



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Ana Beatriz de Freitas Ferreira

**IMPACTOS DA EXPANSÃO AGRÍCOLA NA
VEGETAÇÃO DO CERRADO E RECURSOS HÍDRICOS
NO OESTE DA BAHIA ATÉ 2015**

Brasília, Dezembro de 2015



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**IMPACTOS DA EXPANSÃO AGRÍCOLA NA VEGETAÇÃO DO
CERRADO E RECURSOS HÍDRICOS NO OESTE DA BAHIA ATÉ
2015**

Ana Beatriz de Freitas Ferreira

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Eraldo Aparecido Trondoli Matricardi

Brasília, Dezembro de 2015



Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Tecnologia - FT
Departamento de Engenharia Florestal - EFL

IMPACTOS DA EXPANSÃO AGRÍCOLA NA VEGETAÇÃO DO CERRADO E RECURSOS HÍDRICOS NO OESTE DA BAHIA ATÉ 2015

Discente: Ana Beatriz de Freitas Ferreira Matrícula:11/0007867

Orientador: Eraldo Aparecido Trondoli Matricardi

Menção: SS

Prof. Dr. Eraldo Aparecido Trondoli Matricardi

Universidade de Brasília – UnB

Orientador (EFL)

Prof. Dr. Reuber Albuquerque Brandão

Universidade de Brasília – UnB

Membro da Banca (EFL)

Mestre Olívia Bueno da Costa

Universidade de Brasília – UnB

Membro da Banca (EFL)

Brasília-DF, 10 de dezembro de 2015.

“A alma é uma borboleta... Há um instante que uma voz nos diz que chegou o momento de uma grande metamorfose...”

-Rubem Alves

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter permitido a minha existência e me dar a capacidade de correr atrás dos meus objetivos me fortalecendo a cada queda e me mostrando que tudo se trata de perseverar, seja na vida espiritual, no convívio ou na vida profissional.

Agradeço imensamente aos meus pais pela paciência e preocupação de cada noite em que cheguei tarde em casa me dedicando a este trabalho e a tantas matérias que me tiraram o sono literalmente. Agradecê-los por sempre priorizar os meus estudos e a minha formação diante das questões do dia a dia e principalmente pelo apoio amor e carinho que me deram a vida inteira, vocês me mostram a cada dia o quanto a família é importante na vida de uma pessoa. Amo muito vocês! Meu papaizinho e a minha mamãezinha!

A minha dindinha Mariza e a minha tia Noca por sempre me mimarem e fazerem de tudo para me alegrar, além de toda a força e preocupação voltadas a mim não somente na minha graduação, mas enquanto estudava para o vestibular para chegar onde finalmente eu pude chegar, UNB!!! Muito obrigada! Amo muito vocês!

Obrigada aos meus amigos do semestre, Amanda Monteiro, Amanda Andrade, Isadora, Yolanda, Jocemara, Camile, Maísa, Gabriela, Renata, Letícia Couto, Letícia Rabelo, João Carlos, Thiago, Marcos e aos meus primeiros amigos que tomaram rumos diferentes, Gabriel e Danilo. Todos vocês fizeram a diferença em toda essa caminhada, me animando, tornando os pós prova e as quintas de tarde mais divertidos. Muito obrigada por cada momento e cada ação do grupo SS!

Agradeço a ECOFLOR por ter me ajudado a crescer tanto nesses tempos e por ter me apresentado um mundo incrível que, diferentemente do que eu pensava, me mostrou que no mercado de trabalho pode existir o crescimento conjunto entre profissionais e que é possível fazermos aquilo que acreditamos. Agradeço a essa empresa MARAVILHOSA por ter me apresentado pessoas incríveis e inspiradoras, João Carrijo, Laryssa Paz, Larissa Moreira, Isabela, Erick, Arthur e Gabrielle (Marketiing), Ana Liaffa, Deborah, Pedro, Kleber, Martins, Giovana, Jéssica, Maitê e Juliana. Muito obrigada por cada aprendizado e por cada momento agradável que tivemos juntos!

Obrigada aos meus amigos e companheiros de loucuras do TCC. Renata muito obrigada pelo companheirismo e por tantas noites viradas, sem a sua companhia este trabalho jamais teria dado certo, você me deu força e me fez ver que era possível terminar

(uhuuuu conseguimos!), foi muito importante contar com o seu apoio e a sua parceria. Além do energético, as gordices e as risadas foram cruciais para que este trabalho ficasse pronto. Obrigada Julio por sempre estar ao meu lado e me ajudar quando eu mais preciso (E por me ajudar com o Abstract). Amandega, Gabi, Lele, Ivo, Gio e Fernandinha por compartilharem comigo da minha aflição e dividir a aflição de vocês!

Gostaria de agradecer a professora Rosana que deu a minha primeira oportunidade na universidade, o estágio no laboratório e o meu PIBIC, muito obrigada por acreditar em mim e através dessas oportunidades, me mostrar que eu posso ir mais longe. Sou muito grata por ceder tantas vezes o lab para que eu pudesse estudar e por confiar tamanha responsabilidade a mim. Obrigada também pelo seu companheirismo e pelas conversas e momentos tão agradáveis que tivemos!

Agradeço também ao meu chefe especialista em geoprocessamento na ANA Agustin Trigo, pela paciência e compreensão nos dias em que tive que me ausentar do estágio, permitindo que eu me dedicasse exclusivamente ao meu TCC além de me ajudar com os dados que utilizei. Você tem grande contribuição no meu trabalho! Muito obrigada mesmo!

Obrigada ao meu Orientador Doutor Eraldo Matricardi, que além de um ótimo tutor é um ótimo amigo e companheiro, seja nas horas em que precisava de auxílio para fazer os mapas ou mexer com os softwares, seja nos momentos de tomar um açaí ou escutar as piadas do Geraldinho! Muito obrigada professor! Te admiro muito!

Por último, mas não menos importante, muito obrigada aos membros da banca que aceitaram avaliar o meu trabalho, ao professor Reuber Brandão pelas ótimas aulas que preenchem a falta de criticidade de tantas matérias e professores do nosso departamento diante de diversos assuntos que abordamos ao longo da graduação, e a Olivia que conheci como monitora de Sensoriamento Remoto que ajudou a despertar o meu interesse por esta área e que me auxiliou nas dificuldades que tive ao longo da matéria. Muito Obrigada!

RESUMO

O Cerrado é considerado um dos *hotspots* mundial de biodiversidade devido ao fato de sofrer grande pressão antrópica sobre os seus recursos naturais. Devido às suas características físicas favoráveis aos cultivos em geral, a expansão agrícola se expandiu fortemente por todo o bioma nas últimas décadas, causando a supressão da vegetação nativa e o aumento da demanda de recursos hídricos. O Oeste da Bahia ampliou espaço para o agronegócio após a década de 80, quando passou a ser visto como a nova fronteira agrícola e econômica nacional voltada a produção de grãos. Por apresentar rica malha hidrográfica e relevo plano, favoreceu o cultivo de grãos em sistema de irrigação com pivôs centrais. Entretanto, o uso exacerbado dos recursos hídricos da região juntamente com o desmatamento, diante das mudanças climáticas, demanda estudos visando acompanhar e monitorar o desenvolvimento da agricultura no Oeste da Bahia buscando mitigar os possíveis impactos resultantes dessa intensa exploração. Diante desta questão, este estudo procurou entender a dinâmica da expansão da agricultura e da agricultura irrigada na região do Oeste baiano contrapondo esta realidade às mudanças climáticas previstas. Foram encontrados 29 pivôs centrais a mais que em 2013, indicando um aumento na demanda por água nos afluentes do São Francisco e nas águas subterrâneas da região. A agricultura convencional ocupa 30,4% da região, com 34.118 km². A agricultura irrigada representa 1,7%, com 1.874 km². Os estudos sobre mudanças climáticas preveem um aumento em longo prazo (80 anos) de 5 °C na temperatura, o que irá interferir na evaporação de corpos d'água. Com a diminuição da precipitação e a alta demanda por recursos hídricos, é muito provável a diminuição destes recursos na região, resultando em déficit de água nas próximas décadas.

Palavra-Chave: Irrigação, Oeste da Bahia, Mudanças Climáticas, Bacia do Rio Grande, Bacia do Rio corrente.

ABSTRACT

The Cerrado biome is considered one of the world's hotspot when it comes to biodiversity due to the fact that it has been substantially impacted by anthropogenic pressure over its natural resources. Agriculture has expanded widely into Cerrado over the last decades specially because of the availability of suitable cropping lands. That has severely impacted native vegetation and hydric resource. Agrobusiness has increased in Western Bahia after the 80s, and became a new Brazilian economic-agricultural frontier of agricultural production. This region is spatially located within the São Francisco river basin and encompasses a rich hydrographic network and large flat lands suitable for irrigated cropping. Therefore, it has become one of the most irrigated cropping region in Brazil. Based on it, further studies became necessary to better understand the potential effects of deforestation and climate changes on agriculture development in Western Bahia. Those study results may support analysis to mitigate environmental impacts due to that agricultural expansion. This study intended to conducted analysis on the effects of agricultural expansion, focusing on irrigated fields, in Western Bahia region. Also its future scenarios and potential effects of climate changes were observed for the study area. This study results showed that additional 29 irrigation pivots were created when compared to 2013 dataset produced by the National Water Agency. It indicates that there was an increase in water demand from the tributaries of the São Francisco river and underground water. It was estimated that agriculture lands encompasses 30.4% of the study region, a total of 34,117.6 km². Irrigated fields encompasses 1.7% of the study area, a total of 1,874.4 km². The climate change studies predict a long-term increase in temperature (5 °C), which will affect water evaporation in the water bodies and will decrease precipitation. These facts altogether associated with the already observed increase in water demand are likely to result on a strong water deficit in the coming decades in Western Bahia.

Keywords: Irrigation, Western Bahia, Climate Change, Grande River Basin, Corrente River Basin.

Lista de Tabelas

Tabela 1: Características das Bandas dos sensores OLI e TIRS do satélite Landsat 8.	15
Tabela 2: Aplicações e características das bandas dos Sensores OLI e TIRS do Landsat 8 (Adaptado de USGS).....	15
Tabela 3: Cenas utilizadas para cobrir a área de Estudo.	25
Tabela 4: Matriz de confusão da Classificação do Uso do Solo no Oeste da Bahia.	30
Tabela 5: Uso e cobertura da terra no Oeste baiano em 2015.	32
Tabela 6: Comparação número de Pivôs de 2013 para 2015.	33
Tabela 7: Vazão média dos Principais afluentes do rio São Francisco (Adaptado ao Programa de Revitalização do Rio São Francisco, MMA).....	37

Lista de Figuras

Figura 1: Mapa de localização da área de Estudo para as ottobacias de nível 3.....	23
Figura 2: Órbitas e Pontos de Imagens de Landsat 8 para o Oeste baiano.	25
Figura 3: Classificação do uso do solo no Oeste da Bahia.	31
Figura 4: Diferença entre o Número de Pivôs em 2013 e 2015.....	34
Figura 5: Quantidade de outorgas (CNARH) e quantidade de pivôs no Oeste da Bahia.....	36
Figura 6: Proximidade dos empreendimentos em relação ao Rio Corrente e outorgas.	38
Figura 7: Proximidade dos empreendimentos em relação ao Rio Grande e outorgas.	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	QUESTÕES NORTEADORAS DO ESTUDO	11
1.2	OBJETIVOS	12
1.2.1	OBJETIVO GERAL	12
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	Sensoriamento Remoto e aplicações	12
2.2	Landsat 8 OLI/TIRS	14
2.3	Expansão agrícola no Cerrado	16
2.4	Expansão das áreas Irrigadas no Cerrado	18
2.5	Mudanças Climáticas	21
3	MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1	Área de Estudo	22
3.1.1	Bacia do Rio Grande	24
3.1.2	Bacia do Rio Corrente	24
3.2	Base de Dados	25
3.3	Dados temáticos	26
3.4	Processamento	26
3.5	Análise de Componente Principal (ACP)	26
3.6	Classificação Supervisionada	27
3.7	Áreas Irrigadas	28
3.8	Pós-Processamento	28
3.9	Avaliação da acurácia do mapeamento do uso e cobertura da terra	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1	Avaliação da Acurácia do mapeamento	29
4.2	Uso e cobertura das terras	30
4.3	Desmatamento	31
4.4	Irrigação	33
4.5	Mudanças Climáticas	39
5	CONCLUSÃO	41
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado recebeu o título de um dos *hotspots* mundiais devido aos impactos gerados sobre a sua biodiversidade (CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL, 2005), fazendo com que seja uma área prioritária para conservação devido a existência de enorme biodiversidade ameaçada no mais alto grau.

O Oeste da Bahia apresentou grande expansão de áreas agrícolas nos últimos anos, dentre elas as áreas de agricultura irrigada (SPAGNOLO, 2013). Devido à proximidade dessas áreas em relação aos rios, os recursos hídricos são cada vez mais explorados o que podendo resultar na redução da disponibilidade de água na região. Outra questão está relacionada à degradação das terras e à erosão acelerada dos solos provocando o aumento sensível da carga sólida transportada pelos rios, representando sérios riscos aos projetos de aproveitamento de água instalados e na implantação de novos projetos (CARVALHO, 1995).

Segundo o IPCC (2014), a região do MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), está sob risco de queda substancial da precipitação (entre 10 e 20%) nos próximos anos, uma realidade que contrasta com o aumento da demanda de recursos hídricos, tendo em vista o crescimento das áreas irrigadas. Tal cenário poderá comprometer o desenvolvimento das atividades agrícolas nos padrões atuais. Além disso, a redução da disponibilidade de água afeta não somente a população da região, mas também compromete a manutenção da fauna e flora nas áreas de Cerrado ainda preservadas no Oeste da Bahia.

O presente estudo visa avaliar a situação atual do desmatamento e das áreas irrigadas no Oeste da Bahia. Além disso, busca-se analisar os principais riscos que a região pode enfrentar, assumindo as mudanças climáticas previstas em cenários do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*).

1.1 QUESTÕES NORTEADORAS DO ESTUDO

As principais questões norteadoras deste estudo são: Qual a distribuição espacial do desmatamento e das áreas irrigadas em 2015 no Oeste da Bahia? Qual área de vegetação nativa afetada pelo desmatamento? Quais seriam os efeitos das mudanças climáticas sobre esse cultivo agrícola na região de estudo?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 *OBJETIVO GERAL*

Este trabalho visa espacializar o desmatamento e as áreas de agricultura irrigada no Oeste da Bahia em 2015 e, a partir disto, quantificar as áreas de vegetação nativa afetada e a demanda de recursos hídricos, contrapondo as previsões de diminuição da precipitação do IPCC.

1.2.2 *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- Aplicar técnicas de geoprocessamento e dados de sensoriamento remoto para mapear o uso e cobertura da terra, destacando as áreas irrigadas no Oeste da Bahia no ano de 2015;
- Quantificar a área irrigada e o consumo hídrico na região do Oeste da Bahia;
- Avaliar os impactos do crescimento das áreas irrigadas sobre a região;
- Avaliar os impactos previstos das mudanças climáticas sobre a atividade agrícola e sobre a região;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Sensoriamento Remoto e aplicações*

O comportamento humano, principalmente devido à expansão de seus territórios e a conversão de ambientes naturais em ambientes urbanos ou agrícolas, tem transformado constantemente os recursos naturais, disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos. Para que isso seja controlado e para compreender os fenômenos que causam estas mudanças, é necessário acompanhar as regiões exploradas com grande gama de escalas, tanto temporais quanto espaciais. A maneira mais efetiva e econômica de monitorar essas atividades é através de imagens de satélites (SAUSEN, [2000]).

O Sensoriamento Remoto, desde as suas primeiras aplicações voltadas para o meio militar, é a melhor maneira de obter dados, se tornando uma das mais bem-sucedidas tecnologias de coleta automática de dados para o levantamento e monitoramento dos recursos terrestres em escala global (MENESES 2012).

O Sensoriamento Remoto é um conjunto de atividades que permite obter informações dos objetos que compõem a superfície da Terra sem a necessidade de se obter um contato direto com estes. Permite a aquisição de dados, realização de estudos e tomada de decisão de forma mais rápida e efetiva (MORAES, 2002).

Devido à disponibilidade gratuita de imagens de satélites e de alguns programas computacionais, a aplicação do sensoriamento remoto se expandiu em diversas áreas de maneira que, atualmente, dados obtidos através do Sensoriamento Remoto estão presentes no dia a dia do cidadão comum (LIMA, 2011).

Outro ponto positivo do Sensoriamento Remoto é a existência de um vasto banco de dados, que permite a agregação de informações espaciais e não espaciais, formando um banco de dados geográficos. A partir do uso de tais bancos é possível prever quais ações necessárias a partir do diagnóstico geográfico (BERNINI et al., 2007).

As pesquisas ambientais tiveram novo norte devido aos avanços tecnológicos do Sistema de Informação Geográfica (SIG) pois, para lidar com recursos naturais, são necessárias a observação e a análise feita de maneira multitemporal. O Sistema de Informação Geográfica permite à avaliação e monitoramento de áreas desmatadas, por exemplo, estudo que necessita acompanhamento devido a sua dinâmica espacial. Dessa forma, o pesquisador amparado pelo Sensoriamento Remoto, através do exercício de interpretação das imagens, consegue construir diversos mapas com diferentes datas (SOUZA et al., 2011).

Existem diversos *softwares* dedicados ao tratamento de imagens. Através destes é possível gerar imagens alterando recursos como a composições de cores, ampliação de imagens e classificações temáticas dos objetos identificados, permitindo obter mapas temáticos que podem ser utilizados em diversas áreas de estudo como geologia, vegetação, uso do solo, rede de drenagem, entre outros (SAUSEN, [2000]).

Os princípios físicos do SR estão relacionados à radiação eletromagnética (REM). Essa radiação é a energia utilizada pelos sensores remotos que se propaga em forma de ondas eletromagnéticas com a velocidade da luz (FLORENZANO, 2011). A energia refletida pela superfície terrestre é captada pelos sensores eletrônicos, instalados em satélites artificiais, e transformada em sinais elétricos, os quais são registrados e transmitidos para estações de recepção na Terra, sendo então transformados em imagens. A radiação eletromagnética é o veículo que leva as informações das características das feições terrestres até os satélites e sem ela o Sensoriamento Remoto não existiria (FIGUEIREDO, 2005).

A visualização das diferentes informações de uma imagem só é possível devido ao comportamento das ondas eletromagnéticas quando entram em contato com a matéria, pois a radiação solar interage de maneiras distintas com cada tipo de alvo, fazendo com que assim, cada superfície possua a sua própria assinatura espectral (FIGUEIREDO,

2005). Os comportamentos distintos permitem interpretar as feições aparentes na imagem permitindo identificar determinadas características do ambiente físico.

Pesquisas utilizando o sensoriamento remoto tem sido cada vez mais recorrentes, diversos trabalhos como os de Spagnolo (2013), Silva et al. (2012) e Borges et al. (2010), têm utilizado o SR como ferramenta de identificação de áreas irrigadas no Cerrado, o que é facilitado pelo comportamento específico registrado por essa superfície.

A escolha do meio de obtenção de imagens deve ser feita de acordo com as necessidades do estudo, informações como escala, área de estudo são de grande relevância para a decisão, outra questão seria os objetos de estudo, pois cada sensor possui características específicas relativas as resoluções: espectral, radiométrica, espacial e temporal, o que interfere na captação do alvo desejado.

A rotação da Terra em torno do seu eixo combinado com o movimento de polo a polo do satélite permite que os satélites de SR cubram praticamente todas as regiões do Globo (FIGUEIRO, 2005), o que permite afirmar que imagens de satélites são de grande utilidade e confiabilidade para pesquisas em grandes áreas com menores escalas.

O sistema LANDSAT (LAND SATellite) foi o primeiro a obter imagens terrestres sinópticas de forma sistemática de média resolução. A série de satélites LANDSAT, desenvolvida pela NASA, iniciou sua operação em 1972. Os primeiros foram equipados com os sensores Multispectral Scanner System (MSS) e depois com o sensor ETM (Enhanced Thematic Mapper). Nestes se inclui o *Landsat 5* lançado no dia 1 de Março de 1984 (FIGUEIREDO, 2005) e desativado em Janeiro de 2013 (USGS, 2015).

Na época que o satélite foi lançado o Sensor TM era um sistema avançado de varredura multiespectral. A sua concepção foi realizada para proporcionar uma resolução espacial mais fina, melhor discriminação espectral entre objetos da superfície terrestre, maior fidelidade geométrica e melhor precisão radiométrica em relação ao sensor MSS (NOVO, 2008).

2.2 *Landsat 8 OLI/TIRS*

O Satélite Landsat 8 foi lançado em 11 de fevereiro de 2013 portando o sensor OLI (Operational Land Imager Sensor) e TIRS (Thermal Infrared Sensors), um sensor infravermelho térmico. Se encontra a 705 Km de altitude da Terra, com uma inclinação de 98,2 °. Possui um período de revolução de 99 minutos, equivalentes a 14,5 órbitas por dia. Possui uma resolução temporal de 16 dias. Sua resolução espacial para as bandas do

visível, NIR e SWIR são de 30 metros, de 100 metros para a banda térmica e de 15 metros para a banda pancromática.

O sensor OLI coleta dados de onda nas bandas espectrais infravermelhas visíveis, infravermelho próximo e curtas, bem como uma banda pancromática. Ele tem uma vida útil de cinco anos. O OLI fornece duas novas bandas espectrais, um adaptado especialmente para a detecção de nuvens e outro para observações da zona costeira. Os sensores OLI e TIRS do satélite Landsat 8 possuem diferentes detalhes nas aplicações e características das bandas espectrais (Tabela 1 e Tabela 2).

Tabela 1: Características das Bandas dos sensores OLI e TIRS do satélite Landsat 8.

BANDAS SENSOR OLI TIRS			
BANDAS	POSIÇÃO NO ESPECTRO	COMPRIMENTO	ALCANCE
1	Coastal aerosol	0,43 - 0,45	30 m
2	Azul	0,45 - 0,51	30 m
3	Verde	0,53 - 0,59	30 m
4	Vermelho	0,64 - 0,67	30 m
5	Infravermelho próximo	0,85 - 0,88	30 m
6	SWIR 1	1,57 - 1,65	30 m
7	SWIR 2	2,11 - 2,29	30 m
8	Pancromatica	0,50 - 0,68	15 m
9	Cirrus	1,36 - 1,38	30 m
10	Termal (TIRS) 1	10,60 - 11,19	100 m
11	Termal (TIRS) 2	11,50 - 12,51	100 m

Tabela 2: Aplicações e características das bandas dos Sensores OLI e TIRS do Landsat 8 (Adaptado de USGS).

OLI/TIRS	Aplicação
1	Estudos de regiões costeiras e aerossóis.
2	Capaz de distinguir vegetação decídua de vegetação de coníferas, pode ser utilizada para mapeamento batimétrico.
3	Enfatiza vegetação de dossel, útil para avaliar o vigor de plantas.
4	Capaz de discriminar vegetação de encostas.
5	Enfatiza o teor de biomassa e linhas costeiras.
6	Capaz de discriminar o teor de umidade do solo e da vegetação e é capaz de penetrar nuvens finas.

OLI/TIRS	Aplicação
7	Melhorou a aquisição do teor de umidade do solo e da vegetação e a capacidade de penetrar em nuvens finas.
8	Com a resolução de 15 metros, a imagem se torna mais nítida.
9	Melhorou a detecção de contaminação de nuvem cirrus.
10	Devido à resolução de 100 metros, o mapeamento térmico foi melhorado permitindo estimar a umidade do solo.
11	Devido à resolução de 100 metros, o mapeamento térmico foi melhorado permitindo estimar a umidade do solo.

2.3 Expansão agrícola no Cerrado

O Cerrado possui aproximadamente 2.039.386 de quilômetros quadrados, ocupando 23,92% de todo o território brasileiro, sendo o segundo maior bioma brasileiro, sendo ultrapassado apenas pela Amazônia (IBGE, 2004; MMA & IBAMA, 2011). O Cerrado, por possuir 44% da sua flora endêmica, é considerado a mais diversificada savana tropical do mundo (KLINK & MACHADO, 2005).

Possui cerca de 12.000 espécies vegetais nativas (MENDONÇA et al., 2008). Essa grande biodiversidade além do seu valor intrínseco, possibilita a qualidade da vida humana através dos serviços ambientais e é responsável pela manutenção dos recursos naturais. Possibilita também a ocorrência de diversos usos para a flora, tanto alimentícia e energética quanto medicinais, de fibras e ornamentais (OLIVEIRA et al., 2008).

Embora isto, outro ponto de grande interesse do Cerrado são os seus solos, dentre eles os Latossolos, abrangendo aproximadamente 45,7% de todo o bioma. Os Latossolos possuem grande aptidão agrícola por se situarem em relevo plano a suave-ondulado, com declividade favorável e, pelas suas características físicas, como profundidade, porosidade, boa drenagem e permeabilidade, são passíveis de uso agrícola por culturas anuais, perenes, reflorestamento e pastagens (SOUSA & LOBATO, 2015).

Essas características, juntamente com o avanço tecnológico, possibilitaram a expansão agrícola nas regiões abrangidas pelo Cerrado. Desta forma, depois da Mata Atlântica, o Cerrado é o bioma que mais sofreu com a ocupação humana. Nas últimas três décadas foi degradado devido à expansão da fronteira agrícola, incluindo o Oeste baiano. Além disso ainda existe a exploração predatória de madeira para a produção de carvão (MMA & IBAMA, 2009).

A expansão agrícola no Cerrado teve início na década de 1970 facilitada por políticas governamentais, infraestrutura de produção, escoamento e mercado, e fatores inerentes à terra como topografia, fertilidade dos solos, disponibilidade de recursos hídricos e regimes pluviométricos (SILVA, 2013).

Dado o potencial do Cerrado para a expansão da agricultura, durante a execução do II PND (Programa Nacional de Desenvolvimento), entre 1975 e 1979, foram traçadas estratégias para o setor, visando consolidar a expansão e financiar a incorporação de novas áreas de agricultura, através da oferta de crédito agrícola aos produtores. Para isto, foi criado o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (Polocentro), que visava o desenvolvimento agropecuário no Cerrado e, anos mais tarde, o PRODECER, que ocorreu em três fases de expansão, atingindo a região nordeste apenas nos anos 1980, todavia com maior alcance em 1990 (QUEIROZ, 2013).

Os programas governamentais para desenvolver a agricultura atingiram a sua meta, sendo que as exportações do Brasil entre 1965 e 1980 aumentaram 12 vezes (SILVA et al, 2009). Embora esses programas tenham sido responsáveis por elevar a economia brasileira, também provocaram uma altíssima taxa de degradação ambiental, principalmente no Cerrado (MMA & IBAMA, 2009).

Segundo dados de relatórios feitos pelo MMA e IBAMA (2009) entre 2002 e 2008 o Cerrado teve a sua vegetação reduzida de 1.136.521 km² para 1.051.182 km², o que significa uma redução de aproximadamente 7,5 %. Mais especificamente, teve uma taxa anual de desmatamento de aproximadamente 14.200 km²/ano, o equivalente a três Distritos Federais por ano.

Já no relatório feito em 2011, o bioma sofreu perda de aproximadamente 0,32% no período de 2009-2010, o equivalente a 6.469 km², mais de um DF por ano, com redução de 1.036.877 km² da cobertura vegetal (MMA & IBAMA, 2011).

A degradação ambiental no Cerrado, resultante da exploração agropecuária, tem levado a consequências que atingem além da vegetação nativa como o excesso de desmatamento. Também interfere nas características físicas do solo devido à erosão e compactação, atingindo os rios e a qualidade da água devido ao assoreamento e a contaminação da água subterrânea. Deste modo, a degradação ambiental é responsável por transformar consideravelmente o perfil do bioma, refletindo sobre todo o ecossistema (CUNHA et al., 2008).

Até o início da década de 1980 o espaço do cerrado baiano ainda abrigava uma pecuária extensiva de baixa produtividade e suas terras possuíam baixa cotação comercial,

além disso essas terras eram vistas pelas classes dominantes baianas como “vazias” e “marginais” Porém, com a chegada de imigrantes, o estado passou a repensar a forma de atuar na região levando a criação do Programa de Ocupação Econômica do Oeste (SANTOS, 2008).

Dessa forma, com o passar das décadas, devido às conjunturas econômicas nacionais e internacionais, as novas redes de transportes, novas tecnologias agrícolas, dentre outros fatores, foi possível, economicamente, o desenvolvimento dessas atividades na região, o que permitiu a ocupação de espaços de cerrado na região oeste da Bahia com a moderna agricultura de grãos (SANTOS, 2008).

Este crescimento econômico pode ser evidenciado nos dados do IBGE entre 1980 e 2005, a área de soja passou de 3.080 para 866.800 hectares. Ocorreu um incremento de 68% a.a. de crescimento da área plantada, resultado de incentivos governamentais, através de créditos financeiros, pesquisas e apoio técnico, juntamente com forte demanda do mercado externo pelo farelo de soja (SANTOS, 2008).

O Oeste da Bahia é de grande importância para a economia brasileira a partir da agropecuária, destacando a criação de gado, produção de grãos e a fruticultura (FERNANDES, 2009). Em 2011 obteve-se valor estimado de 2 milhões de hectares cultivados com área agrícola no Oeste da Bahia (BORGES; SANO et al, 2011).

No relatório de desmatamento no cerrado no período de 2002-2008 (MMA), dentre os municípios que mais desmataram foram Formosa do Rio Preto, São Desidério, Correntina, Jaborandi, Barreiras e Richão das Neves, principais municípios de atividade agrícola no Oeste da Bahia.

Já no período de 2009-2010 esses mesmos municípios ainda se encontravam entre os 10 municípios que obtiveram maior supressão da vegetação nativa, totalizando aproximadamente 420 km² de supressão vegetal (MMA). Revelando a exacerbada expansão dos cultivos agrícolas e o aumento do desmatamento, com o passar dos anos.

Dessa forma, a expansão agrícola explicita a necessidade de conservação do bioma cerrado, pois existe o risco de se perder o restante da diversidade existente no Oeste baiano (FERNANDES, 2009).

2.4 Expansão das áreas Irrigadas no Cerrado

A agricultura irrigada obteve expansão através do Programa de Financiamento de equipamentos de Irrigação (Profir) em 1982, o qual foi responsável por criar uma linha de crédito rural específica para investimentos em sistemas de irrigação com ênfase no

Cerrado (HEINZE, 2002). Deste modo, a quantidade de áreas irrigadas no Cerrado tem aumentado consideravelmente ao longo das últimas décadas e principalmente na Bahia (SPAGNOLO, 2013). Em 2005 obteve extensão de aproximadamente 394.000 ha (ANA, 2005).

Dentre as regiões que possuem maior área de agricultura irrigada destacam os municípios do Oeste baiano, principalmente Barreiras e São Desidério, pertencentes às sub bacias do Rio Grande e Rio Corrente, respectivamente. Houve aumento de 26% das áreas irrigadas nestes municípios entre 2006 e 2012, levando a fortes impactos sobre os recursos hídricos e disputas entre usuários em afluentes do Paracatu, inclusive nas sub bacias do Rio Grande (ANA, 2015).

A expansão da agricultura irrigada ocasiona maior demanda por recursos hídricos. Neste sentido é importante conhecer a distribuição destas áreas visando ordenar a ocupação e favorecer o uso racional dos recursos naturais (SPAGNOLO & COUTO JÚNIOR, 2013).

A partir disto é necessário atentar ao Cerrado que, além de sua relevante biodiversidade, ainda é o “berço das águas”, abrigando as nascentes de importantes bacias hidrográficas da América do Sul como a Amazônica, Platina e São Francisco (QUEIROZ, 2009).

O Cerrado baiano também é conhecido como o território de produção de águas, pois abriga mananciais superficiais e subterrâneos responsáveis pela vazão e estoque de água da Bacia do Rio São Francisco (LAGE et al., 2008), aportando aproximadamente 30% de sua vazão total, através das bacias dos rios Grande, Corrente e margem esquerda do Carinhanha.

No entanto as bacias hidrográficas do Oeste da Bahia estão em espaços fragilizados pois, devido a séries históricas de vazões dessas bacias e dados piezométricos quando comparado com crescentes demandas por usos múltiplos, é possível evidenciar a tendência de redução da vazão, resultado de práticas inadequadas, desmatamento generalizado realizado para a implantação da agricultura e o uso intensivo dos recursos hídricos pela irrigação, o qual não possui um critério rigoroso de outorga de água e nem um monitoramento para uso eficiente (LAGE et al., 2008).

A bacia do São Francisco, sofre grande exploração não sustentável (QUEIROZ, 2013), assim como as demais bacias do Cerrado. A bacia do São Francisco se encontra submetida a mudanças no regime natural das águas e à escassez provocada também pela

irrigação intensiva que, além de desperdiçadora, também altera o regime de dispersão e acumulação hídrica, levando ao assoreamento e à poluição dos mananciais.

As vazões retiradas na Bacia do São Francisco para a irrigação, são de aproximadamente 213,7 m³/s o que equivale a 77% do total de vazão retirada na região competindo com a demanda urbana (11%), industrial (7%), animal (4%) e rural (1%), o que mostra o alto consumo de água realizado pelas culturas irrigadas (ANA, 2015).

A expansão da agricultura irrigada no oeste da Bahia, que é justamente estimulada pela abundância de água, principalmente de mananciais superficiais e linhas de financiamento, no futuro exigirá uma demanda também crescente de energia elétrica (OLIVEIRA et al., 2009). Desta maneira vê-se a necessidade de se empreender esforços no sentido de usar com mais racionalidade os recursos hídricos e energéticos disponíveis.

Além disto, tem aumentado na região do Oeste da Bahia a procura pela água subterrânea, para suprir não apenas o uso humano, como das fazendas e vilarejos, mas principalmente de projetos de irrigação. Essa demanda tem crescido devido ao aumento de áreas de culturas irrigadas e pela adversidade climática sofrida pela região, o que prejudica a produtividade das lavouras (GASPAR; CAMPOS, 2007).

Existe também a ocorrência da poluição das águas subterrâneas ocasionada pela grande quantidade de agrotóxico que são utilizadas para a manutenção da lavoura (FERNANDES et al. 2009). Outro problema é o número de poços sendo que muitos deles já se encontram secos ou foram aprofundados para garantir a irrigação (FERNANDES et al. 2009).

O processo de retirada da cobertura vegetal e a substituição das matas nativas por cultivos irrigados, contribuem para incluir parte da região Oeste no cenário das áreas susceptíveis a desertificação ecológica, consequência da exaustão dos solos levando a impossibilidade de aproveitamento agrícola (FERNANDES et al. 2009).

Outra questão é que o processo de ocupação das bacias hidrográficas confere à área de ocupação um processo alto de degradação, secando alguns rios durante determinado período do ano, características que destoam das pertencentes à hidrografia da região (FERNANDES, 2009).

Desta forma, é importante fiscalizar e acompanhar o crescimento dessa prática, pois a irrigação é o uso consuntivo de recursos hídricos mais representativo no Brasil que, além de ser caracterizado pelas baixas taxas de retorno de água aos mananciais, se destaca também pela grande magnitude das vazões captadas (FREITAS & LOPES, 2015). Logo, é uma atividade que precisa de atenção, visto que compromete não apenas ao uso dos

recursos hídricos, mas a sustentabilidade dos rios e bacias na região, o que influencia também na manutenção das florestas.

2.5 Mudanças Climáticas

O clima afeta diretamente a produção de todos os setores da sociedade, e particularmente, aqueles que dependem exclusivamente dos processos naturais (a agricultura, a pesca, a produção de energia elétrica, dentre outros) (SILVA, 2012; SOUZA & AZEVEDO, 2012).

A variabilidade climática do nordeste brasileiro está associada a padrões em escala planetária, associados às oscilações termiais dos oceanos Atlântico e Pacífico. O fenômeno El Niño causa variações periódicas em escalas sazonal e interanual, resultante da interação entre oceano e atmosfera. Já o Atlântico é caracterizado por um forte ciclo sazonal, que se manifesta pelo deslocamento meridional da zona de convergência intertropical (ARAUJO & BRITO, 2011). Desta maneira, as mudanças climáticas em escala global possuem efeito na temperatura e influenciam nas taxas de precipitação do Nordeste.

No Nordeste do Brasil, em sua porção norte, a estação chuvosa ocorre de março a maio, quando a Zona de Convergência Intertropical está em sua posição mais a sul. Algumas previsões indicam que a ocorrência de uma fase positiva do modo meridional impede o deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) para Sul, sendo responsável por inibir as chuvas sobre o Norte e o Nordeste. Logo, a ocorrência de anomalias frias no Atlântico Equatorial – o Atlântico Niño – aumenta esta situação de seca (PBMC, 2014). No entanto, os eventos quentes no hemisfério norte podem também impactar o clima, criando um grande déficit na precipitação, como observado no Oeste da Bahia, através do deslocamento da ZCIT para Norte (WANG et al., 2007).

O aumento da temperatura em 2 °C pode estar associado à advecção de calor oriunda do litoral, sendo que a Mata Atlântica também possui interferência neste efeito. Com o aumento da temperatura, a vegetação fecha os estômatos, diminuindo o albedo e aumentando o seu armazenamento de energia, contribuindo para elevação da temperatura do ar acima da média global (BARBOSA et al., 2012).

O IPCC realizado em 2001 e 2007, indicou que alterações nos padrões de precipitação e o desaparecimento das geleiras, afetam a disponibilidade de água para o consumo humano e também para a agricultura (BARBOSA et al, 2012).

Na região oeste da Bahia, especificamente nos municípios de Barreiras, Correntina e Santa Rita de Cássia, ocorreu aumento na temperatura mínima diária, aumento das máximas e redução da intensidade das chuvas, aumentando também o número de dias sem chuva e redução da precipitação pluviométrica (SILVA & AZEVEDO, 2012; BARBOSA et al., 2012).

A diminuição da precipitação, juntamente com outras variáveis, interfere diretamente na recarga dos rios. O aquífero Urucuia ocupa área estimada de 120.000 km² sendo que cerca de 75-80% deste total está encravado na região do oeste da Bahia, e possui papel fundamental no abastecimento da bacia São Francisco (BONFIM & GOMES, 2004). O seu processo de recarga ocorre por infiltração da água das chuvas nas áreas de chapada, no entanto nessa área está instalada a grande parte das áreas agricultáveis da região, o que compromete o processo de recarga devido à compactação provocada pelo manejo dos solos (GASPAR & CAMPOS, 2007).

Considerando o abastecimento dos rios, recarga do aquífero Urucuia e a diminuição da precipitação, é necessário definir estratégias visando minimizar o impacto causado às bacias pelo uso intensivo dos recursos hídricos nas áreas irrigadas.

Dessa forma, a observação da variação climática e o monitoramento da expansão de áreas irrigadas são necessários para identificar regiões problemáticas visando realizar o melhor manejo dos recursos hídricos, a fim de que não ocorra escassez e estresse hídrico.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

A área de estudo compreende a região oeste da Bahia, localizada entre os paralelos 10° 11' 52'' e 14° 49' 47'' de latitude sul e entre os meridianos 047° 03' 38'' e 044° 13' 34'' de longitude oeste. Esta área inclui as bacias hidrográficas do Rio Grande e do Rio Corrente (Figura 1).

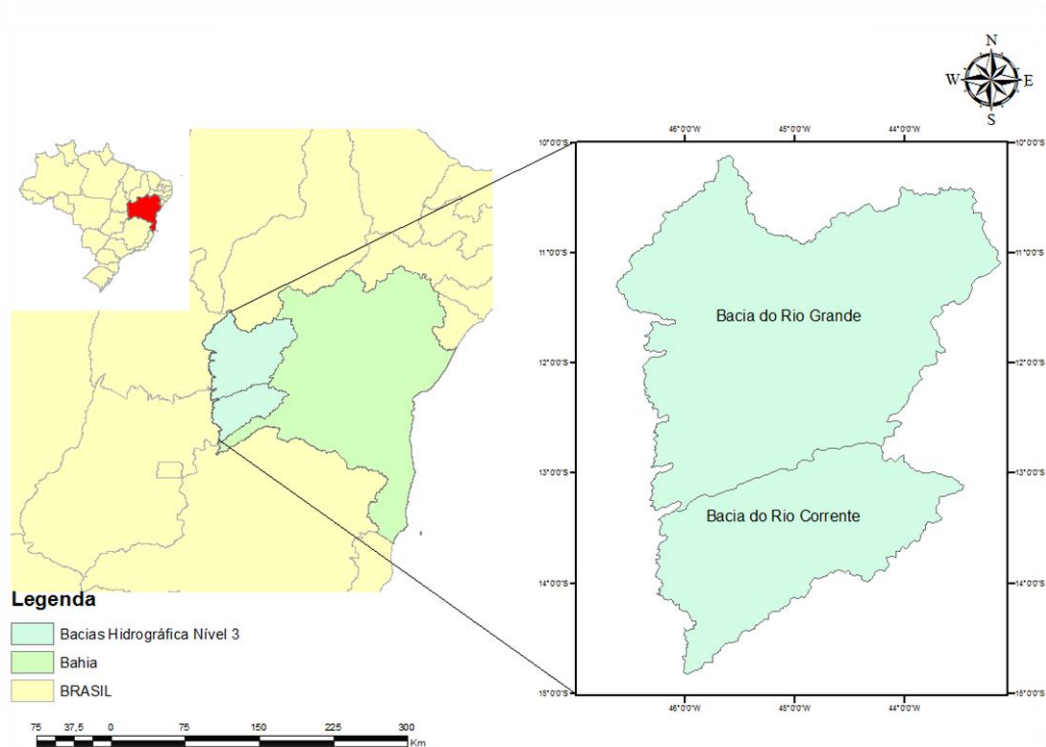


Figura 1: Mapa de localização da área de Estudo para as ottobacias de nível 3.

A região oeste da Bahia está situada à margem esquerda do Rio São Francisco banhada pelas bacias dos rios Grande e Corrente (Figura 1). Conta com 39 municípios, abrangendo superfície de 162 mil km² e população de 800 mil habitantes, equivalendo a 28,5% do território e 6,2% da população da Bahia, sendo sua economia predominantemente agropecuária (PINTO et al 2006). O Oeste da Bahia se encontra no Cerrado Brasileiro, com feições características do Bioma.

Os solos são antigos, profundos, bem drenados, com baixa fertilidade natural e acidez acentuada. Classificam-se em Latossolos, Concrecionários, Podzólicos, Litólicos, Cambissolos, Terras Roxas, Areias Quartzosas, Lateritas Hidromórficas e Gleis (EMBRAPA, 2009).

O clima do Oeste baiano é classificado como Aw de Köppen, com temperaturas médias anuais de 24°C, e precipitação média anual de 1.200 mm, distribuídos entre os meses de novembro e março, tendo, também, um período seco bem definido entre abril e setembro (CUNHA et al., 2001).

O cerrado no estado da Bahia é uma paisagem bem diferente das demais existentes e contrasta principalmente com o semiárido. Possui grande diferença em relação à estrutura geomorfológica, apresentando planaltos com topos aplainados, que são propícios para a mecanização da agricultura (FERNANDES et al, 2009). Essa

característica unida à vasta rede hidrográfica presente, torna a região propícia à implantação da moderna agricultura.

3.1.1 *Bacia do Rio Grande*

A Bacia do Rio Grande possui 76.630 Km², corresponde a 13,2% da área do estado e representa 12,6% da área de drenagem do Rio São Francisco sendo a maior sub bacia da Bahia (PEREIRA, 2004).

Abrange 17 municípios, como Luíz Eduardo Magalhães, Catolândia, Cristópolis, Cotequipe, Wanderley, Angical, Barreiras, Riachão das Neves, Santa Rita de Cássia, Mansidão e Formosa do Rio Preto. Já Baianópolis, São Desidério, Buritirama, Tabocas do Brejo Velho, Barra e Munquém do São Francisco não possuem 100% de sua área inseridos na bacia (INEMA, 2015).

Situada no médio São Francisco, a Bacia do Rio Grande possui três tipos climáticos: úmido, na região do extremo Oeste da bacia, com índices pluviométricos que podem ultrapassar os 1.700 mm anuais; subúmido, região central da bacia; e semiárido, parte oriental da bacia. Na região semiárida, junto à calha do Rio São Francisco, são observados índices pluviométricos inferiores a 800 mm, sendo comuns períodos de seca (MOREIRA & SILVA, 2010).

Aproximadamente 2/3 da região pertence ao Planalto do Chapadão Ocidental do São Francisco é inserido no Cerrado. A região possui grande parte da sua área antropizada, com intensa exploração agropecuária empresarial.

3.1.2 *Bacia do Rio Corrente*

A Bacia do Rio Corrente possui aproximadamente 34.875 km² de extensão e 190.761 habitantes. Abrange 13 municípios como Jaborandi, S. Maria da Vitória, Correntina e Canápolis. Os demais (Santana, Coribe, S. Félix do Coribe, Baianópolis, Serra do Ramalho, Cocos, São Desidério, Sítio do Mato e Bom Jesus da Lapa) não possuem todo o seu limite inserido na bacia.

Assim como a Bacia do Rio Grande, quase a totalidade do território pertence ao Planalto do Chapadão Ocidental do São Francisco, onde predomina vegetação de Cerrado e também expansão da exploração agropecuária. O trecho inferior pertence à Depressão San franciscana predominando alguns remanescentes de floresta estacional (INEMA, 2015).

O Clima varia do Úmido ao Semiárido. Nas regiões úmidas possui chuvas anuais superiores a 1600 mm no extremo oeste da região, enquanto nas Semiáridas as chuvas anuais são inferiores a 900 mm, junto à calha do rio São Francisco.

3.2 Base de Dados

Para o mapeamento do uso e cobertura da terra da área de estudo, foram utilizadas imagens do satélite Landsat-8, sensor OLI (*Operational Land Imager*), adquiridas em 2015 na internet no *site* do USGS (*United States Geological Survey*). As imagens já são georreferenciadas em projeção UTM e Datum WGS 84. Envolveram as órbitas (*Path*) 219, 220 e 221 e pontos (*Row*) 67,68, 69 e 70, (Figura 2; Tabela 3).

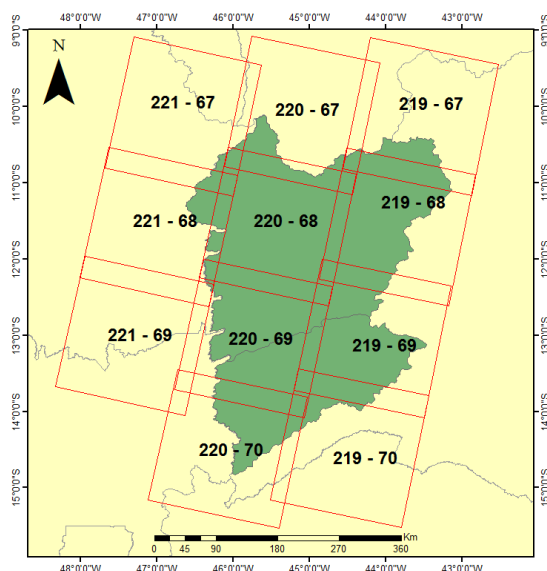


Figura 2: Órbitas e Pontos de Imagens de Landsat 8 para o Oeste baiano.

As imagens foram obtidas entre agosto e setembro (Tabela 3) tendo em vista os meses de seca, com menor quantidade de nuvens e quando as áreas de agricultura irrigada se destacam dos cultivos não irrigados (SILVA et al., 2013).

Tabela 3: Cenas utilizadas para cobrir a área de Estudo.

Período	Cenas				
	Sensor	Órbita	Pontos	Nº de Imagens	Data
2015	OLI	219	67,68,69 e 70	4	21/08/2015 29/08/2015
		220	67,68,69 e 70	4	e 30/09/2015
		221	67,68 e 69	3	04/08/2015
Total de imagens				11	

3.3 Dados temáticos

Também foram utilizados nas análises do uso e cobertura da terra no Oeste baiano os seguintes dados temáticos em formato vetorial (*shapefile*) com sistema de coordenadas GCS SIRGAS 2000:

- Geodatabases de otobacias de nível 3 adquiridos pelo site da ANA, onde foi retirada a área de estudo;
- Geodatabase de pivôs em 2013 levantados pela ANA, para realizar a comparação dos Pivôs encontrados em 2015;
- Geodatabase de Desmatamento no Cerrado em 2008, 2009 e 2010, disponibilizadas pelo MMA, onde foi feita uma seleção das informações referentes apenas à área de estudo;
- Geodatabase de áreas remanescentes do Cerrado em 2008 para calcular a área total de culturas agrícolas (MMA);
- Geodatabase de cobertura vegetal do Cerrado para calcular a área de cultivo agrícola em 2002 (MMA);
- Geodatabase de cobertura vegetal da Caatinga para calcular a área de cultivo agrícola em 2002 (MMA);

A partir destes dados temáticos vetoriais foi possível estimar as áreas da expansão agrícola, levando em conta os limites da área de estudo.

3.4 Processamento

Para compor as imagens foram utilizadas as bandas 2, 3, 4, 5, 6 e 7 do Landsat 8, sensor OLI, foi feita a composição destas bandas. A partir das imagens com as bandas compostas, foi feito um mosaico dos vários pontos (*Row*) para cada órbita (*Path*). Cada mosaico foi recortado para compor apenas os limites da área de estudo.

Inicialmente, foi feita análise visual dos mosaicos de imagens em composição colorida RGB 3/4/5, onde a banda 3 corresponde à faixa espectral do vermelho, a banda 4 corresponde à faixa espectral do infravermelho próximo e a banda 5 corresponde à faixa espectral do infravermelho médio. Esta composição realça as áreas cobertas por vegetação fotossinteticamente ativa em tonalidades verde-rosa (SOUZA et al., 2011).

3.5 Análise de Componente Principal (ACP)

Os mosaicos de imagens Landsat foram transformados utilizando a Análise de Componente Principal (ACP). A transformação das imagens multiespectrais em seus

respectivos Componentes Principais contribui com o melhor desempenho dos classificadores digitais de imagens, pois possibilita melhor discriminação das assinaturas espectrais das classes de interesse, especialmente em classes com redundância na reflectância (RIVERA-LOMBARDI, 2005).

O método estatístico ACP transforma imagens multiespectrais em novas imagens composta por Componentes Principais, análogas às bandas. As bandas originadas são chamadas de bandas CP e são combinações lineares das bandas espectrais originais, estas não são correlacionadas, evitando as redundâncias que frequentemente ocorrem com bandas de reflectância espectrais.

O mesmo número de bandas de entradas é o que define o número de bandas de saída. A banda CP1 possui alta percentagem da variância dos dados, a CP2 possui menos variância que a primeira, e assim por diante. As últimas bandas CP apresentam mais ruídos, pois estas possuem pouca variância, os quais são originários das bandas espectrais originais (RICHARD, 1999). No presente estudo foram utilizados os cinco primeiros componentes (CP). O último componente apresentou muito “ruído” e, por isso, foi descartado da análise.

3.6 Classificação Supervisionada

Para o mapeamento do uso e cobertura da terra da área de estudo em 2014, foi utilizada a classificação supervisionada, com o algoritmo Máxima Verossimilhança (*Maximum Likelihood*). Este método foi aplicado de forma individual para cada mosaico da Análise do Componente Principal derivados das imagens Landsat. A classificação por mosaico buscou minimizar os efeitos sazonais (diferentes datas) na classificação. Desta maneira, foram feitas 4 classificações, uma para cada órbita e uma para a órbita/ponto 220/70 que foi adquirida em data diferente.

Na amostragem de cada uso e cobertura da terra para a classificação supervisionada, foram considerados 9 tipos de uso e cobertura de interesse para classificação: Corpos d’água, Sombra, Cerrado Denso, Cerrado Ralo, Mata ciliar, Agricultura, Irrigação, Incêndio e Solo exposto. Para cada classe de interesse foram amostrados 20 a 60 polígonos com o intuito de melhor representar a área. As assinaturas espectrais foram estimadas utilizando os mosaicos de imagens do PCA.

3.7 Áreas Irrigadas

As áreas irrigadas foram delimitadas (em formato vetorial) na tela de um computador, utilizando interpretação visual das imagens multiespectrais do satélite Landsat-8 Sensor OLI, adquiridas em 2015, composições coloridas RGB 5/4/3 e 6/4/5, em escalas variáveis entre 1:50.000 e 1:100.000. Para a delimitação das áreas irrigadas foram consideradas duas situações: apenas os pivôs centrais em 2015 e os pivôs juntamente com as áreas de irrigação convencional (não-pivôs centrais). Em todos os casos, as áreas irrigadas foram identificadas pela comparação de suas tonalidades de verde e o contraste com as demais áreas de agricultura e vegetação nativa presentes nas imagens. As áreas de pivôs centrais apresentavam forma circular, enquanto os não-pivôs apresentavam forma predominantemente retangular.

Para estimar a vazão aproximada por hora e por dia da região, foi considerada a vazão média por pivô central no Oeste da Bahia (OLIVEIRA et al., 2004).

Para fins de análise das outorgas da bacia do rio Grande e rio Corrente, foi obtido junto a Agência Nacional de Águas (ANA) o cadastro de usuários de água da bacia (CNARH) em novembro de 2015.

3.8 Pós-Processamento

Após a classificação supervisionada, foram feitas edições visuais de algumas confusões óbvias do classificador. Os principais casos de confusão do classificador ocorreram com o cerrado típico e áreas de pastagens. Essas áreas foram devidamente reclassificadas com base na experiência e acuidade visual do interprete responsável pelo mapeamento desta pesquisa. Após a edição visual, as imagens classificadas foram submetidas ao filtro *Majority*, com janela 5x5 pixels, afim de eliminar ruídos da classificação.

Na sequência, as áreas de irrigação vetorizadas em tela de computador foram convertidas para formato matricial e agregadas às imagens classificadas, incluindo assim uma nova classe de uso da terra “áreas irrigadas”.

3.9 Avaliação da acurácia do mapeamento do uso e cobertura da terra

A avaliação da acurácia do mapeamento do uso e cobertura da terra foi feito a partir de uma Matriz de Confusão, comparando pontos amostrais nas imagens classificadas e imagens referência de melhor resolução espacial. As imagens referência

foram geradas a partir da fusão espectral e espacial (*resolution verde*) das bandas espectrais, com a pancromática do Landsat 8, sensor OLI. Com isso, todas as bandas espectrais ficaram em resolução espacial 15 metros.

Para garantir a confiabilidade dos dados, foi feita uma análise de acurácia, utilizando a banda pancromática (banda 8 do Landsat 8) que converteu a resolução espacial de 30 metros para 15 metros, permitindo confirmar a classificação.

Foram distribuídos aleatoriamente 200 pontos para a validação da classificação. Cada ponto foi comparado à classificação com a imagem referência de melhor resolução espacial. Esses dados foram utilizados para estimar, numa matriz de confusão, a acurácia global e individual por classe de interesse do mapeamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação da Acurácia do mapeamento

Dos 200 pontos distribuídos aleatoriamente para a estimativa da acurácia, 161 pontos foram classificados corretamente resultando em uma exatidão global de 80,5%. O coeficiente de concordância Kappa foi de 0,76 considerado “muito bom” (LANDIS e KOCH, 1977).

Na análise individual de cada classe foi possível observar que valores do índice de Kappa se encontram entre 0,4 e 0,9. Estes resultados indicam uma confiabilidade de moderada a alta para as classes. As classes “agricultura” e o “Cerrado” apresentaram índices ótimos, o que garante bons resultados do mapeamento para as análises subsequentes desta pesquisa.

A classe sombra obteve o maior valor de omissão, atingindo 100%. Entretanto, essa classe não possui grande relevância para o estudo em questão, pois esta foi criada a fim de facilitar a discriminação entre superfícies que pudessem ser confundidas pelo classificador, como a água.

As classes que possuíram maiores valores de omissão foram Mata Ciliar e Cerrado Denso com 62% e 26% respectivamente. Comparando com os maiores erros de comissão identificados, cerrado típico (47%) e irrigação (44%), observa-se que a subestimação da mata ciliar pode estar relacionada com a superestimação da irrigação assim como a subestimação do “cerrado denso” pode estar relacionada com a superestimação do “cerrado típico”, pois a matriz de confusão indica que a irrigação e o cerrado típico foram as classes com acurácia mais baixa. No entanto, a baixa acurácia das áreas irrigadas foi

resolvida com o mapeamento visual, que foram agregados ao mapeamento digital supervisionado (*Tabela 4*).

Tabela 4: Matriz de confusão da Classificação do Uso do Solo no Oeste da Bahia.

		Classificação								Total	%EC	Exat. Prod.	
		AG	IN	CT	CD	SO	MC	IR	SE				AGR
Referência	AG	8		1		1					10	20%	100%
	IN		15			1	1			1	18	17%	93,7%
	CT		1	19	9			1	2	4	36	47%	86,4%
	CD				37		1				38	3%	74%
	SO					0					0	0%	--
	MC				2		5			1	8	38%	38,5%
	IR				2		6	10			18	44%	90,9%
	SE								10	2	12	17%	76,9%
	AGR			2						1	57	60	5%
Total	8	16	22	50	2	13	11	13	65	161			
%EO	0%	6%	14%	26%	100%	62%	9%	23%	12%				
Exat. Usu	80%	83,3%	52,8%	97,4%	--	62,5%	55,6%	83,3%	95%				
Exatidão Global		80,5%											
Índice Kappa		0,76											

AG = Água; IN = Incêndio; CT = Cerrado Típico; CD = Cerrado Denso; SO = Sombra; MC = Mata Ciliar; IR = Irrigação; SE = Solo Exposto; AGR = Agricultura; EO = Erro de Omissão; EC = Erro de Comissão.

A agricultura apresentou baixo erro de comissão (igual a 5%), mostrando superestimação baixa. Dentre os pixels classificados como agricultura, apenas 5% não pertenciam a essa denominação. No entanto, estima-se que a agricultura foi subestimada neste estudo, pois algumas regiões com intervenção humana evidente, com divisão de talhões em fase inicial da implantação de áreas agrícolas, não foram discriminadas adequadamente pelo classificador. Com isso, estas áreas foram classificadas como cerrado típico.

Essas confusões podem ter ocorrido devido ao comportamento espectral semelhante entre as classes. Entretanto, os equívocos gerados não comprometem o produto final gerado pela classificação, pois as classes Cerrado Denso e Cerrado Típico representam a vegetação nativa. Logo, a subestimação de um, realizada pela superestimação do outro, não interfere nos dados utilizados para comparar a supressão da vegetação frente à expansão agrícola. No caso da Irrigação, esta é compensada devido à identificação visual através de seus padrões, realizada manualmente, tornando assim mais confiáveis os resultados.

4.2 *Uso e cobertura das terras*

Os resultados do mapeamento do uso e cobertura da terra na região do Oeste baiano, indicam que o cerrado foi a classe predominante, ocupando 66,5% da área total

de estudo. Em seguida, estão as áreas ocupadas por cultivos agrícolas que abrangem 30,4% . as áreas irrigadas ocupam 1,7% e as demais classes ocuparam o 1,4% restante (Figura 3). Solo exposto foi categorizado como agricultura após a classificação, pois a maioria dessa classe foi encontrada em regiões agrícolas e caracterizam parte do ciclo de produção.

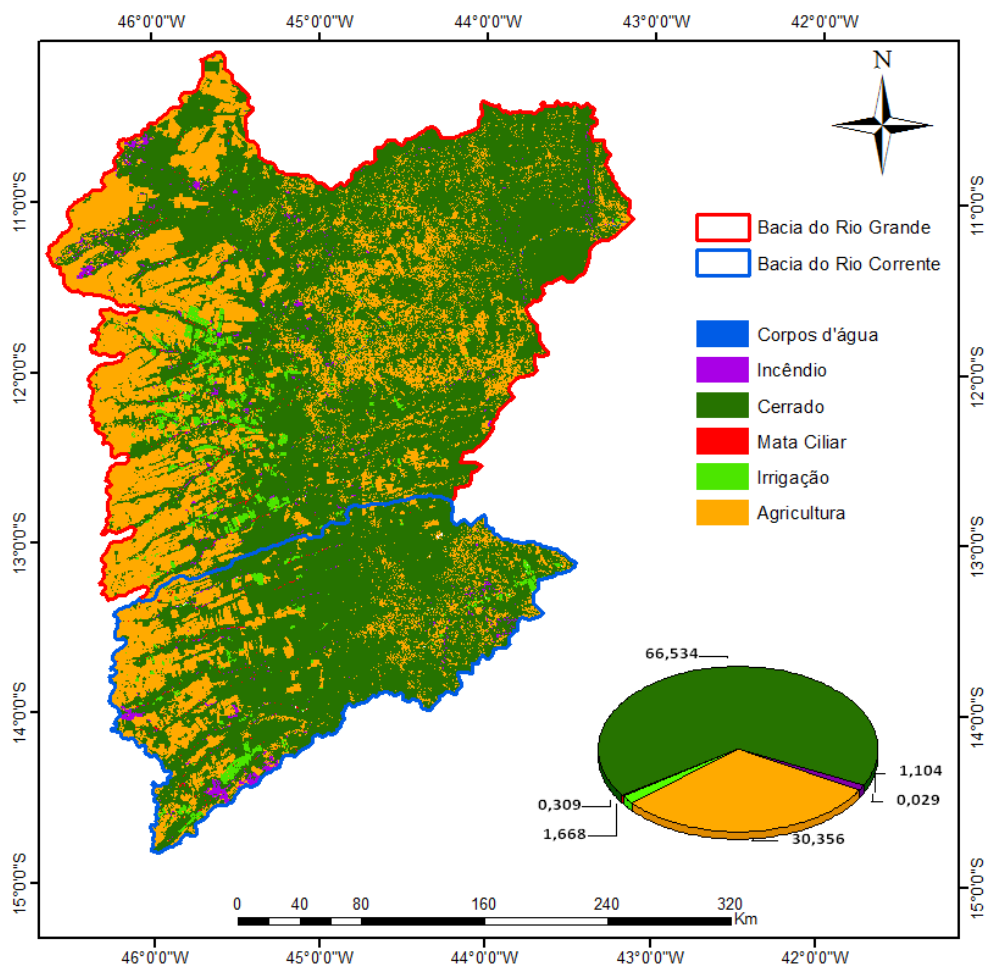


Figura 3: Classificação do uso do solo no Oeste da Bahia em 2015.

4.3 Desmatamento

O alto índice de desmatamento está relacionado ao avanço da agricultura e da pecuária extensiva, que são associadas a queimadas e desmatamentos em grandes escalas (MMA). Analisar o avanço da agricultura é necessário, visto que sua parcela de contribuição no desmatamento é mais representativa na região de estudo.

A agricultura obteve área de 34.118 Km² (Tabela 5), equivalendo aproximadamente à metade da área coberta pela vegetação nativa. Em dados do MMA para 2008 foi registrada área de 39.130 Km², resultando em maior área em um período anterior do que o atual. No entanto, isto pode ser justificado devido à subestimação da

agricultura ocorrida pela confusão de áreas já antropizadas porém cobertas por vegetação secundária.

Tabela 5: Uso e cobertura da terra no Oeste baiano em 2015.

Classe	Área Km²	Área (%)
Corpos D'água	32,7	0,03
Incêndio	1.241	1,1
Cerrado	74.779	66,5
Mata Ciliar	347	0,3
Irrigação	1.874	1,7
Agricultura	34.118	30,4
TOTAL	112.391	100

No período entre 2002 (MMA) e 2015, identificou-se crescimento expressivo de 75% da área inicial. Neste intervalo foi acrescentado 14.348 km² de áreas de agricultura aos 19.770 km² identificadas em 2002.

Em análise dos dados produzidos pelo MMA, foi observado que a agricultura na região aumentou 5% entre 2008 e 2010, passando de 40.440 km² para 41.237 Km², respectivamente, confirmando a expansão agrícola na região.

O boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, elaborado pela Embrapa (2011), que analisou alguns municípios do Oeste da Bahia, identificou que entre 2005 e 2010 parte da vegetação nativa foi desmatada em decorrência do rápido desenvolvimento agrícola. Este ocupa grande parte da área dos municípios locais, sendo que São Desidério e Correntina, pertencentes à Bacia do Rio Grande, foram os municípios que mais se destacaram pelo aumento de área agrícola com redução na área de pastagem e vegetação nativa.

Outra confirmação do aumento das áreas agrícolas é obtida a partir do anuário da AIBA, que mostra um aumento de 126,2 mil hectares entre 2012 e 2014, para os cultivos de soja, algodão e milho, principais culturas do Oeste da Bahia, produzindo 6.921,8 mil toneladas, sendo que, ainda assim, procuram produzir o dobro dentro de 10 anos. Esta projeção indica que as áreas com agricultura ainda serão aumentadas para suprir as necessidades do mercado de exportação. Entretanto, ao compará-la com os indícios de alterações no clima, torna evidente uma possível redução na produtividade.

A supressão da vegetação nativa frente à expansão dos cultivos agrícolas ameaça não somente a biodiversidade do Cerrado, mas também a recarga dos rios, pois a retirada da vegetação interfere na capacidade do solo de infiltrar água, pois a implantação da agropecuária, juntamente com a devastação das matas ciliares provoca o desaparecimento das veredas, o assoreamento e a intermitência de cursos d'água (LAGE et al., 2008). Essa

remoção da vegetação natural próxima às margens de rios, além de afetar a vida aquática e todo o ecossistema, também pode acelerar o processo de erosão natural, além de reduzir a proteção natural contra enchentes e, como consequência, causa o assoreamento de recursos hídricos naturais ou artificiais (BARBOSA et al., 2014).

Os aquíferos também podem ficar comprometidos, pois a água subterrânea além de ser explorada de forma irracional e sem controle, possui relacionamento com a água superficial, principalmente no caso dos afluentes da margem esquerda do rio São Francisco, pois a sua perenidade depende do fornecimento das águas dos aquífero (BOMFIM & GOMES, 2004).

Devido ao desmatamento, os rios da bacia do Rio São Francisco estão entulhados de sedimentos, prejudicando não somente as atividades agrícolas e o consumo humano, mas também a navegação devido aos bancos de areia formados (MMA).

O desmatamento também pode contribuir para alterações climáticas de maneira regional pois, devido à retirada da vegetação, há aumento da temperatura, pois toda a energia que seria voltada para a evapotranspiração, fica retida em forma de calor (SALATI, 2007).

Outro ponto é o desequilíbrio no estoque de carbono, pois o Cerrado, devido a sua alta taxa de desmatamento, é relevante fonte de emissão de gás de efeito estufa (MMA, 2009). Por este, e por outros motivos, é necessária uma maior atenção ao bioma Cerrado, com enfoque nas áreas de grande exploração, como o oeste baiano, visto que além de causar alterações no clima, a sua devastação compromete a integridade de um dos principais rios do Brasil, o rio São Francisco.

4.4 Irrigação

As áreas irrigadas abrangeram 1.874 km², sendo que os pivôs centrais ocupam 74% dessas áreas, com 1.389 km². Comparando com 2013, novos 29 pivôs apareceram na região, resultando um aumento de 100,1 km² em apenas 2 anos, ou 7,7% a mais da área já usada para a irrigação (Tabela 6).

Tabela 6: Comparação do número de Pivôs de 2013 para 2015.

Bacia	Nº de pivôs 2013	Nº de pivôs 2015	Área 2013 (Km²)	Área 2015 (Km²)
Rio Grande	912	895	950,4	975,6
Rio Corrente	354	400	338,6	396,9
Total	1.266	1.295	1.289	1.389

Essa diferença pequena no aumento do número de pivôs se deve ao “desaparecimento” de outros, principalmente na região da Bacia do Rio Grande, onde alguns, principalmente os que se encontravam nas margens dos rios, foram substituídos por vegetação secundária ou foram desfeitos tomando a forma de agricultura convencional. Entretanto, na parte sul da bacia do Rio corrente houve um aumento acentuado na densidade de pivôs (Figura 4).

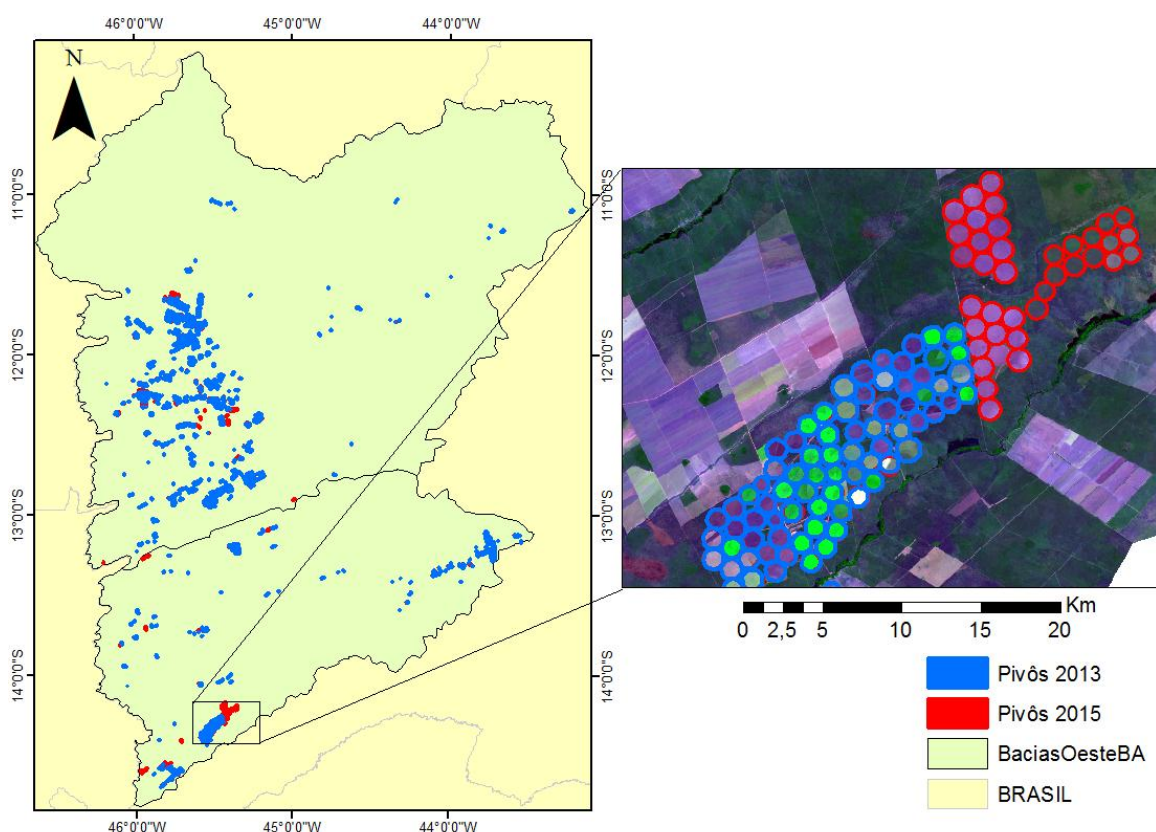


Figura 4: Diferença entre o Número de Pivôs em 2013 e 2015.

A expansão das áreas irrigadas está diretamente relacionada com ao aumento da demanda de recursos hídricos. Os pivôs centrais possuem uma vazão média por hora, considerando os períodos de seca, estes pivôs passam mais tempo ligados, utilizando mais água.

Pivôs maiores que 90 ha predominam na Mesorregião do Extremo Oeste Baiano (Microrregiões de Barreiras e Santa Maria da Vitória) (LANDAU et al., 2014), indicando que o Oeste é a região da Bahia que mais demanda de seus rios. Para pivôs no Oeste baiano são utilizados aproximadamente $411\text{ m}^3\text{ hora}^{-1}$, sendo o tempo médio de irrigação por dia igual a 14,4 horas para alguns pivôs em fazendas de Barreiras (OLIVEIRA et al., 2004). Dessa maneira, a vazão diária de um pivô está em torno de $5.918,4\text{ m}^3$ por dia.

Considerando o número de pivôs encontrado, é usada uma vazão de 7.664.328 m³/dia de água.

É importante frisar que estes valores são estimativas, visto que outros fatores devem ser levados em consideração, como a eficiência e tamanho do pivô, época do ano, tipo de cultura, disponibilidade hídrica, dentre outros.

A vazão total outorgada superficialmente na bacia do rio grande foi de 38,98 m³ s⁻¹ para 2012 (ALMEIDA & MOREIRA, 2014), equivalente a 143.928 m³ h⁻¹. Os pivôs da bacia do Rio Grande somados, representariam uma demanda aproximada de 374.859,4 m³ h⁻¹ para 2013, duas vezes mais que as vazões concedidas pelas outorgas superficiais em 2012.

Embora em 2015 o número de pivôs tenha diminuído na bacia do Rio Grande, acredita-se que a quantidade demandada de água para irrigação foi compensada pela criação de novas áreas irrigadas da agricultura convencional, juntamente com a criação de novos pivôs na bacia do Rio Corrente. De aproximadamente 145.504, m³ h⁻¹ de água utilizada em 2013 passou para 164.412 m³ h⁻¹ aumentando em 13% a vazão.

Dados do CNARH (Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos) mostram que existe apenas cinco outorgas registradas na região de estudo voltadas para pivô central, resultando em apenas 1,25 m³/h de água demandada. Este valor é incompatível quando comparado à estimativa de 532.245 m³/h demandados pelo atual número de pivôs, não atingindo 0,1 % da estimativa equivalente à demanda atual. Visualmente, esta incompatibilidade também é clara, pois existem mais pivôs do que outorgas para este fim (Figura 5).

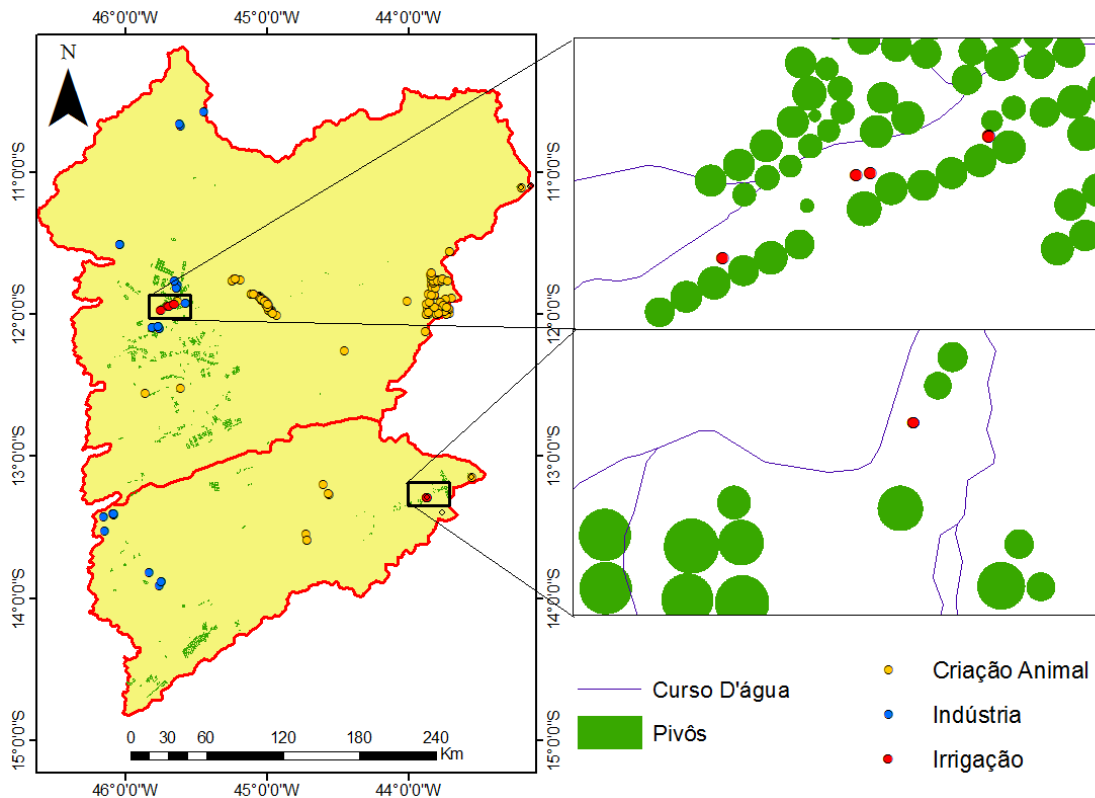


Figura 5: Quantidade de outorgas (CNARH) e quantidade de pivôs no Oeste da Bahia.

Esta questão salienta o uso indevido dos recursos hídricos que ocorre sem a obtenção de outorgas. Em 2012 foi registrada situação semelhante na bacia do Rio Grande pois a grande quantidade de agricultura presente não era compatível com o baixo número de outorgas, indicando baixo controle do órgão gestor sob a captação de água (ALMEIDA & MOREIRA, 2014). O crescimento da agricultura irrigada e a falta de fiscalização quanto à quantidade de água que está sendo utilizada gera um grande conflito, afinal sem o devido controle, o monitoramento da quantidade e a qualidade dos recursos hídricos na bacia ficam comprometidos.

Este cenário é mais preocupante quando se analisa os índices pluviométricos da região. Esta sofre um período de deficiência hídrica durante cinco a sete meses, onde a irrigação é necessária para garantir a viabilidade da plantação. Para a cultura do feijoeiro por exemplo, agosto e setembro, meses de menor precipitação, ocorre a maior demanda de irrigação de 2,5 a 4,1 mm dia⁻¹ (SILVA, et al. 2005), resultando em maior exploração dos recursos hídricos dos rios na bacia.

As vazões dos rios Corrente e Grande também devem ser consideradas na demanda por água para irrigação. No relatório do programa de revitalização do rio São Francisco feito pelo MMA, consta que a vazão do rio Corrente no mês de seca (Setembro)

é de 694.800 m³/h, enquanto a estimativa de vazão dos pivôs na bacia do Rio Corrente equivale a 164.400 m³/h, representando 24% do total da vazão. O Rio grande apresenta a mesma vazão em setembro que o Rio Corrente, contra 367.845 m³/h de água demandada pela estimativa, representando 52% da sua vazão (Tabela 7).

Tabela 7: Vazão média dos Principais afluentes do rio São Francisco (Adaptado ao Programa de Revitalização do Rio São Francisco, MMA).

Rio	Área de Drenagem (Km ²)	Vazão média (m ³ /h)			Demanda estimada (m ³ /h)
		Março	Setembro	Anual	
Grande	65.900	1.209.600	694.800	943.200	367.845
Corrente	31.120	1.062.000	694.800	903.600	164.400

Embora sejam estimativas brutas, estão coerentes com os dados apresentados por Rocha, [2000] no seminário sobre a questão da água no Nordeste, para a mesma área de estudo. A bacia do Rio Grande apresentou demanda máxima de 269.352 m³/h em relação a área irrigada, de 828 km², e a Bacia do Rio Corrente apresentou 204.408 m³/h demandadas para a área irrigada igual a 629 km².

Considerando que a maioria dos empreendimentos se encontram próximos aos afluentes dos rios Corrente e Grande (Figura 6 e Figura 7) e que esses rios (afluentes) possuem menor vazão justamente por dependerem dos rios principais, estes percentuais despertam grande preocupação, visto que foram calculados com base na vazão dos rios principais das bacias em questão, o que torna essa exploração, regionalmente, mais acentuada e capaz de comprometer a existência dos rios de menores níveis.

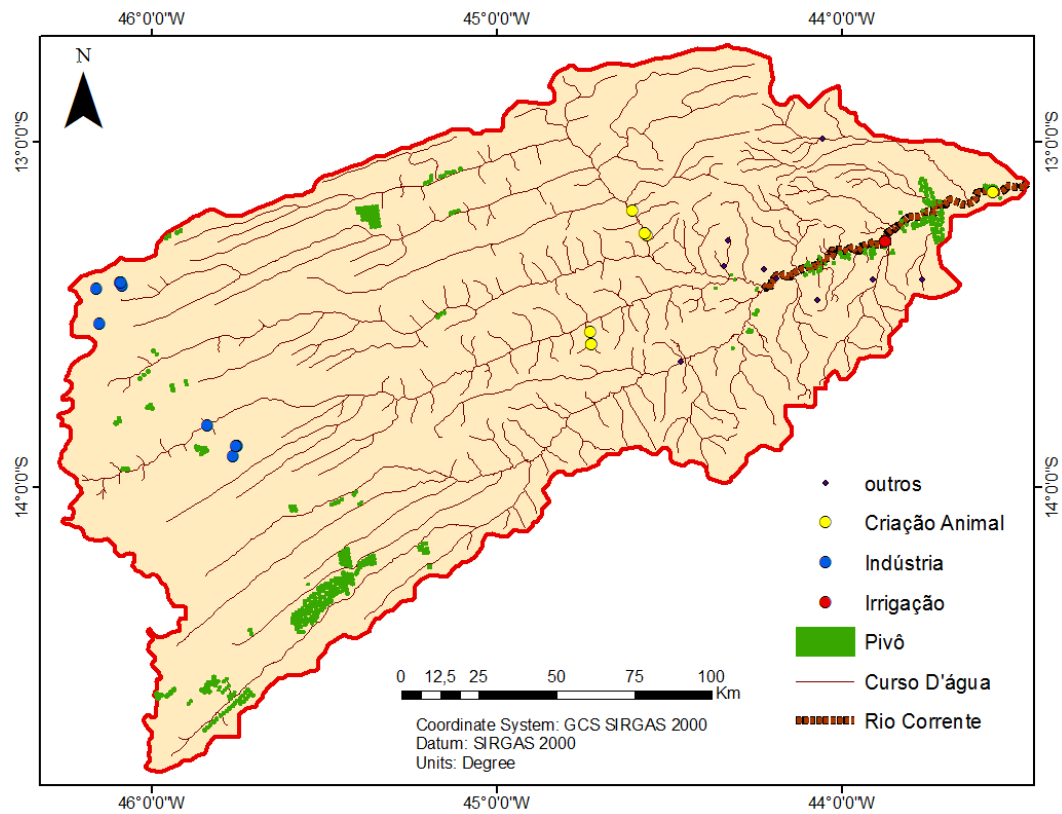


Figura 6: Proximidade dos empreendimentos em relação ao Rio Corrente e outorgas.

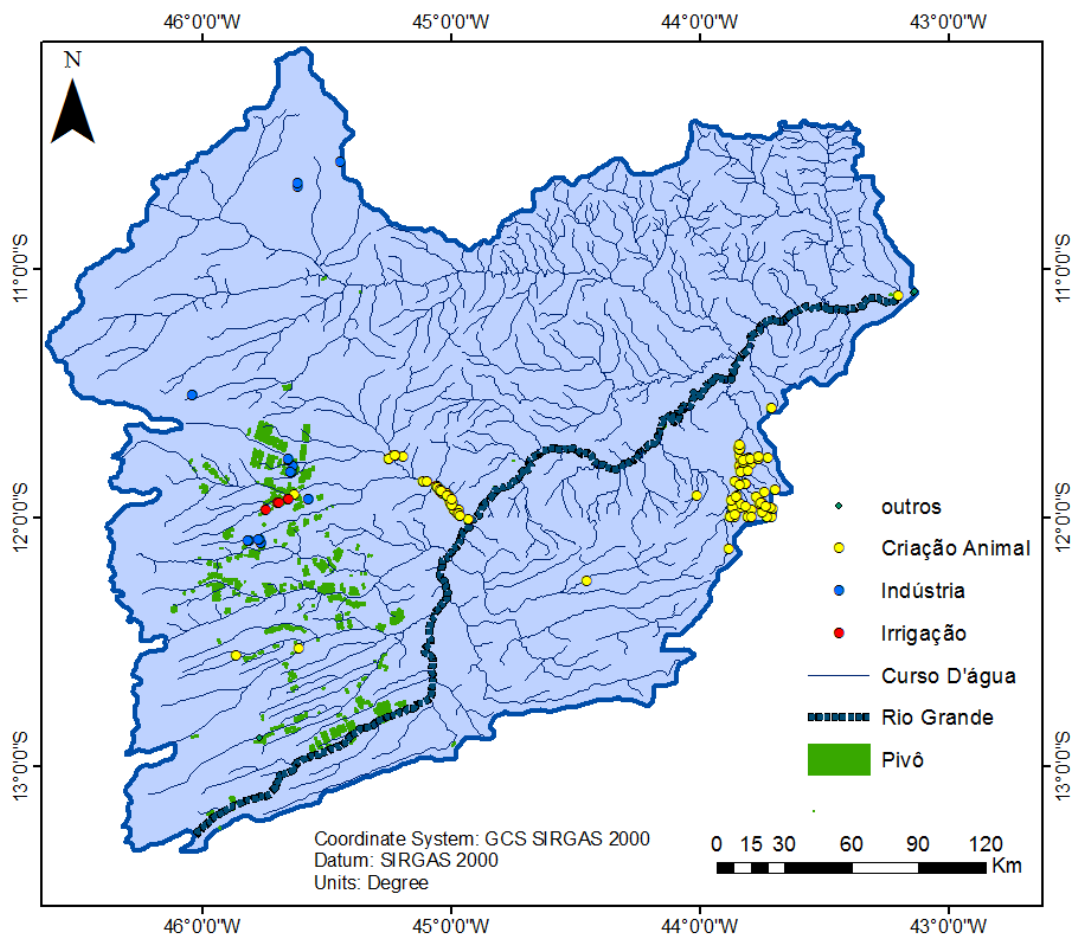


Figura 7: Proximidade dos empreendimentos em relação ao Rio Grande e outorgas.

4.5 *Mudanças Climáticas*

As mudanças climáticas têm sido o foco de pesquisas científicas. A distribuição espaço-temporal das chuvas associada aos baixos valores pluviométricos anuais, impactam diretamente a agricultura (ROMANI et al., 2010).

Para o oeste baiano as condições de redução na precipitação são ainda mais críticas, pois é a região da Bahia que possui o segundo maior volume pluviométrico o que beneficia as atividades agrícolas na região. Logo, qualquer alteração no regime de chuvas, compromete todo o planejamento dos plantios levando os produtores a explorarem ainda mais os recursos hídricos sem pensar na sustentabilidade dos rios.

Outro ponto que influencia nas massas de ar sob o Nordeste é o aumento da temperatura das correntes marítimas úmidas pois estas alteram também a temperatura da superfície do mar aumentando a evaporação (ARAUJO & BRITO, 2011).

A indisponibilidade de água, juntamente com os baixos níveis de precipitação, leva os produtores a reduzirem sua área de plantio e reduzem a produtividade, interferindo diretamente na economia do país. Em 2012, a precipitação média foi inferior à média histórica, com diferença de 578 mm, sendo que, entre os meses de janeiro a abril, teve média de 426 mm, 450 mm a menos que o mesmo período no ano anterior, representando redução de 52% do volume de chuvas. Essas alterações reduziram a produção de soja em 50% no Oeste da Bahia e 10% na cultura do algodão (AIBA, 2012).

A elevada disponibilidade de radiação solar associada à irregularidade do regime pluviométrico contribui para o aumento das taxas de evaporação, que ocorre tanto para corpos d'água quanto para o solo, representando uma perda significativa na disponibilidade hídrica de uma região (MOURA, 2015).

Além da disponibilidade hídrica, o aumento projetado da temperatura, entre 1 ° C e 5,8 ° C, interfere na área potencial de plantio, sendo que para a soja, um dos principais cultivos agrícolas do oeste baiano, representaria em uma redução de 60% (NOBRE, 2007).

O aumento do desmatamento ao longo dos anos para implantação de culturas agrícolas expõe o solo às intempéries e, devido à ausência de vegetação, impede a ciclagem de nutrientes, não acumulando matéria orgânica, levando ao seu empobrecimento e alteração das suas propriedades físicas, que interferem na sua reflexão reduzindo a sua absorção de calor. Além disso, como citado anteriormente, também

impede a formação do microclima gerado pela vegetação aumentando a temperatura e diminuindo ou extinguindo, também, a absorção de calor na região.

Toda essa cadeia de efeitos interfere diretamente na produção realizada no oeste da Bahia, pois a redução da precipitação implica na utilização de mais água dos rios para suprir as necessidades das culturas. Entretanto, a baixa taxa de precipitação incapaz de recarregar o aquífero e os rios afluentes do São Francisco, juntamente com a alta demanda por água, podem resultar em um déficit hídrico comprometendo não apenas a produção agrícola, mas o uso humano e comprometer a existência de espécies de fauna e flora.

A grande variação nos índices pluviométricos identificados na Bahia já são indícios das mudanças climáticas. Um prognóstico climático realizado pelo INEMA (2015) para novembro de 2015 até janeiro de 2016, indica que o Oeste da Bahia se encontra na categoria a qual indica probabilidade de possuir precipitação abaixo do normal em 40%, visto que esse é considerado o período chuvoso da região.

Toda a problemática do aumento de temperatura interfere em questões que afetam toda a América do Sul. Dessa forma, o IPCC (2014) identificou que a disponibilidade de água na região semiárida juntamente com possibilidade das regiões centrais de obter deslizamentos e inundações se encontram em um patamar de baixo para médio. Entretanto uma projeção para 2080 e 2100, o risco de aumento de 4 °C será muito alto. Algumas prospecções foram feitas para que esse risco seja combatido, como realizar gestão integrada dos recursos hídricos, e uma gestão para controle de inundações urbanas e rurais através de infraestrutura.

Com o aumento de 3 a 4 ° C na temperatura, há também o risco médio da diminuição da produção e qualidade de alimentos. Entretanto, para que isto seja superado deve haver um desenvolvimento de novas variedades de culturas adaptadas às mudanças climáticas e que sejam trabalhadas compensações nos impactos da saúde humana e animal diante da redução da qualidade dos alimentos (IPCC, 2014).

Deste modo, as mudanças climáticas interferem de modo direto nas atividades rurais, as quais, se continuarem no ritmo atual, sem nenhum controle ou acompanhamento, principalmente em relação ao monitoramento dos recursos hídricos e do desmatamento, levarão à situações problemáticas, comprometendo o bem-estar da vida humana e dos demais seres vivos.

5 CONCLUSÃO

Houve um aumento das áreas irrigadas no Oeste da Bahia baseados no número de pivôs entre o ano 2013 e 2015. Entretanto, a quantidade de área irrigada identificada não está em acordo com o número de outorgas, o que requer uma verificação por parte dos órgãos competentes do uso efetivo dos recursos hídricos na região de estudo visando evitar irregularidades sobre o uso deste recurso.

Comparando o desmatamento nos anos de 2002 e 2015, houve aumento significativo em áreas de cultura agrícola. Tal aumento implica na redução da capacidade de infiltração de água no solo, comparado com as áreas cobertas por vegetação nativa, interferindo na recarga de águas subterrâneas e do regime hídrico superficial.

O acompanhamento e monitoramento da expansão da agricultura e do uso dos recursos hídricos na região de estudo é uma atividade necessária. O descontrole do uso da água para a irrigação agrícola pode levar ao colapso parcial ou total das atividades num futuro breve, especialmente se os cenários de redução da precipitação forem consolidados e as atividades agrícolas irrigadas seguirem os padrões de crescimento da última década. É preciso medidas urgentes de controle e manejo da água e do solo na região de estudo para garantir a conservação da biodiversidade e a perenidade e sustentabilidade das atividades agrícola e pecuária no Oeste baiano.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIBA. 3º levantamento do conselho técnico da Aiba. Nota técnica nº 01/2012 Safra 2011/2012. Barreiras, BA, 2012.

ALMEIDA, W. A.; MOREIRA, M. C. Análise das outorgas da bacia do rio Grande, Estado da Bahia. In: XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2014, Campo Grande, MS. Anais, 2014. Disponível em: <<http://www.sbea.org.br/conbea/2014/anais/R0524-1.pdf>> Acesso em: 12 out. 2015.

ALVES, R. R.; SERATO, D. S.; CAMPOS, E. H.; CAMPOS, P. B. R.; RODRIGUES, S. C. As relações existentes entre as ocorrências das formas do relevo e o uso do solo na bacia do Rio Grande-Ba. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada -A Geografia Física aplicada e as dinâmicas de apropriação da natureza. Anais. Viçosa, MG, 2009.

ANA. Cadernos de Recursos Hídricos: Disponibilidade e demanda de recursos hídricos no brasil. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20DisponibilidadeDemanda.pdf>. Acesso em: 14 Jun. de 2015.

ANA. Cadastro nacional de usuários de recursos hídricos (CNARH). Brasília: SAS/Cobrança. Novembro 2015.

ARAÚJO, W. S.; BRITO, J. I. B. Índices de tendências de mudanças climáticas para os estados da Bahia e Sergipe por meio de índices pluviométricos diários e sua relação com tsm do pacífico e atlântico. Revista Brasileira de Meteorologia, v.26, n.4, 541 - 554, 2011.

BARBOSA, J. M. C.; PINTO, M. R.; CASTRO, M. A. H. Erosão e assoreamento em reservatórios. In: XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Anais. Natal, RN, 2014.

BARBOSA, G. B.; SOUZA, W. M.; AZEVEDO, P. V. Cenários de mudanças climáticas no estado da Bahia através de estudos numéricos e estatísticos. Revista Brasileira de Geografia Física n. 5, 1019-1034, 2012.

BERNINI, H; OLIVEIRA, D. DE S; MORET, A. DE S. O uso de geoprocessamento para a tomada de decisão na utilização de recursos naturais estudo de caso Resex do Rio Ouro

Preto –RO. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais. Florianópolis: INPE, p.10. 2007.

BONFIM L.F.C. & GOMES R.A.A.D. Aquífero Urucuaia – geometria e espessura ideias para discussão. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Anais. Cuiabá, 2004.

BORGES, V. P.; OLIVEIRA, A. S.; SILVA, B. B. Mapeamento e Quantificação de Parâmetros Biofísicos e Radiação Líquida em Área de Algodoeiro Irrigado. Ciênc. Agrotec., Lavras, v. 34, n. 2, p. 485-493, 2010.

CARVALHO, N. O. Erosão Crescente na Bacia do São Francisco. RBE – Caderno de Recursos Hídricos, 13 (2): 37 – 46. 1995.

CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL. Hotspots Revisitados. 2005. Disponível em: <<http://www.conservation.org/global/brasil/publicacoes/Documents/HotspotsRevisitados.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2015.

CUNHA, N. R., LIMA, J. E., GOMES, M. F., & BRAGA, M. J. A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil. Rev. Econ. Sociol. Rural, Brasília, v. 46, n. 2, p. 291-323, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032008000200002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 out. 2015.

CUNHA, T.J.F.; MACEDO, J.R.; RIBEIRO, L.P.; PALMIERI, F.; FREITAS, P.L. & AGUIAR, A.C. Impacto do manejo convencional sobre propriedades físicas e substâncias húmicas de solos sob Cerrado. Ciência Rural, Santa Maria, v.1, n.1, p. 27-36, 2001.

EMBRAPA. Solos do Nordeste: Bahia. Disponível em: <http://www.uep.cnps.embrapa.br/>. Acesso em: 19 ago. 2015.

FERNANDES, R. C.; LOBAO, J. S. B.; VALE, R. M. C. Oeste baiano: da agricultura familiar à agroindústria. In: Encontro de geógrafos da América Latina. Montevideo, 2009. Anais. Montevideo-Uruguai, 2009. Disponível em: <http://www.bahiaflaneur.net/blog2/wp-content/uploads/2010/08/agroindustrie.pdf>. Acesso em: 12 out. 2015.

FIGUEIRO, D. Conceitos básicos de sensoriamento remoto. divino.figueiredo@conab.gov.br. Setembro, 2005. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conabweb/download/SIGABRASIL/manuais/conceitos_sm.pf. Acesso em: 12 out 2015.

FREITAS, M. A. de S.; LOPES, A. V. Avaliação da demanda de água para irrigação: aplicação à bacia do Rio São Francisco. 2015.

GASPAR, M. T.; CAMPOS, J. E. G. O Sistema Aquífero Urucuia. Revista Brasileira de Geociências, 37(4 - suplemento): 216-226, 2007.

HEINZE, B.C.L.B. A importância da agricultura irrigada para o desenvolvimento da região nordeste do Brasil. Monografia (MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada) Ecobusiness School/FGV. Brasília, DF - BRASIL 2002.

IBGE. Vocabulário Básico de Termos Técnicos e Meio Ambiente. 2ª Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/vocabulario.pdf > Acesso em: 12 nov. 2013.

INEMA- Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos; DIFIM - Diretoria de Fiscalização e Monitoramento Ambiental; COMON- Coordenação de Monitoramento de Recursos Ambientais e Hídricos. Prognóstico climático para o estado da Bahia de Novembro de 2015 a Janeiro de 2016. 2015.

INEMA. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Comitês de Bacias, CBH Corrente. Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/>. Acesso em: 24 nov. 2015.

INEMA. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Comitês de Bacias, CBH Grande. Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/>. Acesso: 24 nov. 2015.

INPE. Os Satélites Landsat 5 e 7. Divisão de Geração de Imagens. Disponível em: http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57_PT.php. Acesso em: 22 jul. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA– IBGE. Atlas Nacional do Brasil. 4. ed. 2002. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000262.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2015.

IPCC. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summary for Policymakers. WGII AR5 Phase I Report Launch. Mar. 2014. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf>.

Acesso em: 21 out. 2015.

KLINK, C. A., & MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. Megadiversidade, v. 1. n. 1. 2005. Disponível em: <http://www.equalisambiental.com.br/wpcontent/uploads/2013/02/Cerrado_conservacao.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2015.

LAGE, C. S.; PEIXOTO, H.; VIEIRA, C. M. B. Aspectos da vulnerabilidade ambiental na Bacia do Rio Corrente-BA. UFB: GeoTextos, v. 4, n. 1 e 2, 2008. Disponível em: <http://www.portalseer.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/3293/2407>. Acesso em: 18 set. 2015.

LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, D. P.; SOUSA, D. L. Concentração de Áreas Irrigadas por Pivôs Centrais no Estado Da Bahia – Brasil. In: Simpósio regional de geoprocessamento e sensoriamento remoto - GEONORDESTE 2014. Anais. Aracaju, Brasil, 18-21 nov. 2014.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SI VA JUNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRA, T. S.; NOGUEIRA, P. E. Flora vascular do Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. AND RIBEIRO, J. F. (Eds.). Cerrado: ecologia e flora. Embrapa Cerrados. Brasília-DF. 2008.

MENEZES, P. R.; ALMEIDA, T. Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. CNPq, UNB. Brasília, 2002.

MMA, & IBAMA. Monitoramento do bioma Cerrado 2009-2010. Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite. 2011.

MMA, & IBAMA, I. B. Relatório técnico de monitoramento do desmatamento no bioma Cerrado, 2002 a 2008: Dados Revisados. Centro de Sensoriamento Remoto - CSR/IBAMA. 2009.

MMA. Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Cerrado – PPCERRADO. Brasília, 2009.

MMA. Programa de revitalização da bacia hidrográfica do rio São Francisco. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. 2015.

MORAES, E.C. Capítulo 1: Fundamentos de sensoriamento remoto. DSR/INPE. São José dos Campos: INPE, p. 1-22. 2002. Disponível em: http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2005/06.14.12.18/doc/CAP1_ECMoraes.pdf. Acesso em: 13 ago. 2015.

MOREIRA, M. C.; SILVA, D. D. Atlas hidrológico da bacia hidrográfica do rio Grande. Santa Cruz do Sul, RS: Editora Gazeta Santa Cruz. 1. ed. 2010.

MOURA, M. S. B. Ageitec: Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Árvore do conhecimento. Precipitação e Evaporação. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g798rt3p02wx5ok0wtedt3nd3c63l.html. Acesso em: 27 nov. 2015.

NASA. Landsat 5. Landsat Science. Disponível em: <http://landsat.gsfc.nasa.gov>. Acesso em: 18 ago. 2015.

NOBRE, C. A. Mudanças climáticas globais e recursos hídricos. In: Seminário sobre recursos hídricos e mudanças climáticas: a questão científica. INPE. ANA. Brasília, 2007.

NOVO, E. M. L. M. Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações. São Paulo: Edgard Blucher, 4. ed. Revista e ampliada. 2008. Disponível em: http://issuu.com/editorablucher/docs/issuu_sensoriamento_remoto_isbn9788521204411. Acesso em: 18 ago 2015.

OLIVEIRA, L. D., PALUDO, A., FRANÇA, L. V., VILELA, M. D., & DUBOC, E. Distribuição geográfica de espécies nativas do cerrado: Resultados preliminares. In: IX Simpósio nacional Cerrado. Anais. Brasília. 2009.

OLIVEIRA, A. S.; PEREIRA, F. A. C.; PAZ, V. P. S.; SANTOS, C. A. Avaliação do desempenho de sistemas pivô central na região Oeste da Bahia. Irriga, Botucatu, v. 9, n. 2, p. 126-135, maio- agosto, 2004.

PBMC. Base científica das mudanças climáticas. Ambrizzi, T., Araujo, M. (eds.). COPPE. UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 464 pp, 2014.

PEREIRA, S. B. Evaporação no lago de sobradinho e disponibilidade hídrica no rio São Francisco. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV, 105 f. 2004.

PIMENTEL, M. L.; SOUZA C. L.; TÁVORA G.S.G.; TURETTA A. P. D. Boletim de pesquisa e desenvolvimento. Mudanças de uso da terra e expansão da agricultura no Oeste da Bahia. EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro, 2011.

PINTO J. M.; SILVA C.L.; OLIVEIRA C.A. Influência de variáveis climáticas e hidráulicas no desempenho da irrigação de um pivô central no oeste baiano. Eng. Agrícola, Jaboticabal, v.26, n.1, p.76-85, jan. /abr. 2006.

QUEIROZ, F. A. Impactos da sojicultura de exportação sobre a biodiversidade do Cerrado. Soc. nat. (Online), Uberlândia, v. 21, n. 2, p. 193-209, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1982-45132009000200013>>. Acesso em: 17 Nov. 2015.

ROCHA, J. C. S. O caso São Francisco e a Bahia: Busca da Sustentabilidade. In: Seminário A questão da água no Nordeste. INGÁ, Bahia. [2000].

ROSA T.T. Análise espaço-temporal do uso de pivôs na agricultura da mesorregião extremo oeste baiano a partir de imagens Landsat. Universidade Federal de Goiás – UFG, (IESA). Goiânia, 2013.

SALATI, E. Mudanças climáticas globais e desmatamento e suas influências nos recursos hídricos no Brasil. Conferência para o curso de altos estudos de política e estratégia-CAEPE. FBDS. 12 de julho de 2007.

SANTOS, M. A., BARBLERI, A. F., CARVALHO, J. A., & MACHADO, C. J. Cerrado Brasileiro: notas para estudo. Texto para discussão N° 387, CEDEPLAR/FACE/UFMG. Belo Horizonte, MG. 2010.

SAUSEN, T. M. Sensoriamento remoto e suas aplicações para recursos naturais. Projeto Educa SeRe III-Carta-Imagens CBERS. São José dos Campos, SP, [2000].

SILVA, E. B. Taxas de desmatamento anuais no bioma cerrado: uma análise a partir de dados Modis para o período de 2003 a 2007. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Estudos Socioambientais- UFG, Goiânia. 2002.

SILVA, G. B.; AZEVEDO, P.V. Índices de tendências de mudanças climáticas no estado da Bahia. XVI Congresso brasileiro de agrometeorologia. Belo Horizonte, MG, 2009.

SILVA, B. B.; BRAGA, A. C.; BRAGA, C. C.; OLIVEIRA, L. M. M.; GALVÍNCIO, J. D.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Evapotranspiração e estimativa da água consumida em perímetro irrigado do semiárido brasileiro por sensoriamento remoto. Pesq. agropec. bras. Brasília, v.47, n.9, p.1218-1226, set. 2012.

SILVA, M. A. V.; SILVA, G.F. da; BRITO, C. A. de; OLIVEIRA, E. C. de. Parâmetros do balanço hídrico para fins de irrigação no Oeste Baiano. 2005. Disponível em: <http://www.cbmet.com/cbm-files/14-cdfbf63918d98d7c9ee2f08351dadc9a.pdf>. Acesso em: 10 set. 2015.

SOUSA, D. M., & LOBATO, E. Agência de informação embrapa - Bioma Cerrado, 2015. Fonte: Embrapa: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>.

SOUZA, U. B., SOUZA, S. F., SANTOS, C. A. P., AMARAL, A. G. Uso do sensoriamento remoto na análise da dinâmica da paisagem em um período de 20 anos no anel da soja, Oeste da Bahia. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais. Curitiba: INPE, p. 3014, 2011.

SPAGNOLO, T. F. O.; COUTO JUNIOR, A. F. Expansão da agricultura irrigada por pivô central no Cerrado entre os anos de 1984 e 2008. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto- SBSR. Anais, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, INPE, 2013.

TRINDADE, J.; SILVA, L. M.; SANTOS, S.R.; VASCONCELOS, S. C. Percepções ao Desenvolvimento Sustentável: observações para o Oeste Baiano. In: I Simpósio regional de geografia do Cerrado. Barreiras, UFB, 2010. Disponível em: <<http://www.geografia.icad.ufba.br/siregeo/TRINDADE,%20Junior.pdf>> Acesso em: nov. 2015.

USGS. Frequently Asked Questions about the Landsat Missions. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php>. Acesso em: 18 ago. 2015.