



Periódico da Universidade Vale do Rio Verde

ISSN: 2526-690X

Edição especial | II SBHSF | 2018



Ana Helena Coelho Medeiros

Graduanda em Engenharia Civil
Programa de graduação em Engenharia Civil
da UFPE
medeirosanahelena@gmail.com

Cláudia Ricardo de Oliveira

Doutoranda - Programa de Pós-graduação em
Engenharia Civil da UFPE - Geógrafa
cacaldeoliver@hotmail.com

Érika Alves Tavares Marques

Doutora - Programa de Pós-graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente da UFPE –
Bióloga
erikatmbio@gmail.com

Janaína Maria Oliveira de Assis

Doutora - Programa de Pós-graduação em
Engenharia Civil da UFPE - Geógrafa -
jmoassis@gmail.com

Maria do Carmo Sobral

Professora PhD da Universidade Federal de
Pernambuco - Programa de Graduação e Pós-
graduação em Engenharia Civil -
mariadocarmosobral@gmail.com

ANÁLISE TEMPORAL DO USO DO SOLO NO TRECHO SUBMÉDIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

Resumo: O estudo teve como objetivo avaliar o uso do solo nas proximidades do reservatório de sobradinho, localizado no trecho da bacia hidrográfica do Submédio São Francisco. Para elaboração do trabalho, foram utilizadas imagens de satélite TM-LANDSAT 5 e 8, disponibilizadas pelo *United States Geological Survey* (USGS) para os anos de 1985, 2001 e 2016, anos selecionados por apresentarem anomalias climáticas. O pré-processamento das imagens foi feito através de softwares de geoprocessamento, através da ferramenta Máxima Verossimilhança (MaxVer) do SPRING- 5.4.3. Para classificação do uso do solo foram utilizadas cinco categorias: agricultura, área urbana, água, solo exposto e caatinga. Após a classificação foi verificado que no ano 2001, teve uma diminuição de 6,94% de espelho de água do reservatório em relação ao ano de 1985, esse resultado foi justificado pelas anomalias climáticas observadas nesses períodos, uma vez que o primeiro ano foi diagnosticado como sendo seco e o segundo como extremamente úmido. As demais classes: solo exposto, área urbana e agricultura tiveram um aumento de 15,96%, 5,30% e 2,23% respectivamente em 2016. Foi observado ainda, que no entorno no reservatório de Sobradinho, predominam grandes perímetros irrigados com atividade de cultivos de ciclo longo e que as principais técnicas de irrigação empregadas são: gotejamento, aspersão e microaspersão.

Palavras-chave: Reservatório de água. Uso de solo. Agricultura.

TEMPORAL ANALYSIS OF SOIL USE IN THE SUBMEDIATE STRETCH IN THE BASIN SUBMIDDLE SÃO FRANCISCO RIVER

Abstract: The objective of this study was to evaluate the soil use in the vicinity of the Sobradinho reservoir, located in the stretch of the basin. For work elaboration, TM-LANDSAT 5 and 8 satellite images, made available by the United States Geological Survey (USGS) for the years 1985, 2001 and 2016, were selected for presenting climatic anomalies. The preprocessing of the images was done through geoprocessing software, through the Maximum Likelihood (MaxVer) tool of SPRING-5.4.3. To classify the land use, five categories were used: agriculture, urban area, water, exposed soil and caatinga. After the classification was verified that in 2001, had a decrease of 58.60% of water mirror of the reservoir in relation to the year 1985, this result was justified by the climatic anomalies observed in these periods, once the first year was diagnosed as being dry and the second as extremely humid. The exposed soil had an increase of 82.03% and the agriculture basically tripled its area in 2016. It was also observed that in the environment in

the Sobradinho reservoir, large irrigated perimeters with long cycle crops predominate and that the main irrigation techniques applied are: drip, sprinkler and micro sprinkler.

Keywords: Water tank. Use of soil. Agriculture.

INTRODUÇÃO

O estudo da gestão dos recursos hídricos, em particular para os reservatórios de acumulação, tem sido alvo de muitas pesquisas nos últimos anos, a nível nacional e internacional, verificando-se a necessidade de se tratar a questão incorporando a multiplicidade dos fatores envolvidos. O uso descontrolado da água e ocupação inadequada do entorno dos reservatórios com atividades econômicas e assentamentos irregulares vêm causando poluição e degradação do meio ambiente. Assim, torna-se necessário o aprimoramento da gestão dessas atividades econômicas em busca de um desenvolvimento sustentável.

As mudanças climáticas resultantes do aquecimento global podem trazer impactos significativos para as regiões áridas e semiáridas do planeta, e como consequência desse aquecimento global, em muitas bacias hidrográficas ocorrerá uma redução da água disponível e um aumento dos conflitos pelo uso da água e dos riscos de degradação dos ecossistemas aquáticos. Em alguns cenários climáticos

as temperaturas aumentariam de 2 a 5°C no Nordeste, até final do século.

Esse efeito pode ser exacerbado pelas atividades agrícolas nas margens dos reservatórios e corpos d'águas, situação típica em algumas zonas do Nordeste do Brasil, onde o armazenamento de água é feito por um grande número de reservatórios. Os impactos ambientais dessa atividade alteram o funcionamento natural do sistema e são fatores determinantes no processo de deterioração da qualidade e da disponibilidade da água, tornando-se fonte de conflitos relativos ao uso da água. Esses impactos e conflitos podem ser minimizados pela adoção de ações de manejo integrado, que possibilita a mitigação dos problemas inerentes à degradação da água e o atendimento das expectativas dos usuários inseridas no contexto de sustentabilidade.

A técnica para a avaliação estratégica do uso sustentável da terra e de adaptação ao clima do Brasil é uma abordagem única. Primeiras ideias no tema de bacias hidrográficas, em geral, são fornecidas por Koppel e Sobral (2007) e Gunkel e Sobral (2007). Segundo os autores, a irrigação torna-se, também, um

importante fator de pressão sobre a cobertura vegetal e com o desmatamento, além de acarretar erosão, problemas de qualidade e disponibilidade de água, ocasiona o assoreamento de cursos d'água e dos reservatórios.

O uso irregular e as ocupações inadequadas das margens dos reservatórios vêm causando grande preocupação em face dos problemas que podem acarretar ao empreendimento (SOBRAL et al, 2006). Melo (2007) através do estudo da qualidade da água do reservatório ao longo dos anos, verificou que a faixa de 100m da mata ciliar, não está sendo preservada, prejudicando a qualidade da água e causando processos de erosão na margem do reservatório. Concluiu também, que o uso de agroquímicos na agricultura é uma das principais fontes de contaminação da água do rio São Francisco. Em muitos casos, principalmente em regiões semiáridas, não se contempla um eficiente sistema de drenagem superficial e/ou subterrânea.

Segundo Sobral et al. (2006) a prática de irrigação inadequada, principalmente do manejo impróprio com excessos de irrigação elevando o lençol freático em alguns lotes, tem ocasionado alguns efeitos da umidade elevada no solo e salinização do mesmo. Assim sendo, a nova perspectiva da sustentabilidade no

âmbito do espaço rural requer uma nova forma de gestão de uso da terra, no desenvolvimento de metodologias e instrumentos tecnológicos apropriados a cada especificidade, estando o incremento da agricultura sem, contudo, comprometer a disponibilidade nem a qualidade do recurso. Os projetos ou programas de desenvolvimento rural, principalmente os de irrigação, devem ser planejados e executados a partir da realidade sócio-política e cultural dos agricultores locais. Uma vez que a agricultura familiar no semiárido pernambucano deve ser vista de forma sistêmica e apresenta forte dependência no surgimento de pactos territoriais cujas bases são a criação ou o fortalecimento de mecanismos participativos de gestão ambiental e o devido manejo hidro-agrícola adequado às especificidades da região.

Atualmente, um dos maiores desafios enfrentados pelo debate sobre o desenvolvimento sustentável é a elaboração de metodologias aplicadas que permitam avaliar a sustentabilidade de diferentes projetos, tecnologias ou agroecossistemas. Os problemas ambientais nessas áreas ocorrem na medida em que novas técnicas de agricultura, apoiadas no emprego de agrotóxicos e fertilizantes químicos e da mecanização, vêm sendo empregadas

desordenadamente. O uso inadequado da irrigação e seus impactos sobre o meio ambiente semiárido podem ser reflexos da conversão de uma situação de escassez hídrica para uma ampla oferta de água para a qual os agricultores e formuladores dos projetos estejam despreparados (CARVALHO, 2009).

Desse modo, e diante das perspectivas das mudanças climáticas, o semiárido nordestino se coloca como área estratégica para gestão sustentável da água e do solo dentro de uma abordagem de gestão integrada de bacia hidrográfica, pois são regiões que apresentam problemas de escassez hídrica e deterioração da qualidade de água, que são acentuados durante os períodos climáticos extremos, sendo necessário o estabelecimento dessas estratégias de forma a garantir a manutenção da qualidade da água para o abastecimento público e outros usos. Neste contexto, é relevante estudar os impactos da atividade de agricultura irrigada para proposição de estratégias de uso sustentável da água e do solo em função dos cenários de mudanças climáticas para o semiárido nordestino.

MATERIAL E MÉTODOS

Métodos e dados, Descrição de caso de estudo, etc.

Para analisar o uso e ocupação do solo foram utilizadas imagens de satélite TM-LANDSAT-5 referentes aos meses de setembro de 1985 e novembro 2001 e imagens TM-LANDSAT-8 para agosto de 2016. Todos esses períodos caracterizam a estação seca. Essas imagens foram obtidas junto ao United States Geological Survey (USGS) através do endereço eletrônico <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

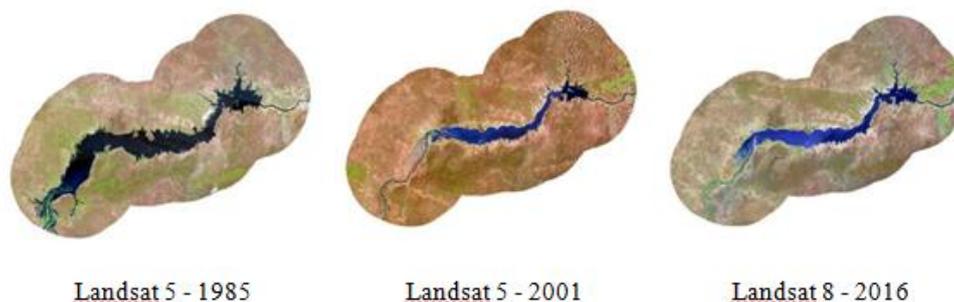
Por se tratar de uma grande área, composta por quatro cenas distintas, foi necessário juntá-las utilizando a ferramenta mosaico do Software Erdas 9.2. Após a composição das cenas, foi determinado um raio 40 de km no entorno do reservatório de Sobradinho. A delimitação do raio foi feita por meio da ferramenta (ArcToolbox - Analys Tools-Buffer) do Software ArcMap 10.4.1, bem como o melhoramento das bandas (Figura 1).

A classificação do uso e ocupação do solo foi feita utilizando o Método da Máxima Verossimilhança no Spring- 5.4.3, que é um software brasileiro de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Neste método, a distribuição espectral das classes de uso do solo é considerada quando os objetos pertencentes à mesma classe apresentarem resposta espectral

próxima à média de valores para aquela classe. O método considera a ponderação das distâncias médias, onde são utilizados

parâmetros estatísticos de distribuição dos pixels dentro de uma determinada classe (Crósta, 1993).

Figura 1 - Delimitação do entorno do Reservatório de Sobradinho



Para utilização desse método foi necessário à coleta de um número relevante de amostras, que são agrupamentos de pixels pertencentes a uma determinada classe. Para tanto, foram criadas cinco classes diferentes de uso do solo: agricultura, área urbana, caatinga, água e solo exposto. O limiar de aceitação do método foi de 95%.

Para avaliar o desempenho do método de classificação em questão (Máxima Verossimilhança), foi utilizado o índice de Kappa (K) como uma medida da acurácia da classificação em relação à verdade terrestre. Esse índice considera a proporção de amostras corretamente classificadas correspondentes à razão entre a soma da diagonal principal da matriz de erros (amostras corretamente classificadas) e a soma de todos os

elementos dessa matriz (número total da amostra), tendo como referência o número total de classes (Rosenfield e Fitzpatrick-Lins, 1986).

Segundo Bernardes (2006), o uso deste índice pode ser considerado satisfatório na avaliação da acurácia de uma classificação temática, por levar em consideração toda a matriz de confusão no seu cálculo, inclusive os elementos de fora da diagonal principal, os quais representam as discordâncias na classificação.

Tabela 1 – Intervalo de aceitação dos resultados do Índice Kappa

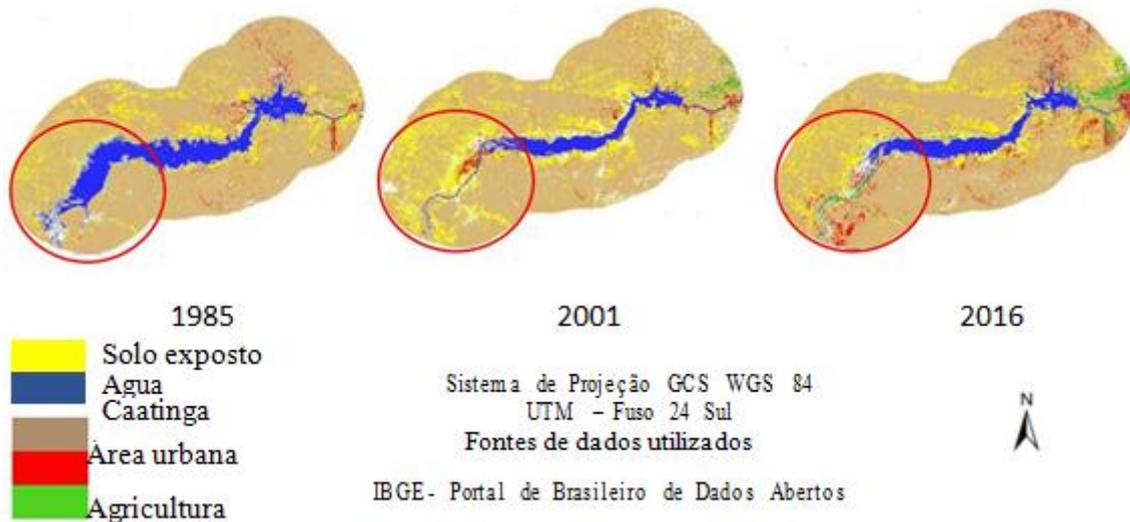
Índice Kappa (K)	Características
0,4	Pobre
0,8	Razoável
0,8	Excelente

RESULTADOS

Os resultados obtidos consistiram na geração de mapas temáticos de uso do solo utilizando o algoritmo de classificação supervisionada pelo método

MaxVer, cujo limiar de aceitação foi de 95% (Figura 2).

Figura 2: Classificação do uso do solo no entorno do reservatório de Sobradinho



Fonte: Do autor (2018).

Em relação ao ano de 1985, observa-se um volume de água considerável do reservatório de Sobradinho, principalmente quando comparado ao ano 2001 onde foi constatado o menor valor dentre os períodos estudados. Esse resultado pode ser justificado pelas condições climáticas do período, pois em um estudo realizado por Assis (2016), sobre a variabilidade do clima na área de estudo entre os períodos de (1964-2014), aplicando o índice de anomalia de chuva (IAC) a autora classificou o ano de 1985, como sendo

extremamente úmido, e o ano de 2001 como sendo um ano seco. Esse resultado pode ter influenciado no nível de água disponível na bacia. Os dados quantitativos podem ser visualizados na tabela 2.

Quanto ao volume de água de Sobradinho, a ONS (2017) ressalta que boa parte da água é produzida no alto trecho da bacia do rio São Francisco, dependendo principalmente da vazão defluente da barragem de Três Marias localizado no trecho mencionado. Apesar do volume de Sobradinho depender a

disponibilidade hídrica no alto trecho da bacia, a ausência de chuva no Submédio da bacia também pode trazer graves

consequências, pois as altas temperaturas intensificam a perda de água por evaporação.

Tabela 2 - Distribuição das áreas por (ha) conforme as classes de uso do solo

Uso do solo	Área (ha)		
	1985	2001	2016
Solo exposto	226.382	489.849	412.085
Água	305.803	126.591	158.516
Caatinga	1.918.585	1.800.484	1.710.389
Área urbana	59.760	79.179	196.531
Agricultura	19.866	33.899	57.655
Não classificado	51.301	51.695	46.521
Soma	2.581.697	2.581.697	2.581.697

Em números percentuais, o espelho d'água apresentou uma redução de 58,60% entre os anos de 1985 e 2001. Outra classe que se destacou entre as demais foi a de solo exposto, que teve um aumento de 82,03% entre 1985 e 2016. A agricultura praticamente triplicou no período considerado.

A exposição do solo pode ser justificada pela má utilização das áreas. O aumento das terras agricultáveis após a construção da barragem permitiu a instalação de grandes perímetros irrigados. Muitos métodos de irrigação, quando não utilizados de forma correta, trazem consequências ao solo e o manejo inadequado pode torna-lo improdutivo. Entretanto, cabe salientar que a semelhança espectral entre os pixels de caatinga e solo exposto pode ocasionar confusão entre eles.

De acordo com o Plano territorial de desenvolvimento rural sustentável (PTDRS/2008), os perímetros irrigados, alentados pela CODEVASF, surgiram após a construção da Barragem de Sobradinho. Grande quantidade de recursos públicos foi investida no Polo Irrigado de Juazeiro e Petrolina, sendo denominado de “Califórnia brasileira”. Estes investimentos atraíram o capital privado e aumentaram a produção de riquezas. Ainda segundo o plano, atualmente os perímetros irrigados de Mandacaru, Tourão, Curaçá, Maniçoba e Salitre (ainda em construção) configuram áreas diferenciadas, especialmente pela presença de grandes empresas que cultivam uva, manga e cana de açúcar, esta última praticada por uma única grande empresa, a Agrovale, que ocupa 17.000 hectares no projeto Tourão. A tabela 2

apresenta as principais propriedades agrícolas encontradas no entorno do reservatório de Sobradinho.

Tabela 2 - Localização das propriedades agrícolas na área de estudo.

Propriedade	Cultura	Localização		
		Município	Latitude	Longitude
Vinícola Ouro Verde	Uva	Casa Nova-BA	9°16'24.9"S	40°52'18.2"W
Grand Valle Agrícola	Manga, Uva	Casa Nova-BA	9°17'15.8"S	40°52'38.1"W
Gold Fruit	Manga, Melão, Uva	Casa Nova-BA	9°18'26.3"S	40°51'25.8"W
Agrobrás Agrícola	Manga, Uva	Casa Nova-BA	9°19'18.7"S	40°48'25.5"W
UPA- Agrícola	Manga	Casa Nova-BA	9°22'18.9"S	40°46'30.2"W
Labrunier I	Uva	Casa Nova-BA	9°20'55.5"S	40°50'46.0"W
Santa Felicidade	Manga, Uva	Casa Nova-BA	9°20'40.0"S	40°48'60.0"W
Barreiro de Santa Fé	Manga	Petrolina-PE	9°22'13.2"S	40°34'20.3"W
Timbaúba Agrícola	Coco, Uva	Petrolina-PE	9°14'11.3"S	40°29'06.4"W
Agrivale	Manga, Uva	Petrolina-PE	9°10'49.5"S	40°31'22.2"W
AM Export	Manga	Petrolina-PE	9°20'38.2"S	40°32'56.3"W
Cappellaro Fruits	Uva	Petrolina-PE	9°17'31.0"S	40°27'03.2"W
Ara Agrícola	Uva	Petrolina-PE	9°15'54.5"S	40°36'21.2"W
Pepsico Amacoco	Coco	Petrolina-PE	9°21'21.3"S	40°32'54.4"W

O desenvolvimento dessas atividades contou com o inestimável aporte da CODEVASF que ainda hoje se encarrega da manutenção dos perímetros, controle e cobrança dos serviços de fornecimento de água e dos investimentos já realizados.

Foram identificados vários sistemas de irrigação utilizados na região para atender principalmente as culturas de coco, manga e uva (culturas perenes). Também foram identificadas culturas de ciclo curto, sendo o melão a de maior predominância, utilizando-se do sistema de inundação, método considerado

insustentável, devido ao grande desperdício de água.

Figura 3 - Sistemas de irrigação utilizados na cultura de uva



a) gotejamento

b) aspersão

c) microaspersão

As técnicas de gotejamento, aspersão e micro-aspersão são consideradas por Rosegrant et al. (2002), sistemas mais avançados que permitem a melhoria e eficiência do uso de água na agricultura irrigada.

Segundo estudos feitos pela EMBRAPA (2011), o uso dessas técnicas ainda é limitado, o acesso do irrigante à tecnologia é ainda restrito, tanto pela falta de informação quanto pelo custo dos equipamentos e instrumentos destinados ao manejo. Em muitas regiões onde se pratica agricultura irrigada, o baixo nível de instrução dos irrigantes dificulta a implantação de estratégias mínimas de manejo.

CONCLUSÕES

A classificação de imagens Landsat 5 e 8 utilizando o algoritmo MaxVer possibilitou o mapeamento das classes de uso do solo na área de estudo. Neste sentido, foi possível identificar a diminuição do espelho d'água do reservatório de Sobradinho para os extremos de cheia em 1985 e seca em 2001, além da exposição do solo e crescimento das áreas agrícolas nos últimos 30 anos.

A utilização de imagens de satélites e sua interpretação são de grande importância na elaboração de estudos urbanos, rurais e ambientais, entre outros. Através desses dados, podemos analisar e caracterizar áreas de diferentes épocas, bem como as possíveis alterações e efeitos ambientais de determinadas regiões.

Foi observado nas áreas entorno do reservatório de Sobradinho uma grande

concentração de perímetros irrigados. Esses perímetros vêm adotando sistemas mais eficazes de irrigação como os métodos de irrigação por gotejamento, aspersão e microaspersão. Apesar do avanço dessas técnicas, ainda é preciso

avaliar quantitativamente e qualitativamente a eficiência desses sistemas, a fim de evitar que o uma área com potencial uso agrícola se torne inadequada ao cultivo.

REFERÊNCIAS

ASSIS, J. M O. **Variabilidade do Clima e Cenários Futuros de Mudanças Climáticas no Trecho Submédio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**. Tese de Doutorado apresentada ao Programa da Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 187 p, 2016.

BERNARDES, T. **Caracterização do ambiente agrícola do complexo Serra Negra por meio de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica**. Lavras, 2006. 119 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Lavras. CARVALHO, R. M. C.

MAROUELLI, W. A.; OLIVEIRA, A. S.; COELHO, E. F.; NOGUEIRA, L. C.; SOUSA, V. F. **Manejo da Água de Irrigação**. EMBRAPA, Cap 5. 2011, 232p.

ASSIS, J. M. O.; MELO, G L de; SOBRAL, M. C.; CABRAL, J. J. S. P. Riscos ambientais da agricultura familiar irrigada: avaliação dos projetos de irrigação no semi-árido pernambucano. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XVIII, 2009. **Anais...** Campo Grande. XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2009.

CHESF. **Plano ambiental de conservação e uso do entorno do reservatório artificial da usina hidrelétrica de Sobradinho (BA) Pacuera**. Sexto Relatório Técnico. Recife: CHESF, 2010.

CHESF. Programa de monitoramento do Rio São Francisco durante período de vazão reduzida e operação com descarregador de fundo. **Net**. [S.D.]. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/saladesituacao/ReducaoTemporaria/RelatoriosCHESF/2016/RelatorioChesfQualidadeJan_2016.pdf>. Acesso em: 30 de outubro de 2016.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. **Net**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/>. Acesso em: 11.06.2017.

MELO, G. L. **Estudo da qualidade da água no reservatório de Itaparica localizado na Bacia do Rio São Francisco**. Dissertação de Mestrado. Recife: UFPE, 2007. 99p.

MENEZES, L. C. P. CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, II. **Anais...** Londrina-PR; 06 a 09 de novembro de 2011. ISSH 2179-8400.

ROSEGRANT, M. W.; CAI, X.; CLINE, S. A. **Global Water Outlook to 2025: averting an impending crisis.** Washington, DC: International Food Policy Research Institute: International Water Management Institute, 2002. 28 p.

ROSENFELD, G. H. & FITZPATRICK-LINS, K. A. Coefficient of agreement as a measure of thematic classification accuracy. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.52, n. 2, pg.223-227, 1986.

SOBRAL, M. C.; CARVALHO, R. M. C. M.; FIGUEIREDO, R. C. Management of environmental risks from multipurpose use of reservoirs in semiarid areas of São Francisco River. In: GUNKEL, G. & SOBRAL, M.C. (Org.). **Reservoirs and River Basins Management: Exchange of Experience from Brazil, Portugal and Germany.** Berlin: TUB Verlag, 2007.

SOBRAL, M C.M., CARVALHO, R. M. C. M. O Gerenciamento de riscos ambientais em reservatórios de múltiplos usos localizados na região semi-árida In: REUNIÃO ANUAL DA REDE LUSO-BRASILEIRA DE ESTUDOS AMBIENTAIS, X, 2006. Seminário Internacional Sobre Gestão de Reservatórios e Bacias Hidrográficas: Intercâmbio de Experiências de Portugal, Alemanha e Brasil. **Anais...** Recife, 2006.

SOBRAL, M C.M, CARVALHO, R. M. C. M. O, SILVA, M M da, MELO, G. L. Uso e ocupação do solo no entorno de reservatórios no semi-árido brasileiro como fator determinante da qualidade da água In: XXX Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2006, Punta del Leste. **Libro de Resúmenes.** Montevideo - Uruguai: AIDIS Uruguai, 2006. p.110 – 110