

**Francisco de Oliveira Mesquita<sup>1\*</sup>**

**Anailson de Sousa Alves<sup>1</sup>**

**Samuel Marcus M. Malheiros<sup>2</sup>**

**Paulo Cesar Moura da Silva<sup>3</sup>**

**Wesley de Oliveira Santos<sup>4</sup>**

**Rafael Oliveira Batista<sup>5</sup>**

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 15/01/2013. Aprovado em 12/06/2013.

<sup>1</sup> Doutorando do Programa de Pós Graduação em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFRSA, Mossoró-RN. Av. Costa e Silva, n. 572, CEP: 59.625-900.. e-mail: mesquitaagro@yahoo.com.br\*

<sup>2</sup> Mestre em Eng. Agrícola. Doutorando em Manejo de Solo, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA.

<sup>3</sup> Professor Adjunto da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFRSA, Caixa Postal 137, 59625-900. Mossoró-RN

<sup>4</sup> Mestre em Irrigação e Drenagem. Agrícola. Doutorando em Manejo de Solo, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA.

<sup>5</sup> Professor Assistente da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFRSA, Caixa Postal 137, 59625-900. Mossoró-RN.



## Uso do sensoriamento remoto para avaliação da distribuição espacial e quantificação de Macrófitas na barragem Umari – Upanema, RN

### RESUMO

O monitoramento da vegetação aquática permite avaliar a evolução das comunidades e determinar o potencial de danos associados a essas populações. Objetivou-se no presente estudo quantificar a existência de macrófitas da barragem Umari por meio da técnica de sensoriamento remoto, durante os períodos seco e chuvoso por dois anos consecutivos (2005 e 2006). Foi utilizado como indicador ambiental macrófitas, que se desenvolvem a partir do efeito antrópico no entorno do reservatório, seja com o lançamento de esgotos sem tratamento e drenagem de áreas agrícolas. Para quantificar as macrófitas foram usadas imagens do satélite LANDSAT de órbita 2,64 com 62 pontos, sendo as imagens processadas com o uso de softwares Spring e Terraview, com o intuito de mapear a área ocupada pelas macrófitas no interior do reservatório e sua evolução, ao longo de dois anos consecutivos. As imagens foram georeferenciadas pelo software SPRING e datum WGS 84. Foi feita a conversão para reflectância e coletados os dados de reflectância dos pontos amostrados. A produção de macrófitas nos dois anos estudados foi superior nos períodos de menor precipitação pluviométrica em relação aos anos mais chuvosos. O fator limitante e predominante nas águas do reservatório Umari nos períodos estudados (chuvoso e seco) e em distintas épocas foi a distribuição espacial das chuvas.

**Palavras-Chaves:** monitoramento ambiental; qualidade da água; reservatório.

### *Use of remote sensing for evaluation of spatial distribution and measurement of Macrophytes of the dam Umari – Upanema, RN*

### ABSTRACT

**SUMMARY:** The monitoring of aquatic vegetation allows evaluating the development of communities and determine the potential of damage associated with these populations. The objective in the present study to quantify the existence of macrophytes on the Umari dam by means of remote sensing technique, during the dry and rainy period by two years consecutive (2005 and 2006). Was used as environmental indicator the macrophytes, that develop from the anthropic effect around the reservoir, is with the release of untreated sewage and drainage of agricultural areas. To quantify the macrophytes were used LANDSAT satellite images of orbits 2.64 with 62 points, the images are processed using software and Spring Terraview, in order to map the area occupied by macrophytes within the reservoir and its evolution over two consecutive years. The images were georeferenced by the SPRING software and the datum WGS 84. Was done the conversion for reflectance and collected the dados of reflectance of the sampled points. The production of macrophytes in the two years studied was higher in periods of low rainfall that the rainiest years. The factor limiting and predominant in the waters of the reservoir Umari the periods studied (rainy and dry) and in different times was the spatial distribution of rainfall.

**Key words:** environmental monitoring; Water quality; reservoir.

## INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos constantemente sofrem com problemas de poluição, principalmente quando é descarregado alguns efluentes proveniente de esgotamento sanitário sem tratamento, efluentes industriais e drenagem de áreas agrícolas. Os efluentes gerados dessas atividades antrópicas contém composição química diferente quando comparado com os recursos hídricos ocorrendo um processo de enriquecimento de águas, sobretudo com nitrogênio e fósforo (SPERLING, 2005).

O sensoriamento remoto é uma tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, através da captação e do registro de energia refletida ou emitida pela superfície (FLORENZANO, 2002).

Baban (1999) diz que as imagens de sensoriamento remoto cumprem um importante papel na avaliação na quantificação de macrófitas em corpos hídricos, na qualidade da água e gestão de recursos hídricos, especificamente em sistemas lânticos, em áreas relacionadas à identificação das fontes de poluição, áreas hídricas sob processos de eutrofização e avaliação de clorofila, entre outros. Enfim, a eutrofização e o aumento na produtividade são associados a mudanças nas propriedades ópticas do corpo de água.

Quando ocorre aumento nos teores nos corpos hídricos desses dois nutrientes ocorrem algumas alterações na composição da água, resultando no fenômeno da eutrofização, e, possibilitando assim um crescimento exagerado de macrófitas aquáticas sobre o espelho d'água (DINIZ et al., 2005; DANELON et al., 2012).

As regiões de transição solo/água com macrófitas aquáticas, também chamadas "wetlands naturais" ou terras úmidas (MARQUES, 1999), são ecótonos, isto é, constituem zonas de fronteiras entre a água dos ambientes lânticos (lagos, açudes e represas) e os ambientes terrestres adjacentes e aí se desenvolve uma biota altamente diversificada (HENRY, 2003). Constituem-se em locais de recepção e de atenuação dos impactos terrestres, em que as plantas exercem atividade filtradora e ocorrem transformações bioquímicas, químicas e físicas, que modificam a qualidade da água.

Existem várias definições do termo macrófitas, entretanto Irgang e Gastal Jr (1996) definem macrófitas aquáticas como vegetais visíveis a olho nu, cujas partes fotossintetizantes ativas estão permanentemente ativas, ou por diversos meses, todos os anos, total ou parcialmente submersas em água doce ou salobra, ou ainda flutuante na mesma. As macrófitas são importantes respondem por diversas alterações ambientais e devem ser utilizadas como parâmetro para monitorar a qualidade da água (ROCHA et al., 2012).

A importância das plantas aquáticas na manutenção do equilíbrio natural de ambientes aquáticos é indiscutível, uma vez que acumulam biomassa, aceleram a ciclagem de nutrientes e realizam fotossíntese e consequente oxigenação da água, servindo de fonte de alimento e

refúgio para peixes, aves e outros organismos (TANAKA 1998; IBAMA, 1998; THOMAZ, 2002; POMPÊO, 2008). Entretanto, em condições de desequilíbrio, os prejuízos são muito maiores que os benefícios (SMITH et al., 1999; VAN NES et al., 2002; TANAKA et al., 2002), podendo, inclusive, ocorrer morte de peixes por desequilíbrio na oxigenação. Logo, as macrófitas tem um papel importante no ecossistema aquático necessitando que sejam realizados estudos de monitoramento de forma constante.

A barragem de Umari é o terceiro maior reservatório do Estado do Rio Grande do Norte com um volume de acumulação de 292.813.650,00 m<sup>3</sup>. A barragem foi construída para atender à agricultura irrigada em 3000 ha, dar suporte a atividade agropecuária e desenvolver a produção de pescado em sua represa, beneficiando cerca de 25.492 habitantes (SEMARH, 2010).

O monitoramento periódico das macrófitas aquáticas permite avaliar a evolução das comunidades e determinar o potencial de danos associados a essas populações. Algumas medidas paliativas são feitas nos reservatórios para evitar uma grande proliferação das macrófitas como a retirada dessas, porém para reservatórios com grandes dimensões essa prática torna-se inviável (WALLACE e KNIGHT, 2006).

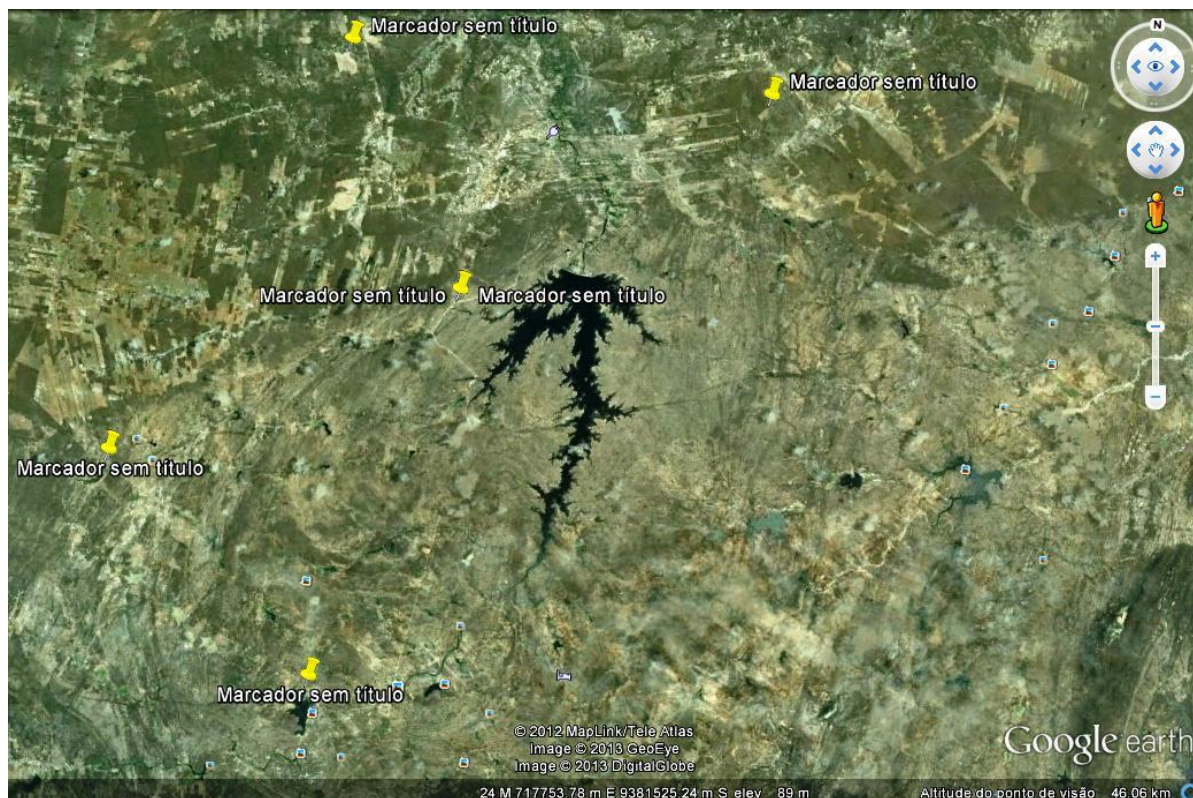
Diante do exposto, o artigo teve como objetivo avaliar a distribuição espacial por meio do sensoriamento remoto e a quantificação da existência de macrófitas aquáticas no espelho d'água na barragem de Umari no Rio Grande do Norte.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo encontra-se inserida na barragem Umari, pertencente à Companhia de Águas e Esgoto do Estado do Rio Grande do Norte (CAERN), localizada na Bacia do rio Apodi-Mossoró, no município de Upanema, distante 8 km a montante da sede do município, cujas coordenadas geográficas são 9369,66 km N e 693,805 km E (Figura 1).

O clima regional é do tipo Bsw' segundo a classificação de Köppen, caracterizando-se por ser muito seco, muito quente e com a estação chuvosa mal distribuída para o outono (FILGUEIRA, 1994). Os dados provenientes da estação meteorológica indicaram (para o período de 2005 a 2006) temperatura média anual de 28,8°C, sendo a média do mês mais quente superior a 32,57°C e a média do mês mais frio em torno de 24,54°C, com precipitação de 1.346 mm.ano<sup>-1</sup>, ocasionando uma grande amplitude térmica durante o ano e umidade relativa do ar de 67,9% (SANTOS, 2010).

O solo da região é classificado como ARGISSOLO Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico sendo profundo a medianamente profundo, com textura arenosa, encontrando-se bem drenado, além de apresentar baixa retenção de nutrientes e pouca fertilidade natural. Topograficamente, constitui-se de terrenos planos e baixos (EMBRAPA, 1999).



**Figura 1.** Cinco pontos georeferenciados das proximidades do reservatório Umari localizada na Bacia do rio Apodi-Mossoró, no município de Upanema-RN.

A barragem tem as seguintes características: bacia hidráulica 2.922,67 ha, volume de acumulação 292.813.650,00 m<sup>3</sup>, extensão do lago 16,00 km e altura máxima (inclusive fundação) 42,00 m, sendo a terceira maior barragem do Rio Grande do Norte (SEMARH, 2010).

Foram utilizadas imagens captadas pelo sensor CBERS (Chinese Brazilian Environment Remote Sensing), obtidas junto ao INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e imagens LANDSAT de órbita 2,64 com 62 pontos, referente ao período de 2005 e 2006, atinente ao período chuvoso e seco, respectivamente. As imagens foram georeferenciadas pelo software SPRING e datados de reflectância dos pontos amostrados.

O método para quantificação das macrófitas aquáticas iniciou-se com a aquisição de imagens de satélite LANDSAT 5. As bandas são do infravermelho próximo, vermelho e verde, dentro do espectro eletromagnético, bandas estas responsáveis pela elaboração da imagem colorida RGB (Red, Green e Blue). Foram utilizados os softwares Spring 5.2 e Terraview 4.2.1 como aplicativo de dados geográficos para fazer a importação das imagens com recurso de consulta e análise de dados, possibilitando definir um retângulo envolvente da área a ser abrangida. O uso do Spring possibilita a importação das três bandas espectrais e a partir disso foi analisado através da técnica do contraste de imagens. Na técnica do contraste apenas

os alvos já presentes nas imagens torna-se mais facilmente diferenciável pelo olho humano.

Após o tratamento das imagens, foi atribuída a composição colorida RGB, sendo que a banda quatro recebeu a cor vermelha (mais apropriada para análise de solo), a banda três recebeu a cor verde (mais apropriada para análise de cobertura vegetal) e a banda dois recebeu a cor azul (mais apropriada para a existência de água), o procedimento de classificação supervisionadas das imagens foi trabalhado de modo que a partir da análise da imagem de estudo os indicadores ambientais já podem ser identificados no espelho d'água através do método da composição colorida.

Posteriormente, foi excluída a área do entorno do reservatório para possibilitar somente a existência do corpo d'água e a presença ou não de plantas aquáticas, de modo que não houvesse confundimento com outras classes de cobertura do solo, como plantações.

Cada imagem passou pelo procedimento de mapeamento de classes que gerou mapas temáticos mostrando a distribuição espacial das áreas de ocupadas por plantas aquáticas, em dois anos consecutivos e em seguida foi processada a edição matricial das imagens.

A análise estatística utilizada das áreas do presente trabalho foi a estatística descritiva ou estatística básica empregando o processamento de dados tipo software Excel 2010 como médias, medianas e valores percentuais analisados ou copiados do banco de dados.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com a (Tabela 1), durante o período de estudo no reservatório Umari foi observado algumas

alterações fitofisionômicas marcantes relacionadas aos períodos chuvoso e seco relacionados aos anos 2005 e 2006, incrementando ou não sua cobertura vegetal nas margens do açude *in situ*.

**Tabela 1.** Quantificação e distribuição ocupacional de classes referente à produção de macrófitas no período chuvoso e secos nos anos 2005 e 2006, respectivamente no açude Umari, município de Upanema-RN.

Data	Espécie vegetal	Área (ha)	Classe	Área (ha)	IPM	Período
04-07-2005	Macrófitas (ha)	142,829	Água (Total)	1.751,00	12,26	Seco
24-10-2005	Macrófitas (ha)	368,151	Água (Total)	2.090,00	5,67	Chuvoso
20-05-2006	Macrófitas (ha)	273,64	Água (Total)	1732,61	6,33	Chuvoso
04-08-2006	Macrófitas (ha)	509,88	Água (Total)	1732,62	3,39	Seco

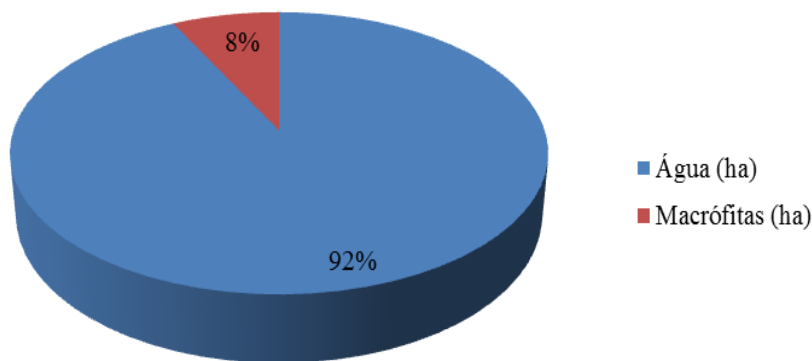
IPM=Índice de produção de macrófitas.

No período chuvoso do ano de 2005 foi quantificada uma área ocupada por macrófitas de 142,83 ha e uma área coberta por água de 1752 ha. O que corresponde a um percentual de 8% de macrófitas aquáticas e 92% de água, respectivamente. O Índice de Produção de Macrófitas (IPM) que corresponde à relação entre a área total ocupada por água e a área compreendida por macrófitas neste período foi de 12,3 ha, ou seja, em cada 12,3 ha de água encontra-se ocupado por 01 ha de macrófitas (Tabela 1). Mediante fato, esse índice serve de alicerce para que vários autores possam analisar os processos de avaliação

na quantificação de macrófitas em corpos hídricos, na qualidade da água, no gerenciamento de recursos hídricos e do processo de eutrofização.

Os dados compilados de Pedralli (2003) afirma que as macrófitas aquáticas estudadas através desse índice podem ser utilizadas como excelentes bioindicadoras da qualidade dos corpos hídricos, com custos bastante reduzidos, desde que conhecidas *a priori*, as condições que limitam sua ocorrência e crescimento, fato este comprovado para três reservatórios de Minas Gerais.

**Período Chuvoso - 2005**



**Figura 1.** Percentual de ocupação por água e macrófitas aquáticas da Barragem de Umari no Rio Grande do Norte em 24 de julho de 2005.

Esses resultados estão compatíveis com Santos e Esteves (2002), ao mostrarem que o nível da água desempenha um papel importante na determinação da altura da planta e, portanto, da biomassa de várias macrófitas, como por exemplo, *Eleocharis interstincta*.

É perceptível no ano de 2005 a infestação das macrófitas próximas às margens do reservatório fato este

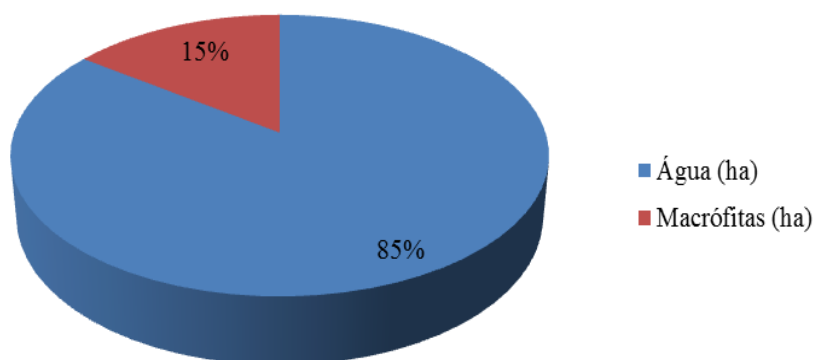
observado também por Macedo e Galo (2011) ao relatarem que nessas regiões podem apresentar velocidade de corrente reduzida e pouco profundidade, e/ou concentrações elevadas de nitrogênio e fósforo, e/ou sedimentos, ficando evidenciado que muito que ocorre no ambiente aquático é influenciado pelos efeitos que ocorrem no seu entorno.

No período seco do mesmo ano observou uma área ocupada por macrófitas de 368,15 ha e uma área ocupada por água de 2090 há (Figura 2). O equivalente em termos de distribuição percentual de 15% de área tomada por macrófitas e 85% de área ocupada por água. Observa-se que o IPM nesse período foi superior ao período chuvoso, onde em cada 5,70 ha de área ocupada por água

corresponde a 01 ha ocupada por macrófitas aquáticas (Tabela 1).

No período seco, assim como no período chuvoso, a concentração de nutrientes bem como o teor de matéria orgânica presente na água é fator primordial para alguns alterações fitofisionômicas marcantes na reprodução de várias macrófitas, incrementando assim uma comunidade diversificar várias espécies.

### Período Seco - 2005



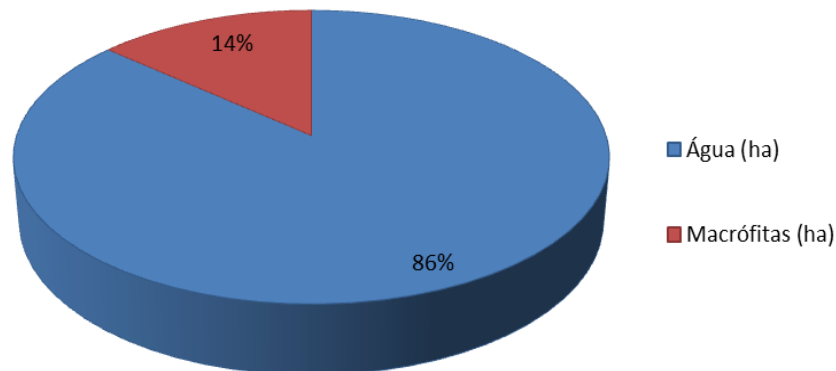
**Figura 2.** Percentagem de água ocupada e de macrófitas aquáticas da Barragem de Umari no Rio Grande do Norte em 08 de Outubro de 2005.

Este aumento é natural que ocorra no período seco devido a uma maior disponibilidade de nutrientes. Segundo Lolis e Thomaz (2011) ao avaliarem a distribuição temporal de macrofitas no reservatório Luiz Eduardo Magalhães verificaram uma maior riqueza de espécies nos meses de março e novembro, que correspondem ao final e início do período chuvoso, respectivamente.

Esses resultados estão compatíveis com Bornette et al. (1998) ao considerarem que a redução do nível da água é responsável pela baixa diversidade das plantas, pois ela reduz a conectividade entre os ambientes, aumentando a competição e impedindo o aporte de propágulos que são principalmente dispersos pela água.

As análises realizadas em épocas distintas mostraram que as áreas propensas ao surgimento de macrófitas aquáticas, apresentaram valores seguindo um padrão quantitativo para o período seco e outro para o período chuvoso. No período chuvoso as áreas propensas a reprodução de plantas aquáticas apresentaram cerca de 273,64 há em ocupação de área, o que representa valor na ordem de 14% da área total do espelho do reservatório. Apesar da elevada precipitação no período chuvoso no ano de 2006, o volume do espelho d'água do açude Umari foi aumentando proporcionalmente até 1732,61 ha, perfazendo um valor de 86% do volume total, provocado com isso uma menor concentração de nutrientes no corpo hídrico favorecendo assim para uma redução da produção de macrófitas.

**Período Chuvoso - 2006**



**Figura 3.** Taxa de ocupação por água e macrófitas aquáticas da Barragem de Umari no Rio Grande do Norte em 05 de Maio de 2006.

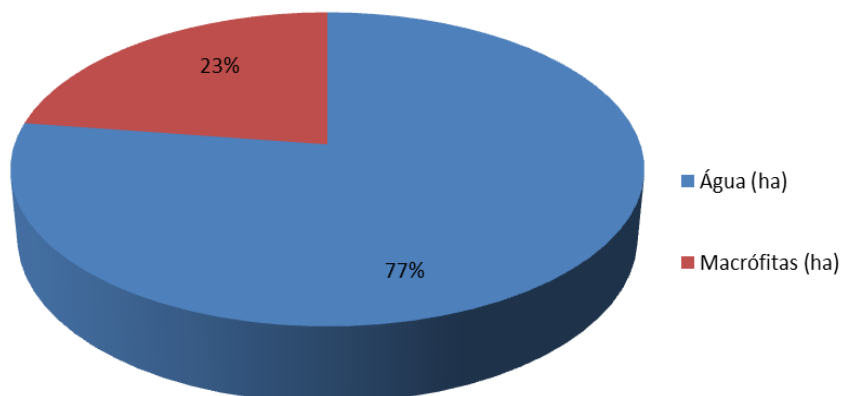
Observa-se a partir desses dados que o índice de produção de macrófitas (IPM) no período período chuvoso foi da ordem de 6,33. Este fato indica que a cada 6,33 ha do espelho d'água ocupado equivale em termos de área a 1 ha ocupada por macrófitas aquáticas (Tabela 1). Esses dados estão conerente segundo Thomaz e Bini (2003) foi observado que os níveis de água constituem-se variável chave, que influencia os processos de colonização e crescimento de plantas aquáticas.

No período seco do corrente ano de 2006, foi encontrada uma área ocupada por macrófitas de 509,84 ha e uma área coberta por água de 1732,61 ha. Desses valores ocupacionais equivalem a 77 e 23% em termos

percentuais de macrófitas aquáticas e de água, respectivamente (Figura 4). Fazendo inferência ao fator produção de macrófitas, esse índice corresponde a 3,39, ou seja, em cada 3,39 ha de água existe 1 ha ocupado por macrófitas.

De maneira geral, os dados estão similares com Bini et al. (2005) ao abordarem o levantamento da diversidade florística e a análise dos padrões de distribuição das espécies de macrófitas das quais oferecem importantes subsídios para o estabelecimento de prioridades de conservação das comunidades vegetais e das espécies em diversos corpos hídricos.

**Período Seco - 2006**



**Figura 4.** Percentual de ocupação por água e macrófitas aquáticas da Barragem de Umari no Rio Grande do Norte em 24 de Agosto de 2006.

Estudos que abordam o levantamento da diversidade florística e a análise dos padrões de distribuição de espécies oferecem importantes subsídios para o estabelecimento de prioridades de conservação das comunidades vegetais e das espécies (BINI et al. 2005; TUNDISI, 2007). Para este trabalho, foi observado que as macrófitas estão se reproduzindo em reservatório de maneira diferenciada em função da distribuição espacial de chuvas, e que foi comprovado que no período seco e chuvoso interfere efetivamente na reprodução de macrófitas aquáticas.

Os reservatórios que apresentaram diversidade elevada durante o período chuvoso, provavelmente deve estar relacionado à maior disponibilidade de água neste período, o que possibilitou maior desenvolvimento das macrófitas. Todavia, foi possível verificar que, mesmo estando sob condições de clima e precipitação pluviométrica diferenciada, estes fatores não foram predominantes na formação da riqueza, e que possivelmente outros fatores estão incidindo. Isso se deve ao fato de que, além da temperatura e disponibilidade de luz outras variáveis também exercem influência no crescimento de macrófitas aquáticas, como luminosidade, nutrientes, pH, alcalinidade, salinidade, velocidade da corrente, variação no nível d'água e interações ecológicas (BARENDREGT e BIO, 2003; HENRY-SILVA e CAMARGO, 2005).

## CONCLUSÕES

O sensoriamento remoto foi uma ferramenta confiável no processo de obtenção dos dados.

A produção de macrófitas nos dois anos estudados foi superior nos períodos de menor precipitação pluviométrica de que nos anos mais chuvosos.

O fator limitante e predominante nas águas do reservatório Umari nos períodos estudados (chuvoso e seco) e em distintas épocas foi a distribuição espacial das chuvas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BABAN, S. M. J. Use of remote sensing and geographical information systems in developing lake management strategies. **Hydrobiologia**. v. 395, n. 3, p. 211-226. 1999.

BARENDREGT, A.; BIO, A. M. F. Relevant variables to predict macrophytes communities in running waters. **Ecol. Model.** v. 160, p. 205-217, 2003.

BINI, L.M.; OLIVEIRA, L.G.; SOUZA, D.C.; CARVALHO, P.; PINTO, M.P. Patterns of the aquatic macrophyte cover in Cachoeira Dourada Reservoir (GO-MG). **Brazilian Journal of Biology**. v. 65, n. 1, p. 19-24, 2005.

DANELON, J. R. B.; LUZ NETTO, F. M.; RODRIGUES, S. C. Análise do nível de fosforo total, nitrogênio

amoniaco e cloretos nas águas do córrego terra branca no município de Uberlândia (MG). **Revista Geonorte**, v.1, n.4, p.412-421, 2012.

DINIZ, C. R.; CEBALLOS, B. S. O.; BARBOSA, J. E. L.; KONIG, A. Uso de macrófitas aquáticas como solução ecológica para melhoria da qualidade de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Suplemento, p.226-230, 2005.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. Brasília: 1999. 412p.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1988. 575 p.

FILGUEIRA, R. F. Manguezais do estuário do rio Mossoró-Apodí: um ecossistema a ser preservado. Mossoró (RN), 1994. 48p (Monografia de Especialização).

FLORENZANO, T. G. Imagens de satélites para estudos ambientais. São Paulo: Oficina de textos, 2002. 97 p.

HENRY, R. Os ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos: conceitos, tipos, processos e importância – estudo de aplicação em marginais ao rio Paranapanema na zona de desembocadura na Represa Jurumirim. In: Henry, R. **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos**. São Carlos: RiMa, 2003, p.1-28.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Avaliação sazonal da biomassa da macrófita aquática Eichhornia azurea em um rio de águas brancas da bacia hidrográfica do rio Itanhaém (litoral sul do Estado de São Paulo, Brasil). **Hoehnea** v. 30, n. 1, p. 71-77, 2003.

IBAMA Apresentação. In: Workshop Sobre Controle de Plantas Aquáticas, 1998, Brasília. **Anais...** Brasília: IBAMA, 1998. p. 2-4.

IRGANG, B. E.; GASTAL Jr, C. V. de S. **Macrófitas Aquáticas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1996. 290 p.

LOLIS, S. F.; THOMAZ, S. M. Monitoramento da composição específica da comunidade de macrofitas aquáticas no reservatório de Luiz Eduardo Magalhães. **Planta Daninha**, v. 29, n. 2, p. 257-258, 2011.

MACEDO, C. R.; GALO, M. L. B. T. Utilização de dados e técnicas de sensoriamento remoto no monitoramento da infestação por plantas aquáticas em reservatório de hidrelétrica. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 7, n. 2, p. 251-268, 2011.

MARQUES, D. M. **Terras úmidas construídas de fluxo subsuperficial**. In: Campos, J.R. (Coord.). Tratamento de

- esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo. Rio de Janeiro: ABES, 1999. p.409-435.
- PEDRALI, G. Macrófitas aquáticas como bioindicadoras da qualidade da água: alternativas para usos múltiplos de reservatórios. In: Thomaz S.M. e Bini, L.M. (eds.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. pp. 171-188. 2003. Maringá: Eduem.
- POMPÊO, M. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas. **Oeol. Bras.**, v.12, n. 3, p. 406-424, 2008.
- SANTOS, A. M., ESTEVES, F. A. Primary production and mortality of *Eleocharis interstincta* in response to water level fluctuations. **Aquat. Bot.** v. 74, 189–199. 2002
- SANTOS, W. O. **Ajuste da evapotranspiração de referência estimada através de 10 métodos em Mossoró-RN à diferentes distribuições densidade de probabilidade**. 2010. 222f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2010.
- ROCHA, C. M. C.; ALVES, A. E.; CARDOSO, A. S.; CUNHA, M. C. C. Macrófitas Aquáticas como Parâmetro no Monitoramento Ambiental da Qualidade da Água. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 4, p. 970-983, 2012.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS – SEMARH. **Manual de instrução para licenciamento ambiental de fontes potencialmente poluidoras**. GOIÂNIA-GO. 2010. 52p.
- SMITH, B. E.; LANGELAND, K. A.; HANLON, C. G. Influence of foliar exposure, adjuvants and rain-free period on the efficacy of glyphosate for torpedograss control. **J. Aquat. Plant. Manag.**, v. 37, p. 13-16, 1999.
- SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 1 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG; 2005. 452p.
- TANAKA, R. H. et al. Ocorrência de plantas aquáticas nos reservatórios da Companhia Energética de São Paulo. **Planta Daninha**, v. 20, p. 99-111, 2002.
- TANAKA, R. H. Prejuízos provocados por plantas aquáticas. In: Workshop Sobre Controle de Plantas Aquáticas, 1998, Brasília. **Anais...** Brasília: IBAMA, 1998. p. 36-38.
- THOMAZ, S. M. Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. **Planta Daninha** (Especial), v. 20, n. 21, p. 21-33, 2002.
- THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. Análise crítica dos estudos sobre macrófitas aquáticas desenvolvidos no Brasil. In: Thomaz, S. M. & Bini, L. M. (eds.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. pp. 19-38, 2003. Maringá: Eduem
- TUNDISI, J. G. **Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicação e perspectivas para usos múltiplos**. In: Henry R. (Ed.). *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. FUNDIBIO. 2007. pp. 19-38.
- VAN NES, E. H. et al. Aquatic macrophytes: restore, eradicate or is there a compromise. **Aquat. Botany**, v. 72, p. 387-403, 2002.
- WALLACE, S. D.; KNIGHT, R. L. **Small-scale constructed wetland treatment systems: Feasibility, design criteria, and O&M requirements - Final Report**. London, United Kingdom IWA Publishing, 2006.