



XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS IRRIGADAS NO TRECHO DO SUB-MÉDIO DO RIO SÃO FRANCISCO

Gerald Norbert Souza da Silva¹, Márcia Maria Guedes Alcoforado de Moraes¹ & Ana Cristina Souza da Silva²

RESUMO – A região do Sub-Médio do São Francisco apresenta uma diversidade de usos/usuários (consuntivos e não-consuntivos), que configura por si só, uma série de conflitos relacionados com o uso de água. Ademais, relativamente às demais regiões fisiográficas, contribuem com uma oferta hídrica de aproximadamente 4%, enquanto que a sua demanda é de 33% da demanda total. A demanda de água para irrigação está crescendo, constantemente, em função das áreas exploradas para agricultura. Os principais usuários consuntivos são os perímetros da CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba) e também usuários nas proximidades do rio São Francisco. O Sensoriamento Remoto é o conjunto de processos utilizados para a obtenção de informações sobre a superfície da terra ou outros objetos, que não estão diretamente acessíveis através da medição em campo. Com este estudo, objetiva-se classificar o uso de solo e delimitar as áreas irrigadas ao longo do rio São Francisco, na bacia hidrográfica conhecida como Sub-Médio São Francisco, utilizando sensoriamento remoto. Os resultados mostram que as áreas irrigadas são muito maiores do que declarado no CNARH, podendo isso provocar crises de água na região. A metodologia utilizada pode ser útil para a fiscalização do uso da água.

ABSTRACT– The region of the Lower-Middle Basin of San Francisco has a variety of uses / users (consumptive and non-consumptive), which shows a number of water use related conflicts. Moreover, compared with other basins regions, the water contribution of this region is only 4%, while its demand is 33% of total watershed demand. The demand for irrigation water is constantly growing in terms of exploited areas for agriculture. The main consumptive users are those of the CODEVASF (Development Company of the São Francisco Valley and Parnaíba) and also users in the proximities of the São Francisco River. Remote Sensing is a set of processes used to obtain information about the surface of the ground or other objects, which are not directly accessible by field measurement. This study aims to classify the soil use and delineate the irrigated areas along the

1) Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). geraldsouzadasilva@gmail.com, marcia.alcoforado.ma@gmail.com

2) Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). cristina24@yahoo.com.br

São Francisco river basin known as the Lower-Middle São Francisco watershed using remote sensing. The results show that most of the perimeters irrigate more areas than declared; this may result in water crisis in the region. The methodology can be useful for monitoring water use and users.

Palavras-Chave – Sensoriamento remoto; Classificação de uso de solo; Irrigação.

INTRODUÇÃO

“A bacia do rio São Francisco tem como uma de suas principais marcas a presença de diversas formas de uso dos seus recursos hídricos, o que representa um grande desafio e exige uma análise do conjunto para que se possa planejar adequadamente sua gestão” (CBHSF, 2004). Dentre um de seus principais usos está a irrigação. A fiscalização do uso da água é uma forma de manter o direito do uso da água pelos outorgados. Entretanto, a dimensão geográfica das bacias hidrográficas brasileiras, como a do São Francisco, demanda ferramentas eficientes para o controle do uso da água. O sensoriamento remoto é uma ferramenta que pode ser usada para tanto.

O Sensoriamento Remoto é o conjunto de processos utilizados para a obtenção de informações sobre a superfície da terra ou outros objetos, que não estão diretamente acessíveis através da medição em campo. Segundo Meneses (2012), sensoriamento remoto é uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres. Atualmente, a resolução espectral das imagens obtidas pelos sensores excede centenas de bandas, e a resolução espacial já é menor do que 1 metro, permitindo, assim, a aplicação nas áreas de levantamentos de recursos naturais e mapeamentos temáticos, monitoramento ambiental, desmatamentos florestais, previsões de safras, cadastramentos multifinalitários, cartografia de precisão, defesa e vigilância, entre outras (MENESES, 2012).

Os satélites Landsat (Earth Resources Technology Satellit) são bastante utilizados na obtenção de imagens para o sensoriamento remoto. Essas imagens são de acesso livre. O primeiro Landsat foi lançado em 1972. O satélite lançado mais recentemente é o Landsat 8 (USGS, 2013), que permite o mapeamento do uso de solo.

Este artigo tem como objetivo delimitar as áreas irrigadas na região do Sub-Médio do rio São Francisco, para o subsidio de estimar a retirada de água para a irrigação.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é localizada em uma sub-bacia do Rio São Francisco, o Sub-Médio do São Francisco. A bacia começa a partir da barragem de Sobradinho e tem o fim na barragem de Xingó.

Ela está localizada na região semiárida, uma das regiões mais secas do Brasil, onde as chuvas estão concentradas em quatro meses do ano e apresentam uma alta variabilidade interanual, além de altas taxas de evaporação (GALVÃO et al., 2001).

A região do Sub-Médio do São Francisco apresenta uma diversidade de usos. Ademais, relativamente às demais regiões fisiográficas, contribuem com uma oferta hídrica de aproximadamente 4%, enquanto que a sua demanda só perde para o Médio, e é de 33%. A demanda de água para irrigação está crescendo, constantemente, em função das áreas exploradas para agricultura. Os principais usuários consuntivos são os perímetros da CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba) e também usuários nas proximidades do rio São Francisco.

No plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio São Francisco (CBHSF, 2004), a vazão média diária é de 1.300 m³/s, como vazão mínima ecológica na foz do rio São Francisco. Desde 8 de abril de 2013, está em vigor uma vazão de 1.100 m³/s a partir do reservatório Sobradinho (ANA, 2013). Essa vazão reduzida foi prorrogada até Julho de 2014 (ANA, 2014). Para os usos consuntivos a alocação é de 360 m³/s para a bacia do São Francisco (CBHSF, 2004).

No contexto econômico da agricultura irrigada do Vale do São Francisco, a agricultura irrigada gera empregos, renda, alimentos e outros elementos-chave de melhoria das condições de vida da população. Por outro lado, aspectos negativos também podem ser verificados, destacando-se a crescente demanda hídrica da agricultura irrigada e os desfavoráveis aspectos climáticos registrados ao longo dos anos. A baixa capacidade de acumulação de água, própria da Região Nordeste, prejudica a fácil utilização desse recurso em seus diversos usos. Como consequência, surge a necessidade de não somente obter, como pôr em uso, tecnologias eficientes de irrigação (XAVIER et al. 2006).

No Sub-médio do São Francisco encontram-se diversos projetos de irrigação entre os quais podem-se citar os seguintes: CHESF (Caraibas, Brígida, Ponta Branca, Apolônio Sales, Icó Mandantes e Rodelas), CODEVASF (Sen. Nilo Coelho, Curaçá, Maniçoba, Tourão, Bebedouro e Mandacarú), além de pequenas cooperativas agropecuárias e outorgas concedidas para uso de irrigação.

A Figura 1 mostra a área de estudo, a Bacia Hidrográfica do Sub-Médio do rio São Francisco.



Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Sub-Médio do São Francisco.

METODOLOGIA

As áreas irrigadas na região do Sub-Médio do rio São Francisco serão delimitadas através da classificação de imagens dessa região, para subsidiar a estimativa da demanda de água para a irrigação nessa região. A seguir, a metodologia é apresentada detalhadamente.

Imagem de satélite

Para este trabalho, foram utilizadas as imagens do satélite Landsat 8 (USGS, 2013). O satélite Landsat 8 foi lançado em 11 de fevereiro de 2013. O satélite permite a aquisição de dados de alta qualidade que atendam requisitos científicos para a observação de uso solo e alterações dos mesmos. As imagens de satélite Landsat 8 fornecem uma cobertura de toda a terra a cada 16 dias. A resolução das imagens é de aproximadamente 30x30m na área de estudo. As imagens utilizadas são datadas do terceiro trimestre de 2013.

Geo-Processamento

No sensoriamento remoto, as bandas espectrais representam as faixas do espectro eletromagnético e permitem discriminar diferentes informações e objetos nas imagens.

Para a finalidade de classificação de uso de solo e a identificação das áreas irrigadas foram utilizadas as bandas 2, 5 e 6. A banda 2 representa a faixa azul 0.45 – 0.51 μm , a banda 5 a faixa

quase infravermelha 0.85 – 0.88 μm e a banda 6 a faixa infravermelha 1.57 – 1.65 μm do espectro eletromagnético captado pelo sensor.

Para uma melhor visualização do uso de solo e da vegetação, as bandas 6, 5 e 2 foram utilizadas em uma composição RGB (Red, Green e Blue são as três cores primárias). Em seguida, o contraste foi ajustado para uma visualização melhor. A Figura 2 mostra a composição em um trecho do Sub-Médio do rio São Francisco.

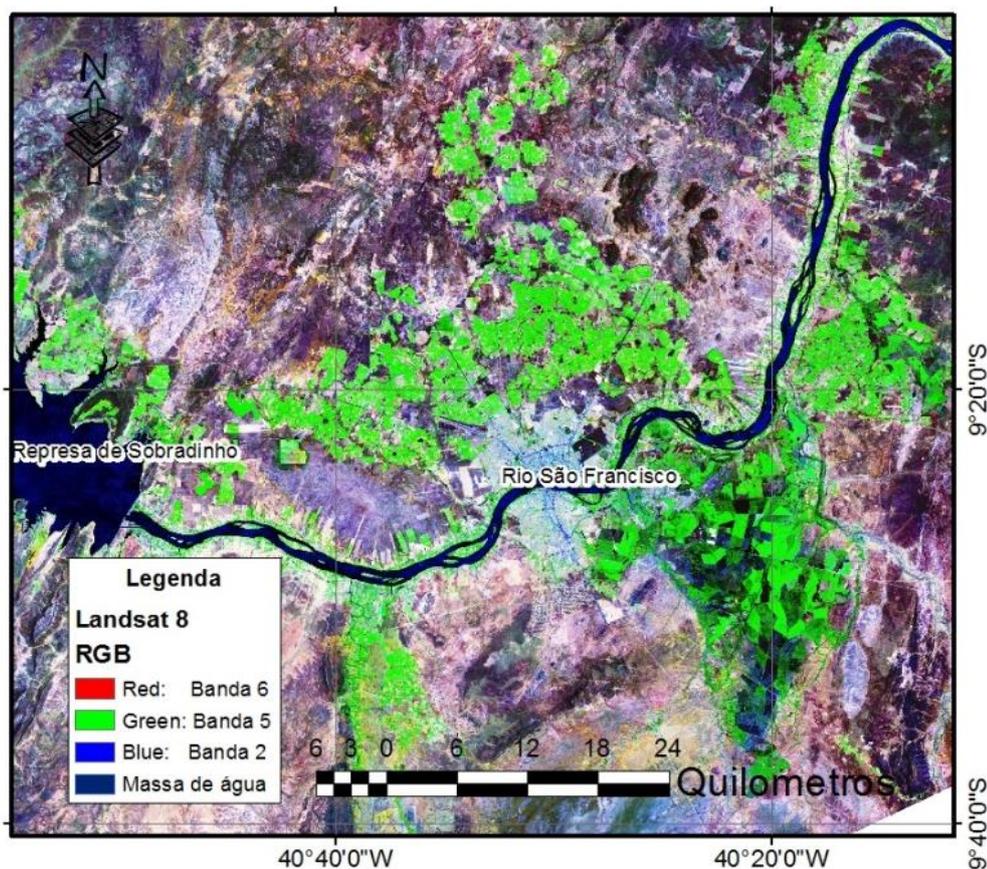


Figura 2 – Composição das imagens de Landsat 8 (bandas 6, 5, 2)

O armazenamento e a manipulação dos dados obtidos através dos sensores podem ser realizados através de ferramentas computacionais de Geoprocessamento, denominadas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) como, por exemplo, os programas SPRING e ArcGIS.

No caso deste trabalho a ferramenta utilizada foi a classificação de imagens. A Classificação de imagens refere-se à tarefa de extrair as classes de informação de uma imagem raster (ESRI, 2006). Dependendo da interação entre o analista e o computador durante a classificação, existem dois tipos de classificação: supervisionadas ou não.

Para este estudo, foi utilizado o programa ArcGIS com a extensão espacial e a classificação supervisionada utilizando a classificação de máxima verossimilhança (maximum likelihood). Foram

fornecidas várias amostras das áreas irrigadas identificadas nos mosaicos e também amostras para identificar os espelhos de água e o solo sem irrigação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A área de estudo está localizada na região semiárida do Nordeste brasileiro e facilita a identificação das áreas irrigadas, apresentando as áreas irrigadas uma vegetação ‘muito viva’ na época seca em comparação a vegetação nativa (Caatinga).

Os principais perímetros (sobretudo da CODVASF (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba)) no Sub-Médio do rio São Francisco são: Nilo Coelho, Salitre (em implementação), Tourão, Mandacaru, Maniçoba (em implementação), Pontal, Bebedouro, Curaça, Caraibas, Brígida, Pedra Branca, Manga de baixo, Rodelas, Apolonio Sales, Barreiras, Iço Mandantes, Gloria, Jusante, SEAGRI e Manoel Dionsio da Cruz.

A Figura 3 mostra o resultado da classificação nos perímetros irrigados Nilo Coelho, Salitre, Tourão, Mandacaru e as irrigações ao longo do rio São Francisco (R01-R03) a jusante do reservatório Sobradinho.

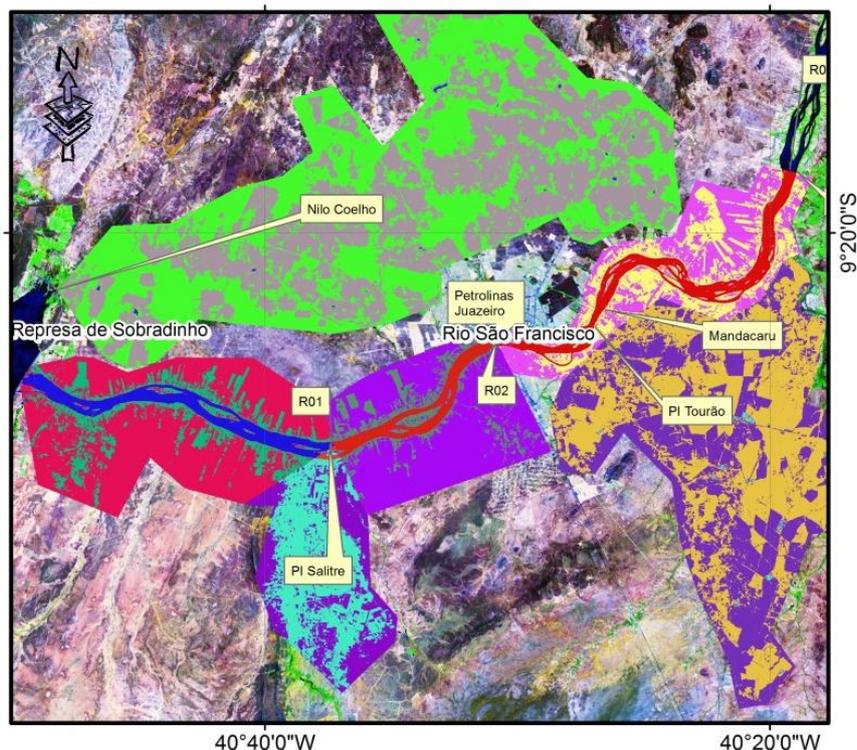


Figura 3 – Classificação da imagem de Landsat 8 em 3 classes: áreas irrigadas, espelhos d’água e outros – a jusante Sobradinho – Trecho R01 – R03

Podem ser observados na Figura 4 os perímetros irrigados Curaça, Maniçoba, Bebedouro além dos trechos R04 – R09 nas proximidades do rio.

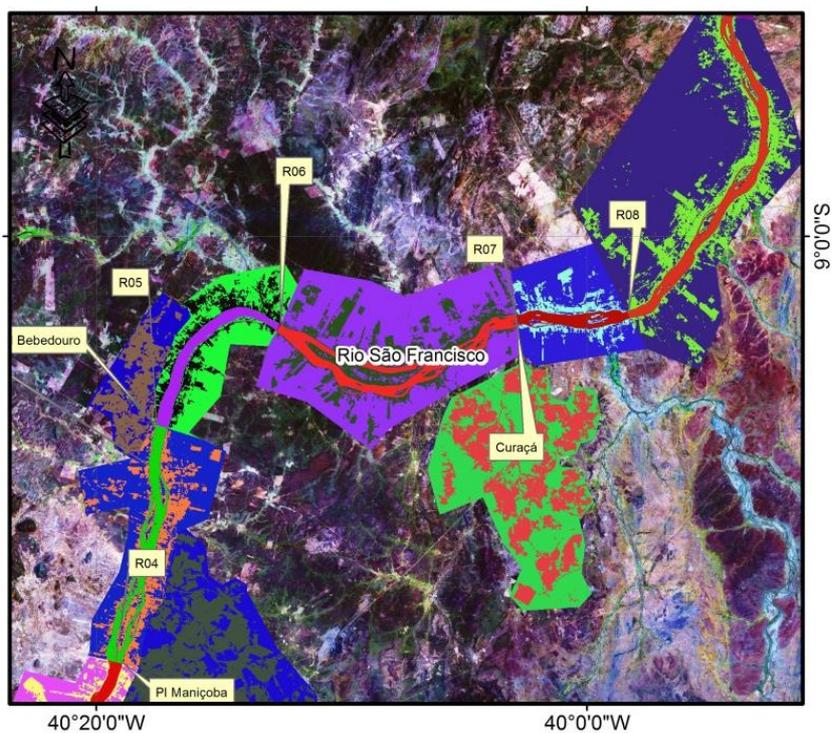


Figura 4 – Classificação da imagem de Landsat 8 em 3 classes: áreas irrigadas, espelhos d’água e outros – Trecho R04-R09

Os principais perímetros irrigados na represa Itaparica, Apolonio Sales, Barreiras, Iço Mandantes, e Gloria, podem ser observados na Figura 5.

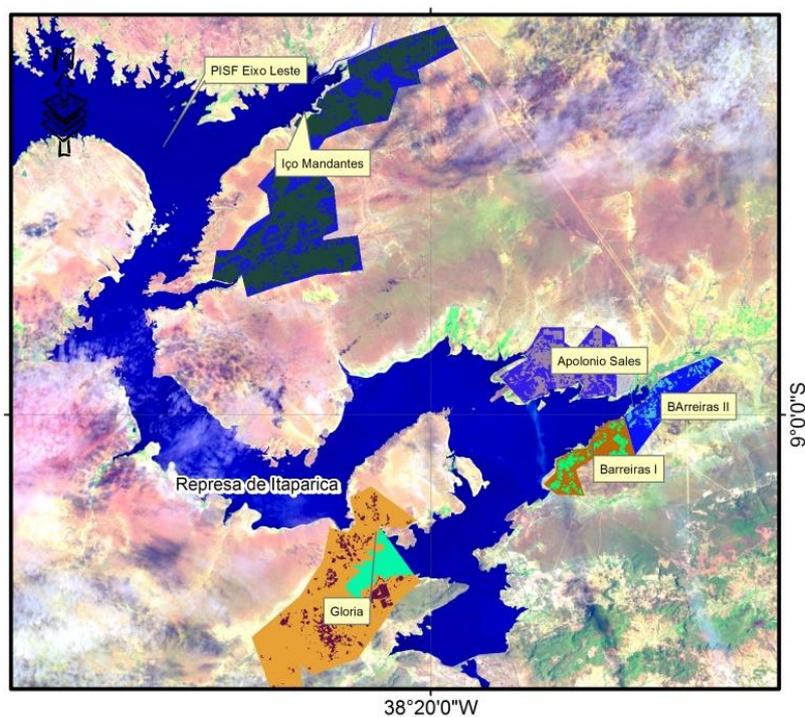


Figura 5 – Classificação da imagem de Landsat 8 em 3 classes: áreas irrigadas, espelhos d’água e outros

As áreas irrigadas dos perímetros irrigados a partir da classificação são apresentadas na Tabela 1. Para comparação, as áreas irrigadas declaradas no requerimento de outorga também são colocadas na mesma tabela.

Tabela 1 - Áreas outorgadas dos perímetros irrigados

Perímetros irrigados	Células	Delim. Área [ha]	Outorgado [ha]	Uso em %
Nilo Coelho	345.574	31.102	22.061	141%
Salitre	26.580	2.392	4.456	54%
Tourão/Manaca	212.406	19.117	13.946	137%
Maniçoba	101.410	9.127	7.249	126%
Bebedouro	24.004	2.160	2.091	103%
Curaçá	69.977	6.298	3.602	175%
Caraíbas	90.567	8.151	5.693	143%
Brígida	26.560	2.390	1.579	151%
Pedra Branca	40.546	3.649	2.371	154%
Manga de baixo	1.456	131	93	141%
Rodelas	23.884	2.150	1.204	179%
Iço Mandantes	55.523	4.997	2.186	229%
Apolônio Sales	13.527	1.217	829	147%
Barreiras I	3.840	346	462	75%
Barreiras II	2.848	256	404	63%
Glória	8.162	735	367	200%
SEAGRI	2.132	192	650	30%
Soma:	1.048.996	94.410	69.243	136%

As áreas irrigadas são baseadas nas outorgas/resoluções da ANA, no caso dos perímetros da CODEVASF, por exemplo, a Resolução N° 461, de 27 de Junho de 2011 com uma validade de três anos. Pode ser observado que as áreas irrigadas, em quase todos os perímetros, são maiores do que registrados no CNARH. Alguns perímetros como Salitre estão ainda na fase de implementação, assim foram apenas reservados os direitos de uso de água e as áreas irrigadas são inferiores do que o declarado. Uma área total de cerca de 25.000 ha está sendo irrigada além das áreas declaradas no CNARH.

Os resultados quantitativos da classificação das áreas irrigadas nas proximidades do rio São Francisco, principalmente áreas irrigadas por pequenos irrigantes e associações, são apresentados na Tabela 2. A área de estudo do rio São Francisco foi separado em sub-trechos (R1-R13) que podem ser observados nas figuras anteriores.

Tabela 2 - Áreas irrigadas nas proximidades do rio

Trecho	Células	Delim. Área [ha]
R01	44907	4042
R02	26580	2392
R03	9435	849
R04	46079	4147
R05	29790	2681
R06	19596	1764
R07	45834	4125
R08	12923	1163
R09	56158	5054
R10	73446	6610
R11	42228	3801
R12	15866	1428
R13	31337	2820
Itaparica	162367	14613
Soma:	616546	55489

Nas outorgas de uso de água da ANA (ANA, 2001-2013) constam uma área irrigada de 23.876 ha na área de estudo para os pequenos irrigantes. A área irrigada identificada através do sensoriamento remoto, 55489 ha (Tabela 2), é quase duas vezes maior do que a cadastrada.

A delimitação das áreas dos perímetros, realizada através das imagens de satélite, não foi necessariamente exata. A essa delimitação podem ser incorporadas pequenas áreas irrigadas particulares nas proximidades dos perímetros que usam a água de excesso ou não fazem diretamente parte dos perímetros. Entretanto, pode ser observado que a soma das áreas irrigadas (pequenos irrigantes e dos perímetros) é, significativamente, maior do que o cadastrado na ANA.

Considerando um consumo médio de 0,40 l/s/ha (CBHSF, 2004) a demanda para irrigação no Sub-Médio do rio São Francisco é em torno de 60 m³/s.

CONCLUSÕES

Foi possível identificar as áreas irrigadas na região do Sub-Médio São Francisco através das imagens de Landsat 8. As áreas irrigadas se destacam claramente na época seca na região semiárida. Apenas na região do reservatório Xingo não foram encontradas imagens do satélite Landsat 8 sem nuvens.

Os resultados mostram que a maioria dos perímetros irrigam mais áreas do que o declarado no CNARH, Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos. Isso resulta em retiradas de água

maiores do que o outorgado, as quais podem provocar conflitos entre os usuários e levar a crises de água na região. A aplicação da ferramenta sensoramento remoto mostrou-se bastante interessante para dar suporte ao planejamento dos recursos hídricos.

A soma das áreas irrigadas ao longo do rio São Francisco, mostra que os pequenos irrigantes irrigam áreas significantes (55.489 ha) e totalizam com os perímetros uma área irrigada de 149.899 ha.

AGRADECIMENTOS - Os autores agradecem ao CNPQ e à CAPES.

BIBLIOGRAFIA

- ANA. www.ana.gov.br. Outorga Emitidas pela ANA, 2001-2013. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/uorgs/sof/geout.aspx>>. Acesso em: 2013.
- ANA. Resolução nº 442. Agência Nacional de Águas. Brasília. 2013.
- ANA. Resolução Nº 680. Agência Nacional de Águas. Brasília. 2014.
- CBHSF. Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Versão preliminar. ed. São José: CBHSF, 2004.
- ESRI. 2006. ArcGIS® 9 Geoprocessing Commands Quick Reference Guide. s.l., United States of America : ESRI, 2006.
- FLORENZANO, T. G. Iniciação ao sensoramento remoto. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 101p.
- GALVÃO, C. O.; RÊGO, J. C.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J.P.T. "Sustainability characterization and modelling of water supply management practices". IAHS-AISH Publication, 268, pp. 81-88, 2001
- MENESES, P.R.; ALMEIDA, T. Introdução ao processamento de imagens de sensoramento remoto. Brasília: 2012
- NOVO, E.M.L.M. Sensoramento Remoto: Princípios e Aplicações. São Paulo: Edgard Blucher, 1989. 308p.
- USGS. U.S. Geological Survey. Earth Explorer, 2013. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: fev. 2014.
- XAVIER, L. F.; COSTA, R. F.; COSTA, E. F.. Adoção de tecnologias poupadoras de água na fruticultura irrigada do Vale do São Francisco: uma comparação entre percepções de colonos e empresas. Rev. Econ. Sociol. Rural., Brasília, v. 44, n. 2, 2006.