma tendência crítica, no que diz respeito à poluição.

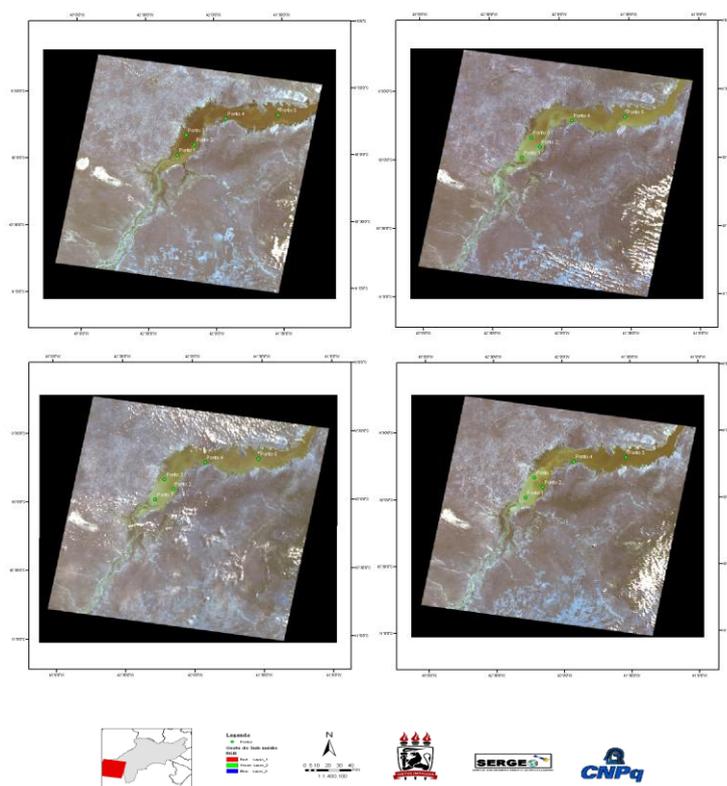


Figura 11: Imagens do Landsat_5_TM da órbita e ponto 218\67 de 1984, 1994, 2006 e 2010, respectivamente.

Os gráficos a seguir, figura 12, são conhecidos como gráfico de reflectância vs comprimento de onda. Normalmente os valores de reflectância são apresentados de 0 a 100%, mas por questões didáticas, estes a seguintes apresentam os valores de 0 a 0.2 que equivale a 0 a 20% na curva espectral. No entanto os comprimentos de ondas são representados pelas 7 bandas do Lansat 5, exceto a banda 6, que diz respeito ao infra-vermelho termal. Estes gráficos correspondem as imagens dos anos 1984, 1994, 2006 e 2010 .

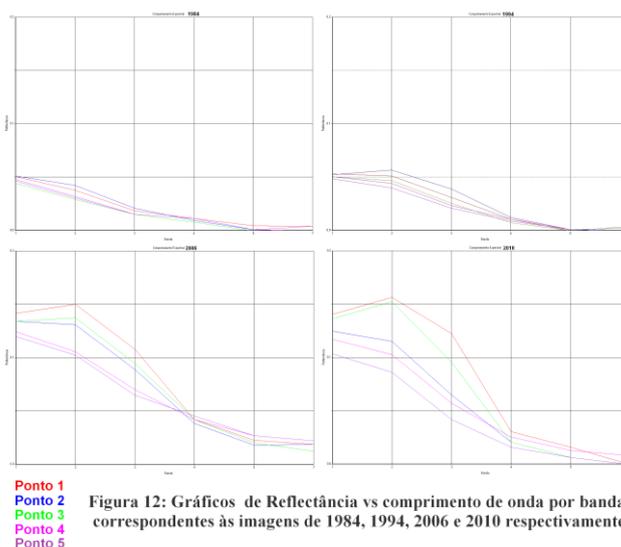


Figura 12: Gráficos de Reflectância vs comprimento de onda por banda, correspondentes às imagens de 1984, 1994, 2006 e 2010 respectivamente.

Ao fazer uma breve análise visual das imagens do Landsat_5 pode-se observar um aumento dos sedimentos nas águas do canal principal do oeste do sub-médio, o que pode ser comprovado pelas curvas espectrais, cujas reflectâncias, principalmente nas bandas do visível, aumentam com o passar do tempo. A banda 1, que corresponde a faixa do azul, apresenta maior reflectância, pois segundo Jensen (2009) a quantidade mínima de absorção e espalhamento de luz incidente na coluna d'água ocorre na região do comprimento de onda do azul. A faixa que corresponde a 400 nm a 500nm, por apresentar um menor comprimento de ondas em relação às demais bandas, sofre maior espalhamento ao penetrar na água.

Jensen (2009) ainda afirma que o pico de reflectância desloca-se para maiores comprimentos de ondas na faixa do visível quando mais sedimentos são adicionados. Esse comportamento pode ser observado, mesmo que precariamente, nos gráficos acima, principalmente nas linhas espectrais correspondentes aos pontos 1 e 3. Em 1984 os picos mais altos destes pontos se encontram no início da banda azul, com os valores próximos à 0.05 no nível de reflectância, decrescendo gradativamente. Em 1994 os valores no limite da banda 1 com a banda 2 apresentam, praticamente, os mesmos valores de reflectância, em torno de 0.05 também. Já no ano de 2006, o pico mais alto do ponto 1 se localiza no limite da banda 1 com a banda 2, apresentando o valor de 0.15, enquanto que no início da banda 1 apresenta um valor inferior a 0.15. O mesmo ocorre com o ponto 3, que apresenta maior nível de reflectância no limite entre a banda 1 e a banda 2, em relação ao início da banda 1. Por fim, em 2010 os picos de reflectância dos pontos 1 e 3, ainda no limite entre as duas primeiras bandas (1 e 2), apresentam valores superiores a 0.15 enquanto que no início da banda 1, os valores de reflectância permanecem inferiores a 0.15. Observa-se também que o nível de reflectância do ponto 1 no limite entre as bandas 2 e 3, apresenta um acréscimo considerável em relação ao ano de 2006, apresentando um valor próximo de 1.125.

Salata *et al.*, (1988) discutem que, além das atividades relacionadas ao uso e manejo do solo, intervenções na vegetação e nas estradas e vias de acesso são também consideradas importantes modificadoras de parâmetros qualitativos, por serem fontes potenciais de turbidez da água.

No entanto, o sensoriamento remoto surge como uma técnica de relevante apoio ao monitoramento da qualidade a água, principalmente quando se trata de concentrações de sedimentos em suspensão nos corpos d'águas. Mas, o adequado dimensionamento dos impactos sobre o meio antrópico exige um conhecimento aprofundado e atualizado da estrutura social, econômica, demográfica e cultural da população atingida (MOREIRA *apud* CARNEIRO, 2002).

Para avaliar a qualidade ambiental como um todo é preciso obter informações que estejam integradas entre fatores bióticos e abióticos, que regem o funcionamento do ecossistema, deste modo, a qualidade do meio em que vivemos pode ser apontado também através da qualidade da água (DA SILVA, 2009).

4. Conclusões

Os parâmetros, as imagens e os gráficos de reflectância mostraram que o nível de partículas indesejáveis aumentou com o passar dos anos, incluindo a imagem do ano de 2010 que evidencia uma tendência de aumento nos níveis de poluição. Níveis estes, que ainda não são enquadrados em um cenário crítico.

Esse, entre outros trabalhos, mostra a importância de estudos ambientais de foco para bacias hidrográficas, a fim de promover uma melhor gestão local, que garanta qualidade de água e aspecto ambiental.

Agradecimentos

Ao Instituto de Pesquisas Espaciais- INPE, ao Sistema Compartilhado de Informações Ambientais- SISCOM; ao CNPq, a FACEPE, pelo apoio técnico e financeiro.

A Universidade Federal de Pernambuco, pelo espaço físico e ao Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento do departamento de Geografia – SERGEO, e a professora Josiclêda Galvêncio pela orientação e apoio.

Referências

- ANA; CODEVASF; GEF; PNUMA & OEA. **Mapeamento Temático do Uso da Terra no Submédio São Francisco**. Brasília, 2000. 12p.
- CARNEIRO, F. M. **Análise do estudo de impacto ambiental e qualidade da água – O caso do Açude Atalho – Brejo Santo, Ceará**. Fortaleza, 2002. 15p.
- DA SILVA, D.F. **Análise de aspectos climatológicos, ambientais, agroeconômicos e de seus efeitos sobre a Bacia hidrográfica do rio Mundaú (AL e PE)**. Tese de Doutorado em Recursos Naturais, março 2009, UFCG (PB).
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia** - 2a Ed. Rio de Janeiro, Interciência/INEP, 1998, 575p.
- HESPANHOL, I. **Influência do Represamento na Qualidade da Água**. Ver.DAE. São Paulo, 38(116) : 41-48, 1978.
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Meio Ambiente – Uma Perspectiva em Recursos Terrestres** cap.12: Sensoriamento Remoto da Água. 2ª Ed. São Paulo. Ed. Parêntese, 2009. p 411-445.
- LAWS, E. A. **Aquatic Pollution – Na Introductory Text**. 2ª Ed. University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, 1993, 611p.
- LIKENS, G.E; BORMANN, F.H.; JOHNSON, N.M.; PIERCE, R.S. **The calcium, magnesium, potassium and sodium budgets for a small-forested ecosystem**. Ecology, Durham, n.48, v.5, p.722-785, 1967.
- MOTA, S. **Planejamento Urbano e Preservação Ambiental**. Fortaleza, Edições UFC, 1981. 242p.
- RODRIGUEZ, F. A.; DOS SANTOS, D. G.; ANJOS, E. F. S. **Planos Diretores de Recursos Hídricos: A Experiência da Secretaria de Recursos Hídricos na Coordenação e Avaliação dos Estudos**. 8º Simpósio Luso-Americano de Engenharia Sanitária e Ambiental SILUBESA-João Pessoa, PB. ANAIS, V. II. V- 077. 1998. p.275-281.
- SALATA, J.C. *et al.* **Controle de erosões e conservação de solos na açucareira Quatá (SP)**. STAB, p.33-89, 1988.
- TUCCI, C.E.M. (Organizador). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 3ª edição, Porto Alegre, Editora da UFRGS/ABRH, 2004.
- TUNDISI, J. G. **Limnologia no Século XXI: Perspectivas e Desafios**. São Carlos, I. I. E., 7º Congresso Brasileiro de Limnologia - SBL, Florianópolis, SC. 1999, 24p.197.