

XIV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

INVESTIGAÇÃO DE ÁREAS IRRIGADAS A PARTIR DA OFERTA DE ÁGUA DO CANAL DO SERTÃO ALAGOANO

Daniele Feitoza Silva¹ ; Thiago de Gois Araújo Tavares² & Joel Avruch Goldenfum³

RESUMO – O Canal do Sertão é a maior obra hídrica do estado de Alagoas. Essa obra visa suprir as necessidades da região no que concerne ao déficit hídrico, principalmente em períodos de seca. Atualmente, quase metade da obra está inaugurada e a água já pode ser retirada, para abastecimento, irrigação, entre outros fins. Nos últimos anos, já é possível visualizar um aumento nas áreas irrigadas próximo às margens do canal. Este trabalho tem como objetivo investigar áreas irrigadas com água proveniente da oferta do Canal do Sertão alagoano. Foram utilizadas imagens de sensoriamento remoto do sensor LANDSAT-5 e LANDSAT-8 obtidas no período seco adotado. A validação do potencial agrário dessas áreas foi realizada a partir do índice NDVI. Os resultados permitiram reconhecer diversas áreas vegetadas, a maioria dessas de pequena extensão, reforçando presença de agricultura familiar. A metodologia utilizada se mostrou de fácil aplicação, de baixo custo e processamento, permitindo a obtenção de informações e ferramenta de monitoramento e gestão do recurso hídrico.

ABSTRACT– The Sertão Canal is the largest water infrastructure in the state of Alagoas/Brazil. This waterworks aims to meet the region's water deficit needs, especially during periods of drought. Nowadays, half of the construction is already inaugurated and water may be withdrawn for water supply, irrigation and others. In recent years, it is possible to see an increase in irrigated areas near the banks of the canal. This paper aims to investigate areas irrigated with water supplied by the Sertão Canal. Images from LANDSAT-5 and LANDSAT-8 sensors in the dry period were used. The validation of the irrigated areas was obtained by the NDVI results. The results allowed to recognize several vegetated areas, most of them of small extension, reinforcing the presence of family agriculture. The methodology used was easy to apply, with low cost and processing, allowing the obtaining of information and tool for monitoring and management of water resources.

Palavras-Chave – irrigação; sensoriamento remoto.

INTRODUÇÃO

Secas são caracterizadas por períodos de baixas precipitações, gerando escassez de água para fins humanos e naturais (Van Oel *et al.*, 2018). Frente à necessidade de autossuficiência no

1) Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – IPH/UFRGS. Aluna de doutorado. E-mail: pariconha@gmail.com

2) Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – IPH/UFRGS. Aluno de doutorado. E-mail: thiago.tgat@gmail.com

3) Professor Titular IPH/UFRGS. E-mail: joel@iph.ufrgs.br.

abastecimento de água para diversos fins, combinar desenvolvimento de infraestruturas e políticas públicas que apoiem o gerenciamento de recursos hídricos é essencial (Becker e Ward, 2014).

No Brasil, a região semiárida é a mais afetada com a ocorrência de secas, apresentando períodos com precipitação média anual inferior a 800 mm (Brasil, 2005). Dentre os estados presentes na região semiárida, há o estado de Alagoas. Na tentativa de reduzir os impactos negativos da seca sobre a população, em 1992 o Governo do Estado de Alagoas optou pela construção de um canal com captação de água do rio São Francisco, que está em obras até os dias atuais.

O Canal do Sertão Alagoano, nome dado à obra, quando pronto, possibilitará o abastecimento de 42 municípios do Sertão e Agreste alagoano, com extensão total de 250 km. No momento atual, já se somam 93 km de canal em funcionamento (dividido em três trechos), beneficiando a agropecuária e reforçando o abastecimento de municípios e assentamentos (SEPLAG, 2017).

A gestão das águas do Canal do Sertão é de responsabilidade da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Alagoas (SEMARH), e a retirada de água pode ser legalizada através de outorga, autorização ou cadastramento, a depender da área a ser contemplada ou do volume a ser retirado (SEPLAG, 2017). Na região de influência do canal há a predominância de agricultura familiar, cuja irrigação abrange pequenos lotes de terra, com áreas inferiores a 1 ha. A secretaria do estado ainda não cobra pelo uso da água, mas já está em andamento um estudo para modelo de gestão e cobrança de tarifa (SEPLAG, 2017). Contudo, é necessária fiscalização eficiente para reconhecimento das áreas beneficiadas com as águas do canal.

Uma maneira de identificar e fiscalizar agricultura é através de uso de produtos de sensoriamento remoto (Ferreira *et al.*, 2017). Além disso, o manejo desses produtos reduz o tempo de processamento das informações e constitui-se em uma fonte menos onerosa (Chaves *et al.*, 2017).

A interpretabilidade visual da imagem de satélite pode ser melhorada por técnicas de aprimoramento para distinção dos recursos da cena (Purkis e Klemas, 2013). O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) é uma técnica de aprimoramento de imagem que emite informações sobre o verde, fotossíntese e intensidade do metabolismo da vegetação (Li e Guo, 2008; Zhang *et al.*, 2011). A utilização do NDVI a longo prazo possibilita entender as mudanças temporais na paisagem e na vegetação (Fan e Liu, 2017).

Nesse contexto, este trabalho foi desenvolvido com objetivo de investigar possíveis áreas irrigadas com as águas do Canal do Sertão alagoano, utilizando produtos de sensoriamento remoto, filtrados ao período seco da região de interesse.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada neste trabalho é apresentada como segue: (a) definição da área de verificação; (b) definição do período seco; (c) seleção das imagens de sensoriamento remoto; (d) identificação de possíveis áreas irrigadas pelas águas do canal do sertão; e (e) validação das áreas irrigadas a partir da análise do NDVI.

Definição da área de verificação

As possíveis áreas irrigadas pelas águas do Canal do Sertão foram investigadas utilizando-se de geoprocessamento. A princípio, um *shape* do curso d'água foi delineado e a ele aplicado um *buffer* de 1 km, para cada margem. O polígono formado foi utilizado como contorno para delimitação da região onde as possíveis áreas de irrigação se concentram. Essa região foi delimitada uma vez que a região de influência do canal compreende diversos municípios e, possivelmente, há um grande número de áreas irrigadas. A adoção do polígono permitiu restringir e melhorar a identificação.

A Figura 1 apresenta a área de estudo, bem como os municípios pelos quais o canal se estende.

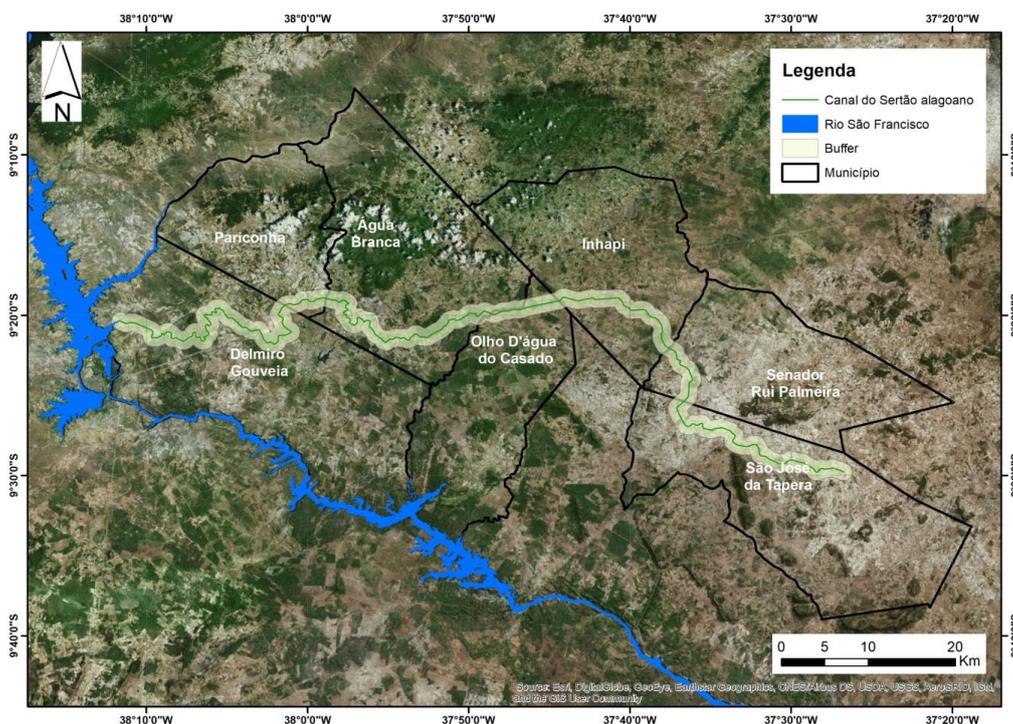


Figura 1 – Área de estudo

Definição do período seco

A definição do período seco foi adotada tendo em vista que, neste período, a chuva precipitada não seria suficiente para suprir as necessidades hídricas das culturas produzidas na região, e, em

consequência, utilizar produtos de sensoriamento remoto deste período aumenta a possibilidade de retornar como resultado áreas irrigadas pelas águas ofertadas pelo canal.

Segundo INMET (2018), a estação climatológica mais próxima à construção do canal é a de Paulo Afonso (Código 82986). Dados deste posto, no período de 1961 a 2009, indicam que o trimestre mais seco se concentra em setembro, outubro e novembro. Esta consideração é confirmada para o sertão de Alagoas, segundo análises realizadas por Wanderley *et al.* (2013).

Entretanto, apesar de considerar o período seco em relação aos dados pluviométricos, entende-se que o florescimento da cultura é dependente do tipo de cultura em produção e do método de irrigação adotado. A visualização das imagens de satélite permitiu identificar que, de maneira geral, às margens do canal, o período seco, do ponto de vista do florescimento da vegetação, corresponde aos meses de outubro, novembro e dezembro. Dessa maneira, de modo a melhorar a visualização das áreas de cultivo, optou-se por adotar o período seco como compreendendo os meses de outubro, novembro e dezembro, com apenas um mês de defasagem do início do período seco de precipitação, conforme descrito anteriormente.

Após definição do período seco, utilizou-se o posto pluviométrico da ANA de Delmiro Gouveia (Código 937013) (HIDROWEB, 2018), situado na região de influência do canal, para verificação das precipitações acumuladas neste período seco no decorrer dos anos. Adotou-se a estação da ANA por possuir série histórica de precipitações, enquanto que a estação climatológica do INMET apenas fornece as médias mensais dos anos com dados. O período adotado para verificação foi de 2000 a 2017. Esta verificação permitiu melhor identificação dos anos com menores chuvas acumuladas no período seco.

A Figura 2 apresenta a chuva acumulada nos meses de outubro, novembro e dezembro, no período de 2000 a 2017. É possível detectar anos com precipitação inferior à média do período, com ênfase ao ano de 2012 (cujas estiagem repercutiu nacionalmente na mídia) e aos anos de 2015 a 2017 (período em que parte do canal já se encontrava em operação). No ano de 2007 não foram encontradas imagens para análise e o ano de 2012 é o último sem funcionamento do canal.

Identificação de possíveis áreas irrigadas

A identificação de possíveis áreas irrigadas foi realizada a partir da imagem SENTINEL-2, obtida em 12 de novembro de 2017, por possuir boa resolução espacial (10 metros). A composição das bandas B8, B4 e B3 (RGB) permitiu boa visualização das áreas cujo uso é a agricultura.

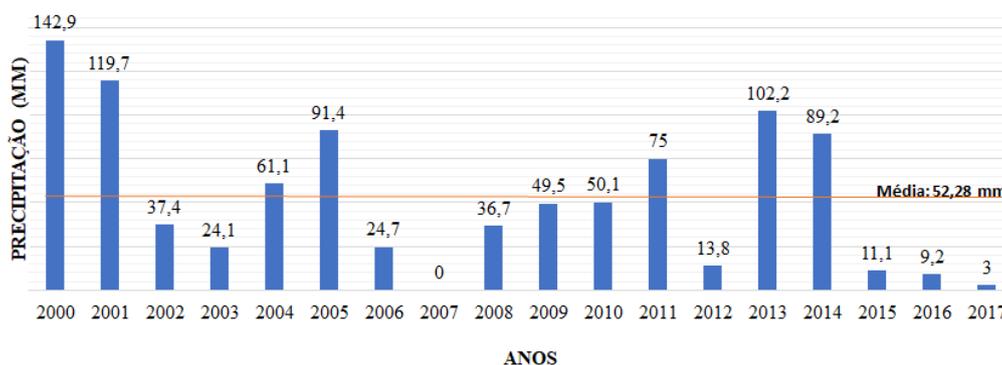


Figura 2 - Precipitações acumuladas no período seco definido no posto pluviométrico Delmiro Gouveia

Validação das áreas irrigadas a partir do cálculo do NDVI

Após a identificação, a validação foi realizada a partir do cálculo do NDVI.

Em se tratando de áreas irrigadas de dimensões pequenas, foram utilizadas as imagens corrigidas dos sensores LANDSAT e calculou-se o NDVI, com resolução de 30 m.

As imagens dos sensores LANDSAT-5 e LANDSAT-8 foram selecionadas considerando as órbitas 215066 e 216066, nas quais a região de influência é compreendida. Foram utilizadas imagens com poucas nuvens, principalmente sobre a área delimitada pelo *buffer*. Apenas imagens dos meses de outubro, novembro e dezembro entre os anos 2000 e 2017 foram admitidas, de modo que se pudesse visualizar o período seco antes e depois da construção e funcionamento do canal do sertão.

O NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizado) foi calculado conforme Eq. 1, a partir dos valores de refletância das bandas do vermelho e infravermelho próximo.

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (1)$$

As imagens analisadas são listadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Imagens utilizadas para cálculo do NDVI

Sensor	Data de obtenção	Sensor	Data de obtenção
LANDSAT-5	06/12/2000	LANDSAT-8	10/12/2013
LANDSAT-5	22/10/2001	LANDSAT-8	19/10/2015
LANDSAT-5	12/10/2003	LANDSAT-8	05/11/2015
LANDSAT-5	06/12/2003	LANDSAT-8	30/11/2015
LANDSAT-5	24/12/2004	LANDSAT-8	06/10/2016
LANDSAT-5	07/12/2006	LANDSAT-8	10/11/2017
LANDSAT-5	10/11/2008	LANDSAT-8	05/12/2017

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos e algumas discussões sobre as observações no decorrer deste trabalho.

Pontos identificados

No decorrer da extensão do canal, foram identificados 51 pontos que apresentam indícios de áreas com irrigação. A Figura 2 apresenta todos os pontos identificados para posterior verificação das áreas irrigadas no período seco. À direita, apresentam-se quatro locais com áreas vegetadas, cuja água utilizada para irrigação é, provavelmente, proveniente do Canal do Sertão alagoano.

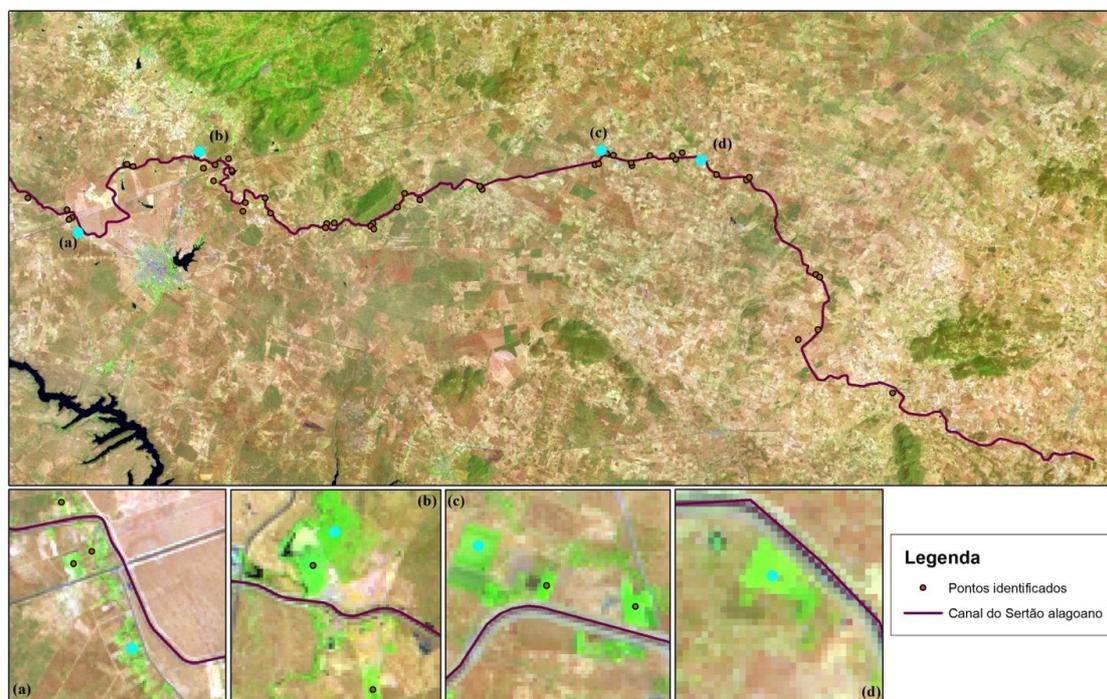


Figura 3 – Pontos identificados para verificação

Validação das áreas vegetadas

Para verificação e confirmação da irrigação em áreas às margens do canal, foram utilizadas imagens e produtos de dois sensores: LANDSAT (5 e 8). As imagens corrigidas LANDSAT (5 e 8), a partir do cálculo do NDVI, puderam indicar irrigação na maioria dos pontos identificados; além disso, tais imagens são disponíveis desde o ano 2000, permitindo a percepção das variações do índice, mesmo no período seco dos anos com chuva acumulada inferior à média.

A Tabela 2 reúne a localização de alguns pontos bem como o ano em que o índice NDVI começou a apresentar melhora. A Figura 3 apresenta os valores em gráficos que ressaltam a variação

do NDVI. Os valores foram organizados por ano com dados, nos quais se calculou a média para o ano com mais de um dado calculado.

Tabela 2 – Lista de alguns pontos investigados

PONTO	Município	Trecho	LAT	LONG	Ano de melhora
ID01	Delmiro Gouveia	1	-9,3401	-38,0769	2013
ID08	Água Branca	1	-9,31252	-37,9753	2013
ID20	Água Branca	2	-9,34921	-37,9331	2015
ID27	Água Branca	2	-9,34567	-37,858	2015
ID47	São José da Tapera	3	-9,38582	-37,6101	2017

O ponto ID 01 (Figura 4a), localizado às margens do trecho I, possui aumento do NDVI em 2013. Esta melhora pode ser explicada pelo fato de o trecho ter sido inaugurado em março de 2013, possibilitando retirada de água no referido ano e recuperando o potencial agrário. O aumento permanece nos anos subsequentes, conseguindo manter um equilíbrio, mesmo os anos de 2015, 2016 e 2017 sendo anos de baixa pluviosidade no período seco. O ponto ID 08 (Figura 4b) possui características semelhantes ao ID 01. A variação da magnitude do NDVI pode ser consequência da de diferentes culturas cultivadas.

O comportamento do ponto ID 20 é semelhante ao do ID 27 (Figura 4c e 4d, respectivamente) durante o período de análise. Observa-se melhora do índice NDVI apenas a partir de 2015, o que indica que a irrigação no período seco se iniciou neste ano, apesar de terem sido contemplados com a oferta de água desde 2013.

Por fim, o ponto ID 47 (Figura 4e), aos arredores do trecho 3, inaugurado em novembro de 2015, apresentou melhora considerável apenas no período seco de 2017.

A partir dos relatos apresentados, é possível considerar aumento das áreas irrigadas na região de influência do canal, principalmente no buffer delimitado às margens do mesmo, seja apenas pela composição de bandas ou por cálculo do NDVI. Produtos de sensoriamento remoto apontam, inclusive, o período de início de cultivo, servindo de ferramenta para monitoramento.

Vale ressaltar que, neste trabalho, não se atentou aos diferentes tipos de cultivo nem em métricas mais sofisticadas, podendo indicar maior sensibilidade do índice NDVI. A ideia foi gerar resultados de fácil obtenção e passível de análises, conforme efetuado neste artigo, bem como de análises futuras. Ademais, não foram investigados demais projetos do governo para o combate à seca.

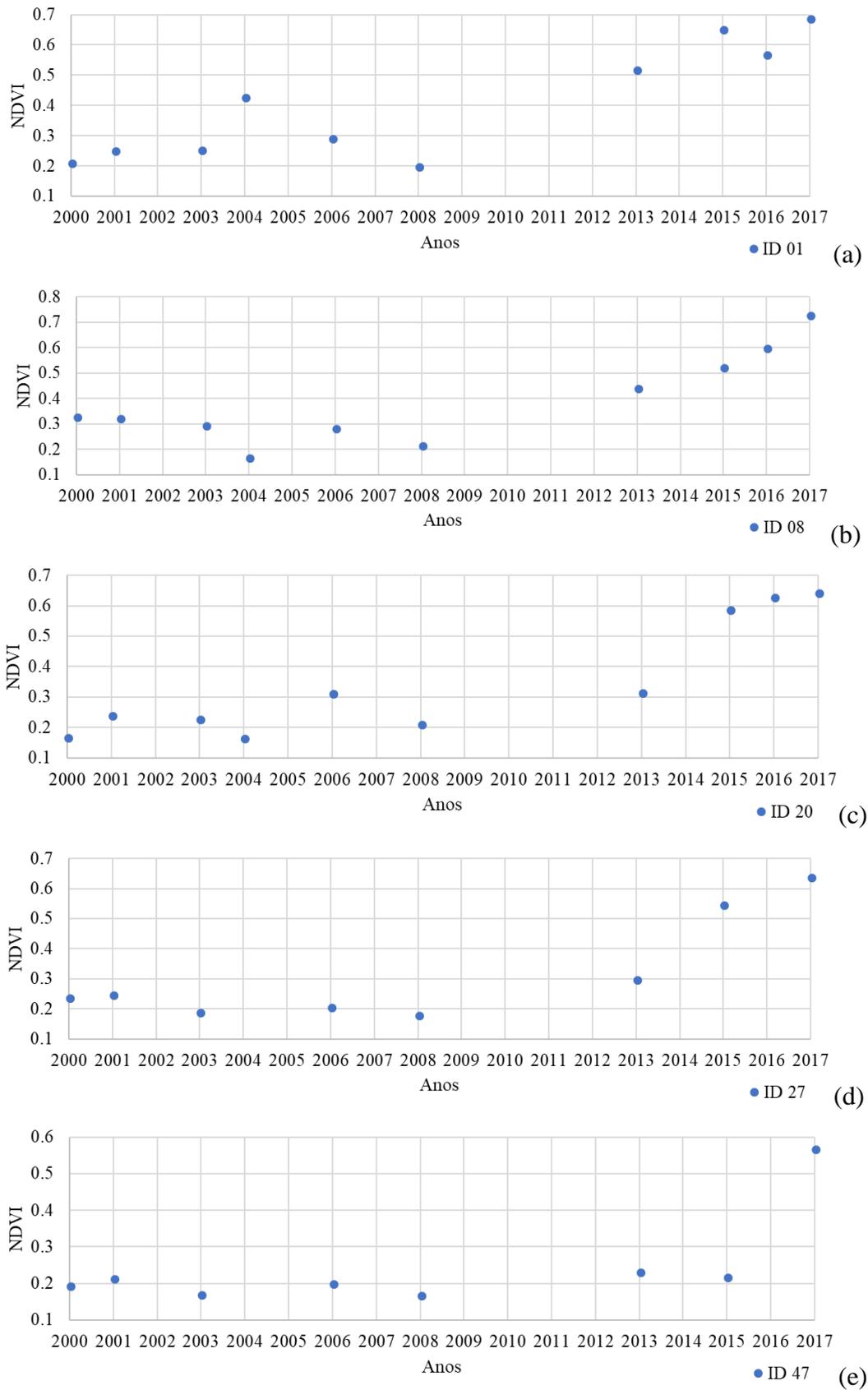


Figura 4 – NDVI calculado para os pontos investigados

CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo investigar áreas irrigadas com água proveniente da oferta do Canal do Sertão alagoano. Canal do Sertão alagoano. Para isso, foram utilizadas imagens de sensoriamento remoto, que se mostraram de fácil aplicação na identificação e validação dos pontos investigados.

Os resultados apresentados indicam o aumento de áreas irrigadas, em comparação à década anterior, no que diz respeito ao período de baixa pluviosidade.

A metodologia utilizada se mostrou de fácil aplicação, no processo de investigação, podendo ser útil na gestão e fiscalização da retirada das águas do canal, principalmente por ser de baixo custo e dependente de pouco tempo de processamento.

Entende-se que, no decorrer da construção do canal e funcionamento dos trechos, a tendência é o aumento do loteamento de áreas para promoção de irrigação, logo, é importante manter o monitoramento ativo e atualizado.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. (2015). *“Relatório final do grupo de trabalho interministerial para redelimitação do Semiárido nordestino e do Polígono das Secas”*. Brasília, 2005.
- BECKER, N.; WARD, F. A. (2014). *“Adaptive water management in Israel: structure and policy options”*. International Journal of Water Resources Development 31, pp. 540-547.
- CHAVES, M. E. D.; ALVES, M. C.; RODRIGUES, J. D. P.; TRINDADE, F. S. (2017). *“Perfil temporais EVI/MODIS e sua relação com a produtividade de cultivares de soja no Estado de Mato Grosso”* in Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, Mai. 2017, 1, pp. 5968-5975.
- FAN, X.; LIU, Y. (2017). *“A comparison of NDVI intercalibration methods”*. International Journal of Remote Sensing 38 (19), pp. 5273-5290.
- FERREIRA, S. E.; MATAVELLI, C. J.; PINA, G. P. F. (2017). *“Identificação de terras agrícolas improdutivas no oeste Catarinense através da análise temporal de imagens LANDSAT”* in Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, Mai. 2017, 1, pp. 4866-4872.
- HIDROWEB. 2018. *“Rede pluviométrica nacional”*. Posto Delmiro Gouveia (Código 937013). Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/mapa_hidroweb.jsf>. Acesso em: 25 mai. 2018.

- INMET. (2018). *Períodos de maiores e menores temperaturas e pluviosidades climatológicas*. Estação Paulo Afonso. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/mesTempo>>. Acesso em 30 mai. 2018.
- LI, D. K.; GUO, N. (2008). “Regional distribution and seasonal variation of MODIS/NDVI over Shaanxi area”. *Journal of Desert Research* 28 (1), pp. 108-112.
- PURKIS, S.; KLEMAS, V. (2013). *Remote sensing and global environmental change*. Wiley-Blackwell, 394 p.
- SEPLAG. Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio. “Estudo sobre o Canal do Sertão”. 2017. Disponível em: <<http://dados.al.gov.br/dataset/39e70e25-4d9c-4680-b9e8-d709de9f0f94/resource/b2ffd9f1-6bc0-4923-b4cd-625eb4d8ad5f/download/estudosobreocanaladosertaoalagoano.pdf>>. Acesso em: 30 mai. 2018.
- SOUZA, C. H. W.; MERCANTE, E.; JOHANN, J. A.; LAMPARELLI, R. A. C.; UBIRE-OPAZO, M.A. (2015). “Mapping and discrimination of soya bean and corn crops using spectro-temporal profiles of vegetation indices”. *International Journal of Remote Sensing* 36 (7), pp. 1809-1824.
- WANDERLEY, H. S.; SEDIYAMA, G. C.; JUSTINO, F. B.; ALENCAR, L. P.; DELGADO, R. C. (2013). “Variabilidade da precipitação no sertão do São Francisco”. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 17 (7), pp. 790-795.
- VAN OEL, P. R.; MARTINS, E. S.P.R.; COSTA, A. C.; WANDERS, N.; VAN LANEN, H. A.J. (2018). “Diagnosing drought using the downstreamness concept: the effect of reservoir networks on drought evolution”. *Hydrological Sciences Journal* 63 (7), pp. 979-990.
- ZHANG, L. Z.; LI, M.; WU, Z. F.; LIU, Y. J. (2011). “Vegetation cover change and its mechanism in northeast China based on SPOT/NDVI data”. *Journal of Arid Land Resources and Environment* 1 (25), pp. 171-175.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Capes e à Prefeitura Municipal de Tubarão pela concessão de bolsas de produtividade de pesquisa.