



**AVALIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA
DESERTIFICAÇÃO EM MUNICÍPIOS DO
CARIRI ORIENTAL PARAIBANO (1999 A
2018)**

*SPACE AND TEMPORAL EVALUATION OF DESERTIFICATION IN
MUNICIPALITIES IN THE EASTERN CARIRI PARAIBANO (1999 TO
2018)*

*EVALUACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA
DESERTIFICACIÓN EN MUNICÍPIOS DEL CARIRI ORIENTAL
PARAIBANO (1999 A 2018)*

Sérgio Murilo Santos de Araújo ⁽¹⁾

Anselmo de Araújo Barbosa ⁽²⁾

⁽¹⁾ *Licenciado em Geografia (UFPE), Mestrado em Geografia (UFPE) e Doutorado em Geociências (UNICAMP). Docente da Universidade Federal de Campina Grande.*
E-mail: sergiomurilosa.ufcg@gmail.com

⁽²⁾ *Estudante concluinte do Curso de Geografia, Unidade Acadêmica de Geografia, UFCG, Campina Grande, PB.* E-mail: anselmo.a.barbosa@gmail.com

Resumo

A pesquisa teve como objetivo fazer a avaliação espaço temporal da desertificação em municípios do Cariri Oriental Paraibano, no período entre 1999 e 2018. O processo de desertificação é entendido como um fenômeno complexo de redução das propriedades edáficas do solo, resultando em múltiplos problemas na produção de alimentos das populações e de matéria-prima para a agroindústria; este processo ocorre em diversos estados da Região Nordeste, sendo a Paraíba um dos territórios com maior área de extensão da desertificação. Para realização da pesquisa foi feito o levantamento bibliográfico e documental sobre o tema; foram observadas imagens dos satélites Landsat 5 TM e Landsat 8 ETM+ do período de 1999 a 2018 no software Qgis 3.4 para tratamento e manipulação das imagens. Também foi realizado estudo in loco nos municípios de Barra de São Miguel, Boqueirão e Cabaceiras para validação dos dados elaborados como Índices de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN); e uso de dados da produção agropecuária e de lenha. Neste sentido, os dados apontaram para uma redução na produção de lenha, tal fato ocorreu devido à forte diminuição da vegetação arbórea nos municípios estudados, assim como uma redução na produção agrícola e na pecuária.

Palavras-chave: Degradação. Ambiente. Pecuária. Terra seca.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the timeline of desertification in municipalities of Cariri Oriental Paraibano, between 1999 and 2018. The process of desertification is understood as a complex phenomenon of reduction of soil edaphic properties, resulting in multiple problems in the food production of populations, and raw materials for agro-industry; this process occurs in several northeastern states, with Paraíba being one of the territories with the largest extent of desertification. For this research was carried out bibliographic and documentary survey on the subject; images from the Landsat 5 TM and Landsat 8 ETM + satellites from 1999 to 2018 were observed in the Qgis 3.4 software for image processing and manipulation. An on-site study was also carried out in the municipalities of Barra de São Miguel, Boqueirão and Cabaceiras to validate data elaborated as Normalized Difference Vegetation Indexes (NDVI); and use of data from farming and firewood production. In this sense, the data point to a reduction in the production of firewood, this fact occurred due to the strong decrease of the tree vegetation in the studied municipalities as well as a reduction in the agricultural and livestock production.

Keywords: Degradation. Environment. Livestock. Dry land.

Resumen

La investigación tenía como objetivo evaluar la desertificación espacial y temporal en los municipios de Cariri Oriental Paraibano, en el período comprendido entre 1999 y 2018. El proceso de desertificación se entiende como un fenómeno complejo de reducción de las propiedades edáficas del suelo, que resulta en múltiples problemas en la producción de alimentos para la población y materia prima para la agroindustria; este proceso ocurre en varios estados de la Región Noreste, siendo Paraíba uno de los territorios con mayor extensión de desertificación. Para llevar a cabo la investigación, se realizó una encuesta bibliográfica y documental sobre el tema; se observaron imágenes de los satélites Landsat 5 TM y Landsat 8 ETM + de 1999 a 2018 en el software Qgis 3.4 para el tratamiento y manipulación de imágenes. También se realizó un estudio in situ en los municipios de Barra de São Miguel, Boqueirão y Cabaceiras para validar los datos preparados como Índices de Vegetación por Diferencia Normalizada (IVDN); y uso de datos de producción agrícola y leña. En este sentido, los datos apuntaban a una reducción en la producción de leña, este hecho ocurrió debido a la fuerte disminución de la vegetación arbórea en los municipios estudiados, así como a una reducción en la producción agrícola y ganadera.

Palabras clave: Degradación. Ambiente. Ganadería. Tierra seca.

1. Introdução

A degradação dos recursos naturais e dos solos têm importância fundamental para a sociedade, uma vez que constituem a base de atividades humanas, principalmente da agropecuária, responsável pela produção de alimentos e sustento das populações e de matérias-primas para a agroindústria.

As perdas de solos, por erosão e pelo empobrecimento de suas características edáficas, são exaustivamente colocadas como preocupação de governos e dos cientistas de diversos campos de estudos que tratam da temática do meio ambiente. Nas áreas consideradas como ecossistemas frágeis ou vulneráveis um dos problemas de maior destaque e alvo de ações nas últimas décadas tem sido o processo de desertificação.

A degradação da terra é um fenômeno complexo que reduz a fertilidade do solo, a cobertura vegetal e os recursos hídricos. A desertificação pode ser entendida como um caso extremo de degradação caracterizado pela redução biológica e econômica da produtividade da terra (LANCHIM et al., 2016). O termo desertificação representa: “o processo de degradação das terras nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de diversos fatores, como as variações climáticas e as atividades humanas” (UNCCD, 1994, p. 13).

O primeiro evento internacional para tratar da desertificação foi organizado pela Organização das Nações Unidas – ONU e ocorreu em Nairóbi, no Quênia, em 1977; tendo sido denominado como a Conferência de Nairóbi. A Conferência teve papel fundamental no processo de combate à desertificação mundial e com ela vieram os primeiros resultados, principalmente no que diz respeito a: a) Consolidação do tema na agenda mundial; b) Introdução das regiões com climas áridos e semiáridos no cenário das discussões, trazendo à tona a necessidade de tratar os problemas de pobreza e meio ambiente pela comunidade internacional e c) Criação do Plano de Ação Mundial contra a Desertificação (MMA, 2010).

Segundo Abraham et al. (2006), as ações iniciais como estudos e combate ao processo começaram a tratar o problema de forma isolada com estudos dos processos que ocorriam nos solos, na vegetação, e nos recursos hídricos e o planejamento das ações foram concebidas de cima para baixo com pouca participação das comunidades locais. Sendo desta forma considerado como uma visão tradicional e dura do processo de desenvolvimento aplicado a países cuja base natural e social se encontrava profundamente afetada pelos processos de desertificação.



No que diz respeito à abordagem da desertificação no Brasil há grande discussão acerca do termo. Primeiro, em relação à origem ou ao significado (do termo). Para a presente pesquisa, a desertificação não significa a formação de um deserto, mas a degradação das condições físicas e biológicas dos ecossistemas que afetam a sua regeneração e produção, incluindo também os desertos. Segundo, ao abordar a desertificação no país, logo se pensa na região do Semiárido brasileiro (SAB) e se atribui a esta uma vocação natural. Vale enfatizar que o conceito de desertificação envolve também as áreas subúmidas secas e que estas não ocorrem somente nessa região, e no Brasil envolve áreas do Cerrado e Meio Norte. É válido destacar que se pressupõe que os territórios de maior vulnerabilidade à desertificação estão no Semiárido nordestino, especificamente no seu entorno.

A Paraíba é um dos Estados do Nordeste brasileiro mais afetados pelo fenômeno da desertificação, pois possui 86% do seu território inserido na região Semiárido, sendo esta susceptível ao processo. Pesquisas (ALVES et al., 2009; CARDOSO e ARAÚJO, 2015) apontam que as áreas afetadas estão em um estágio muito grave de degradação das terras; isto decorre do modelo de exploração (e degradação) dos recursos naturais, modelo este instalado desde o período colonial e que trouxe consequências danosas ao meio ambiente.

A região do Cariri paraibano é uma das mais susceptíveis a este processo na Paraíba. Aliado às condições climáticas, a forma de exploração dos recursos naturais proporcionou ao ecossistema (Caatinga) um processo de degradação de seus recursos muito intensa, principalmente no que diz respeito aos solos, recursos hídricos e a cobertura vegetal.

A pesquisa justificou-se porque o processo de desertificação atinge 84,14% do território paraibano, em nível médio e alto (ARAÚJO e LIMA, 2019), sendo o Cariri Oriental uma das áreas mais afetadas pela degradação das terras, onde em todos os municípios são encontradas áreas em processo de desertificação. Também se justificou pela vulnerabilidade social e econômica da população e, pelas características do bioma Caatinga, uma vez que o processo de degradação ocorre porque este bioma vem sendo explorado em um modelo baseado na pecuária extensiva e na agricultura de subsistência, desconsiderando o conhecimento sobre a dinâmica do meio natural, modelo este implantado desde o período colonial, quando foi introduzido na região do semiárido.

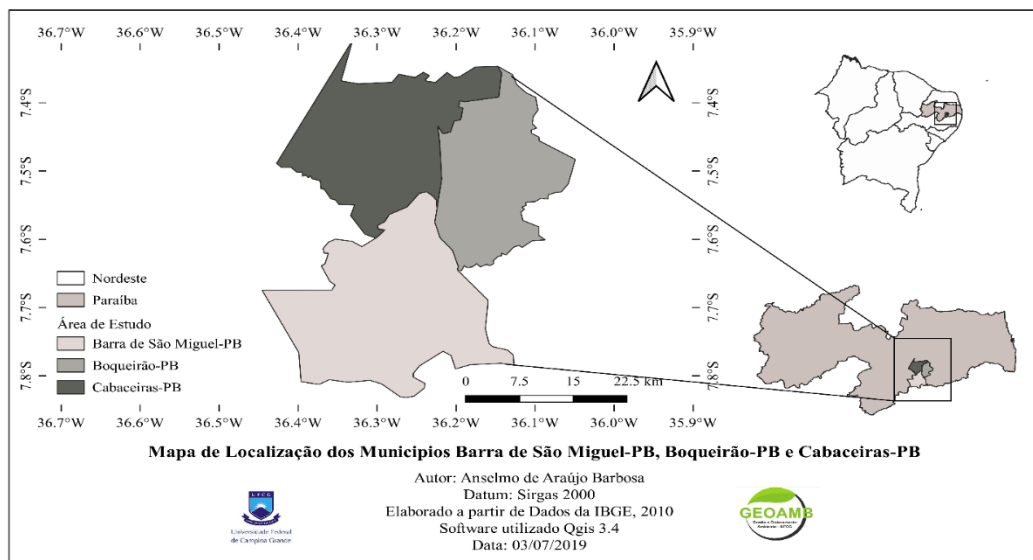
Assim, este trabalho tem por objetivo fazer uma avaliação do processo de desertificação em municípios do Cariri Oriental Paraibano, através de diagnóstico das condições de vulnerabilidades socioeconômicas e ambientais, no período de 1999 a 2018.

2. Metodologia

2.1 Área estudada

A área estudada abrange os municípios Barra de São Miguel, Boqueirão e Cabaceiras, localizados na microrregião do Cariri Oriental paraibano (Figura 1). Cabaceiras contava com uma população de 5.035 habitantes em 2010 e estimada em 5.570 hab. em 2017. Barra de São Miguel contava com uma população de 5.611 hab. em 2010 e estimada em 5.979 hab. em 2017 e Boqueirão contava com 16.888 hab. em 2010 e estimada de 17.842 hab. em 2017 (IBGE, 2017).

Figura 1 – Localização dos municípios de Barra de São Miguel-PB, Boqueirão-PB e Cabaceiras-PB.



Fonte: elaborado por Anselmo de Araújo Barbosa, 2019.

A área estudada caracteriza-se pelo clima Semiárido do tipo BSh de Köppen, apresentando precipitações reduzidas e de grande variabilidade intra e interanual. Cabaceiras por exemplo, apresenta médias pluviométricas na faixa dos 330 mm. O Cariri Oriental é mais seco que o Cariri Ocidental e apresenta solos rasos e pedregosos, bem degradados pela pecuária extensiva, sendo uma das principais atividades econômicas, o que torna esta área bastante vulnerável ao processo de desertificação.

2.2 Procedimentos Metodológicos

A pesquisa foi realizada com base no levantamento de artigos, e diversos documentos (relatórios, mapas etc.), principalmente sobre o tema da desertificação de ordem teórica e



aplicada. Foram observadas as imagens de satélite Landsat 5 TM e Land 8 ETM+, do período de 1999 a 2018 para tratamento e manipulação no software Qgis 3.4. Em seguida foi feito um estudo de campo para comprovação dos dados obtidos nas imagens de satélite.

Para confecção dos mapas, utilizou-se o software Qgis versão 3.4, onde foi feito o tratamento das imagens de satélites do Landsat 5 TM e 8 ETM+, objetivando uma maior precisão nas informações atribuídas aos municípios estudados. O NDVI é um modelo matemático obtido pela divisão de duas ou mais bandas espectrais da imagem de satélite e a resultante consiste na descrição da atividade fotossintética de determinada área. O cálculo para obtenção dos valores de NDVI é feito através de uma ferramenta do programa Qgis chamada calculadora raster. A fórmula para constatação dos resultados é: $NDVI = (\text{Infra Vermelho} - \text{Vermelho}) / (\text{Infra Vermelho} + \text{Vermelho})$. Depois foram selecionadas as imagens de reflectância da superfície do Landsat 5 TM e Landsat 8 ETM+ através do portal Earth Explorer do Departamento Geológico dos Estados Unidos (USGS) para coleta das imagens de satélites referentes aos últimos 19 anos (1999 – 2018) para conseguir diagnosticar as alterações que ocorreram na vegetação durante esse período.

Deve-se destacar na análise dos Índices de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN ou NDVI) a questão da representação cartográfica dos corpos d'água, pois é passível de uma interpretação equivocada, devido a cor pela qual é representada. O satélite utilizado mede a cor e a umidade do terreno, então o que era um corpo d'água em um determinado período chuvoso, pode não ser em um período de estiagem.

3. Resultados e discussão

3.1 Produção Agropecuária

A economia dos municípios de Cabaceiras, Boqueirão e Barra de São Miguel está baseada na caprinocultura e na agricultura familiar de baixo rendimento. Em períodos de longa estiagem, essas atividades são prejudicadas, por causa do esgotamento e perdas nas lavouras e morte dos animais. É compreensível a importância da caprinocultura na região Nordeste do Brasil, a qual detém 91,6% do efetivo nacional (IBGE, 2014), compreendendo uma atividade econômica de grande representatividade na região.

Os caprinos estão bem adaptados às regiões semiáridas, como ocorre na área estudada, e os investimentos para desenvolver sua produção são inferiores ao do gado bovino. Na tabela 1, estão destacados o número de rebanhos efetivos e galináceos para os três municípios; percebe-se que os rebanhos caprinos e ovinos são mais representativos do que o bovino.

Cabaceiras é conhecida nacionalmente pela caprinocultura e pela festa do "Bode Rei", que atraem muitos turistas e criadores de bodes (Figura 2).

Figura 2 – Vista da caatinga e do rebanho caprino e ovino no período de estiagem.



Assentamento Bom Jesus I, município de Barra de São Miguel - PB.
Fonte: Maria Aparecida de Souza, 2018.

No período de estiagem a alimentação dos rebanhos na região do Cariri fica comprometida e as áreas de pastagens natural na Caatinga não oferece alimento em quantidades adequados às necessidades nutricionais dos animais. O agravante desta situação é que a maioria dos produtores não guardam alimento para o gado para o período de estiagem, também por falta de chuvas não produzem alimentos para estes períodos secos, o que provoca a morte de animais pela fome (SOUSA e ARAÚJO, 2019).

A criação de galináceos é outra atividade de grande potencial nos municípios estudados, como se pode observar na tabela 1. A região apresenta condições propícias para o desenvolvimento de tal atividade. Outro fato de destaque é a fácil comercialização, grande aceitação no mercado e a adaptação dos animais ao clima local. É importante ressaltar que a maioria dos agricultores cria galinha de capoeira para a subsistência e como complemento da renda familiar vende-se os ovos.

O desenvolvimento dessa região é fortemente dependente das precipitações pluviométricas e suas variações implicam prejuízos socioeconômicos. Desse modo, as atividades agrícolas na região são marcadas pelas incertezas. Observa-se na Tabela 2 que, com algumas exceções, a produção agrícola das culturas teve queda nos três municípios. Isso se explica porque o ano de 2004 foi um ano com chuvas acima da média e 2017 foi o último ano da última seca, que perdurou por seis anos seguidos, de 2012 a 2017. Desta forma, as perdas



nos cultivos de subsistência como milho, feijão e batata doce representam períodos de maior dificuldade de sobrevivência, seja pela baixa produção ou seja na manutenção da renda com venda do produto.

Tabela 1 – Efetivo dos Rebanhos: Boqueirão, Barra de São Miguel e Cabaceiras, PB – 2004-17.

REBANHOS	MUNICÍPIOS					
	Boqueirão		Barra de São Miguel		Cabaceiras	
	2004	2017	2004	2017	2004	2017
	Totais (em cabeças)					
Bovinos	10.000	8.962	2.700	3.000	3700	2600
Caprinos	10.000	9.000	14.000	13.400	15.150	10.800
Codornas	320	320	-	-	-	-
Equinos	300	400	260	295	270	320
Galináceos	10.600	20.000	14.200	10.800	5.100	6.000
Ovinos	3.000	10.000	5.000	10.000	6.500	8.500
Asininos	400	-	410	-	600	-
Muare	160	-	95	-	110	-
Suínos	650	2.800	535	800	450	850

Fonte: IBGE (2017).

A principal fonte de renda dos municípios pesquisados é oriunda da agricultura de subsistência e da criação de animais de pequeno porte. Na tabela 2, é possível observar a produção agrícola dos municípios pesquisados, observando-se que são os pequenos produtores rurais os que produzem principalmente milho, feijão e batata doce; culturas que são dependentes de chuvas regulares, sendo, portanto, susceptíveis a perdas em caso de falta de chuvas.

Tabela 2 - Produção Agrícola: Boqueirão, Barra de São Miguel e Cabaceiras – PB, 2004-17.

CULTURAS	MUNICÍPIOS					
	Boqueirão		Barra de São Miguel		Cabaceiras	
	2004	2017	2004	2017	2004	2017
	Produção Agrícola (t)					
Batata-doce	240	50	80	100	80	6
Fava	15	1	2	1	-	-
Cebola	330	330	-	270	15	330
Feijão	150	2	40	6	40	1
Milho	160	1	45	8	80	1
Tomate	800	110	1.000	360	-	600
Algodão	12	-	100	-	6	-
Alho	1	-	-	-	9	-

Fonte: IBGE (2017).

Os pequenos agricultores enfrentam grandes períodos de estiagens, difícil acesso ao crédito, poucas sementes nativas, atraso das entregas das sementes do governo no período de inverno (fato esse, que pode explicar a baixa produtividade mesmo nos períodos chuvosos), armazenamento dos grãos em garrafas pets (apropriados para o consumo familiar e não para o plantio); falta de planejamento, desorganização da produção, volume de produção insuficiente,



desmatamento e queima de novas áreas, redução da fertilidade em áreas já exploradas, atividades geralmente individualizadas, e a maior parte da produção é comercializada por atravessadores. Quanto a cultura da batata doce, é uma das mais importantes depois do milho e do feijão. A batata doce é uma planta resistente às pragas e de fácil trato, geralmente são plantadas em lugares próximos a rios e açudes.

3.2 Identificação dos impactos ambientais e efeitos da degradação sobre o ecossistema da Caatinga local

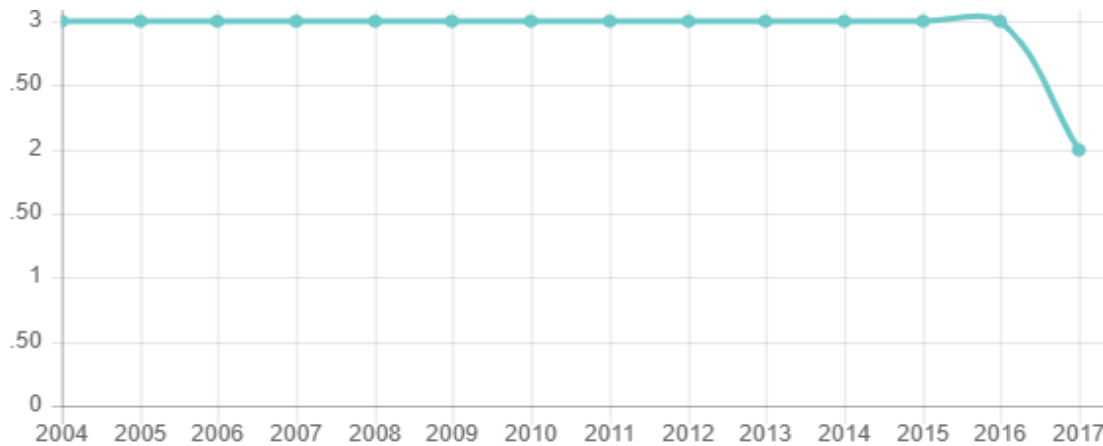
Os municípios da área de estudo fazem parte do bioma Caatinga que é exclusivamente brasileiro. É um bioma heterogêneo composto por um mosaico de arbustos e áreas de florestas sazonalmente seca, ocorrendo principalmente sob condições semiáridas. Este bioma vem servindo como recurso energético na produção de lenha para uso doméstico e industrial desde os tempos mais remotos, principalmente nos últimos dois séculos. Ou seja, é um bioma com fortes pressões do sistema socioeconômico regional, que consome os recursos vegetais para fins energéticos (para uso doméstico, fornos de padarias, olarias e calcinação da cal, cimento ou gesso).

Observa-se nos últimos anos, conforme o gráfico 1, que ocorreu uma leve redução na produção e extração de madeira, seja ela para carvão vegetal ou para lenha. É possível também verificar que a partir de 2011 até meados de 2014 houve uma pequena oscilação no consumo destas matérias-primas, considerando apenas do município de Cabaceiras.

Entretanto, nos demais municípios estudados revela-se um quadro caótico quando se refere ao uso sustentável dos recursos naturais, ambos estão corroborando para a redução das matas nativas existente em seus territórios. Embora o Gráfico 1, mostre uma redução da extração vegetal, é visto que ainda há resquícios de um excessivo uso dos recursos naturais existente na área de consulta.

A deterioração da cobertura vegetal é extremamente prejudicial para o solo, pois em períodos chuvosos resulta em diversos impactos como assoreamento dos rios e riachos, aberturas de ravinas e erosões. Tais impactos suscitam, perdas das propriedades edáficas do solo, gerando sérios impactos ao ecossistema local.

Gráfico 1 - Produção de carvão vegetal do município de Cabaceiras-PB – 2004-2017.

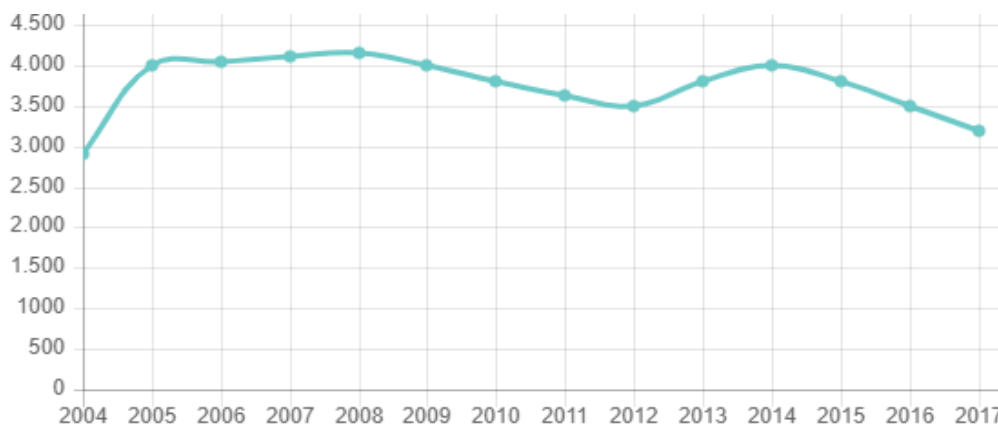


* Quantidade produzida (t.).

Fonte: IBGE (2017).

O Gráfico 2, mostra uma leve redução da produção de lenha nos anos de 2011 a 2012, isso ocorre devido à escassez destas matérias-primas e, a continua extração deste recurso vegetal. Deve-se salientar que os programas sociais federais de combate à pobreza como Bolsa Família, Seguro Safra e Bolsa Estiagem contribuíram significativamente na redução de atividades predatórias aos recursos naturais. Pois, esses programas garantem um complemento mensal para os pequenos agricultores, fazendo com que não dependam exclusivamente dos recursos vegetais.

Gráfico 2- Produção de lenha do município de Cabaceiras-PB – 2004-2017.



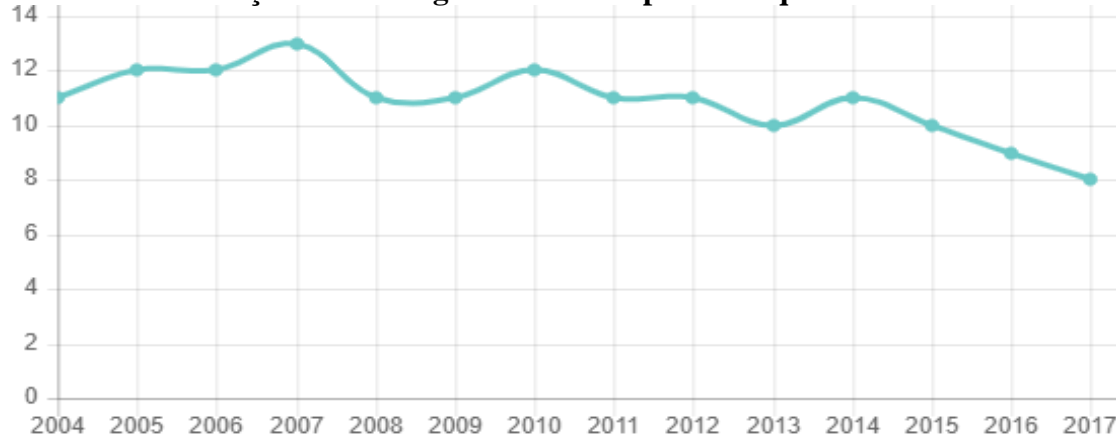
* Quantidade produzida (m³).

Fonte: IBGE (2017).

A mesma situação ocorre com o município de Boqueirão (Gráfico 3), que apresentou picos de oscilação na produção extrativista de lenha para carvão vegetal. Esses dados apontam que mesmo a Caatinga sendo um bioma exclusivo do território brasileiro, que deveria ter políticas de conservação e fiscalização no uso de seus recursos, vem sendo gradativamente

destruído pela ação antrópica para diversos fins. Na maioria dos casos essa extração ocorre de maneira ilegal, sem a preocupação devida com o bioma Caatinga.

Gráfico 3 - Produção carvão vegetal do município de Boqueirão-PB – 2004-2017.

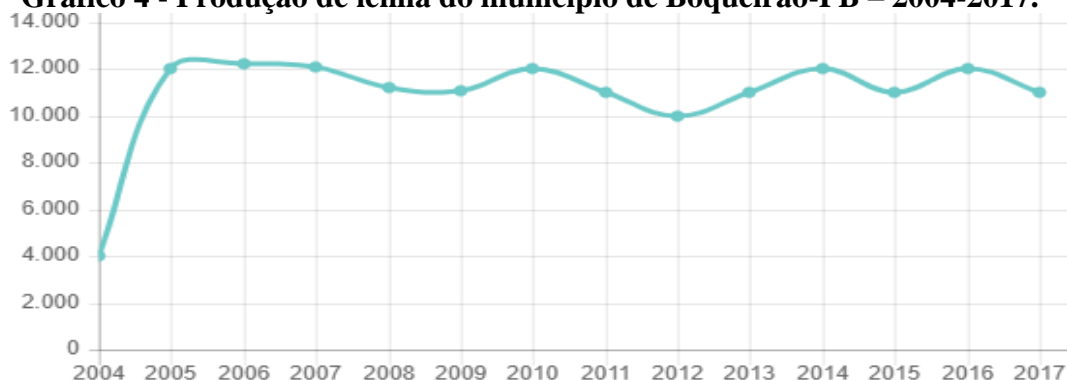


* Quantidade produzida (t.).

Fonte: IBGE, 2017.

A produção de lenha do município de Boqueirão apresentou um forte crescimento nos anos de 2004, 2005 e 2006 a partir daí houve uma oscilação de produção nos demais anos. Essa variação de produção é resultado da redução da vegetação arbórea propícia para essa atividade. Cabe ressaltar que a região vivencia um período de longa estiagem que contribui significativamente para redução da cobertura vegetal, ou seja, não foi possível a recuperação natural da vegetação. Deste modo, é natural a redução na produção de lenha, esse abatimento vale para os demais municípios da área em pesquisa (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Produção de lenha do município de Boqueirão-PB – 2004-2017.



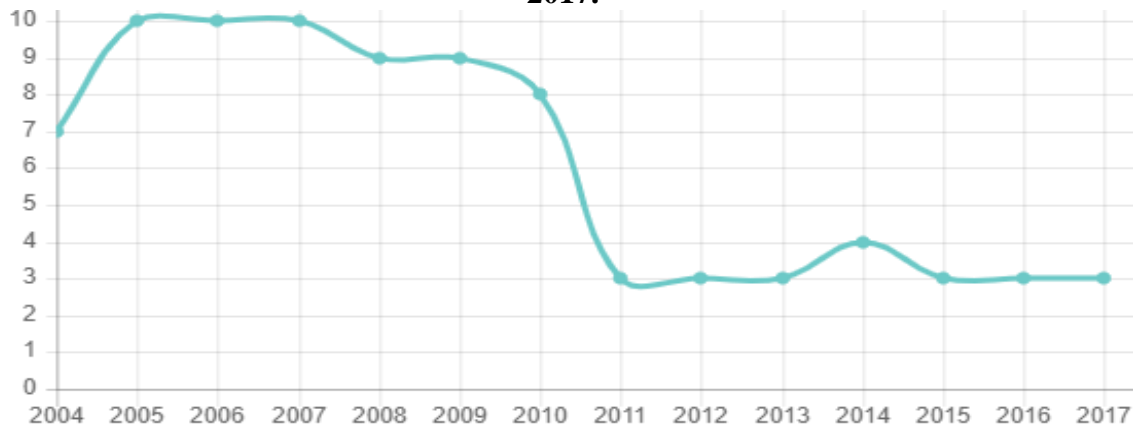
* Quantidade produzida (m³).

Fonte: IBGE (2017).

Quanto à produção de carvão vegetal, Barra de São Miguel apresentou uma produção de bem maior em relação ao município de Cabaceiras entre os anos de 2004 e 2010. Entretanto, observa-se tendência de redução na produção para o município, principalmente entre os anos

de 2011 e 2017, fato que pode estar atrelado aos efeitos do desmatamento, ou seja, à rarefação dos recursos naturais (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Produção de carvão vegetal do município de Barra de São Miguel-PB – 2004-2017.

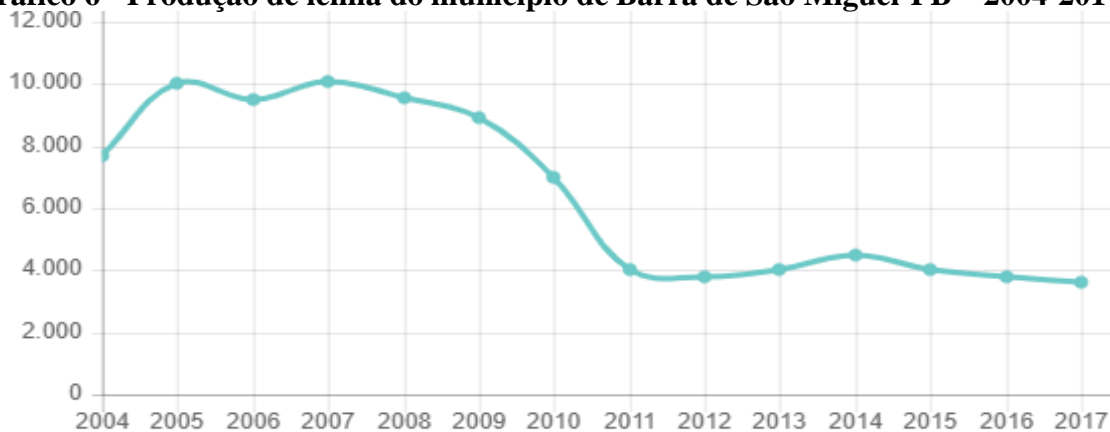


* Quantidade produzida (t.).

Fonte: IBGE (2017).

No tocante a produção de lenha, o município de Barra de São Miguel vem apresentando uma forte redução na extração vegetal. É importante salientar que os dados mostram uma grande redução na produção de lenha a partir de meados do ano de 2008, com queda bem significativa entre os anos de 2011 e 2017 (Gráfico 6).

Gráfico 6 - Produção de lenha do município de Barra de São Miguel-PB – 2004-2017.



* Quantidade produzida (m³).

Fonte: IBGE 2017

A Caatinga, apesar de sua importância, vem sendo desmatada gradualmente nos últimos anos devido ao consumo de lenha nativa, explorada de forma ilegal e insustentável para fins domésticos e industriais. A retirada da vegetação é feita para dar lugar a pecuária e agricultura.



3.3 Análise das mudanças espaciais e temporais do uso e ocupação do solo e o processo de desertificação com imagens do satélite Landsat

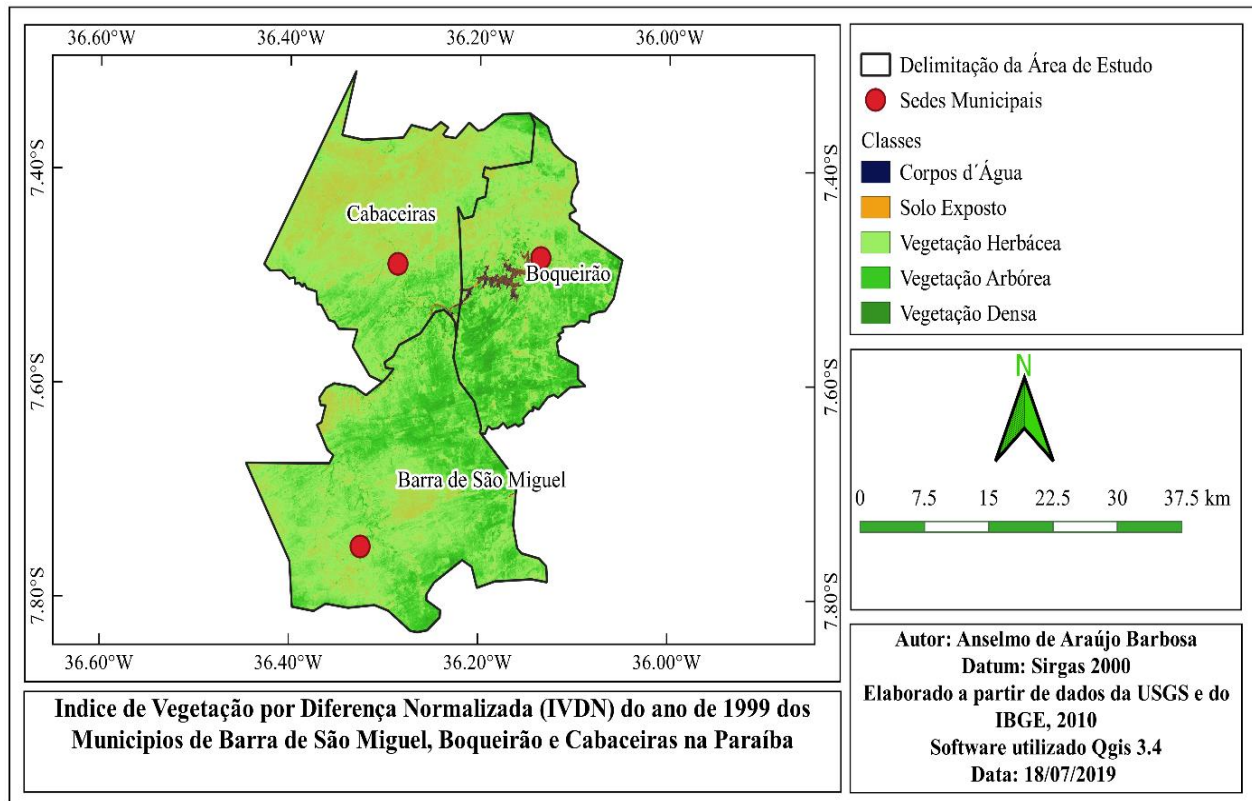
O índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN ou NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index*, na sigla em inglês) é um indicador importante da vegetação, pois a partir das informações apresentadas pode-se identificar o comportamento da cobertura vegetal na escala temporal analisada. Para os anos averiguados foi possível verificar os avanços na degradação da cobertura vegetal da área estudada. Os índices possibilitam fazer uma análise do quanto foi degradado a cobertura vegetal de uma área em diversas escalas temporais. Como podemos observar nas imagens da área dos municípios estudados (Figura 2). A seguir, verifica-se o quanto foi modificada a cobertura vegetal e do solo nos anos de 1999 a 2018 na área de pesquisa.

Para obter uma comprovação com clareza de como o comportamento da vegetação influencia no processo de desertificação são apresentados neste tópico os mapas de NDVI; estes vêm acompanhados de tabelas com os percentuais e a área correspondente de cada classe de vegetação: Densa, Arbórea, Herbácea, Solo Exposto e Corpos D'água. Estas informações são analisadas individualmente e, relacionadas entre si. A percepção de alteração pode ser diagnosticada na observação dos três mapas e na análise de dados das três tabelas correspondentes.

No NDVI do ano de 1999 observa-se o contraste no tocante a cobertura vegetal existente quando comparado com o ano de 2018. Nota-se que há uma ampliação da vegetação densa nesse período, porém houve uma redução drástica na vegetação arbórea. Em 1999 tinha-se 32,8 % de vegetação arbórea totalizando 466,4 Km², todavia, em 2018 era apenas 6 % totalizando 84,3 Km². No tocante a área de solo exposto em 2018 obteve grande redução, pois em 1999 representavam 38,2 % e cerca de 543,9 Km², ao passo que em 2018, representava 18,06%, ou seja, cerca 258,9 Km², uma redução de 47,6% de solo exposto comparado a ano de 1999.

Com base nos dados da tabela 3, é possível compreender o nível de degradação existente na área pesquisada. É relevante salientar que a cada período estudado um tipo de vegetação é sumariamente reduzido intensamente, deixando assim o solo exposto e contribuindo para o processo de desertificação nos municípios analisados. Para dar mais confiabilidade aos dados da pesquisa foi utilizado também o índice de vegetação por diferença por normalizada do ano de 2010 em um período peculiar, vale ressaltar que 2010, foi um ano de intensas precipitações, resultando em uma aguda resiliência da vegetação, principalmente a vegetação herbácea (Figura 3).

Figura 3 - Barra de São Miguel, Boqueirão e Cabaceiras - Classes de NDVI – 1999. NDVI /1999.



Fonte: elaborado com base nos dados do IBGE e USGS.

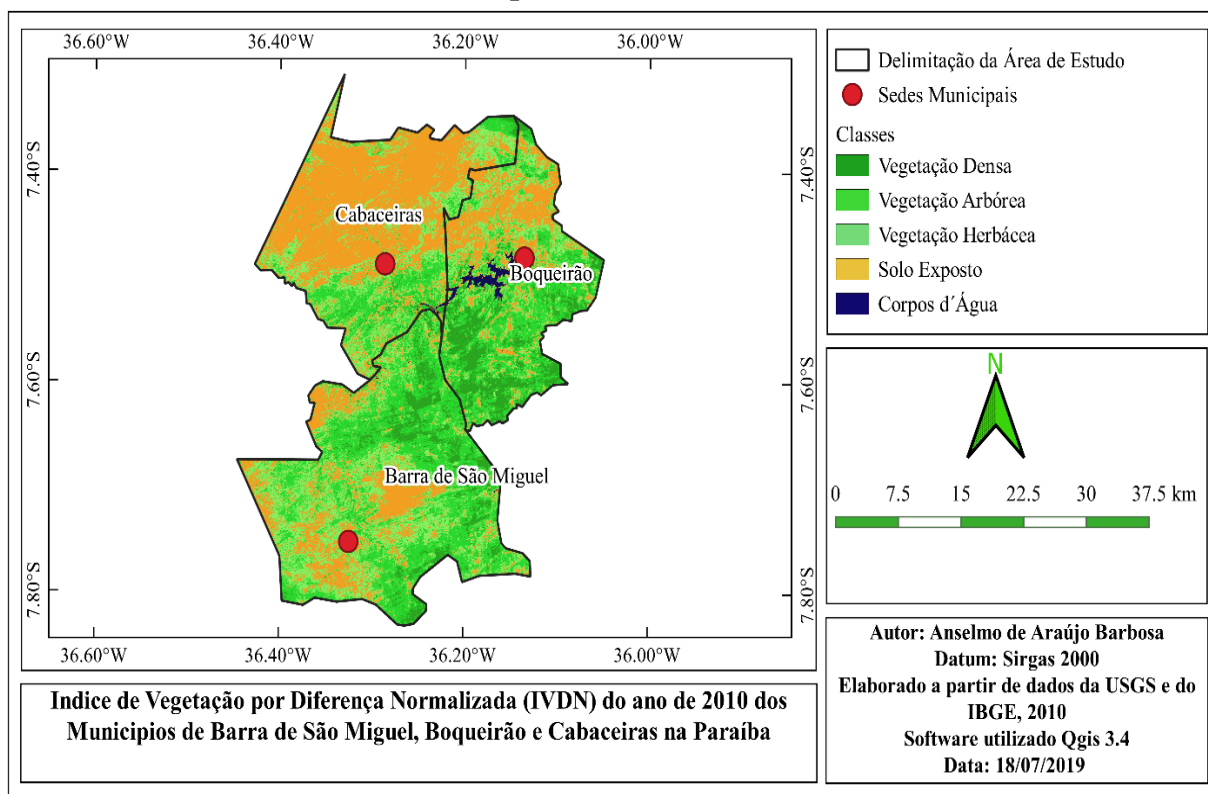
Tabela 3: Barra de São Miguel, Boqueirão e Cabaceiras - Classes de cobertura vegetal e do solo para NDVI – 1999.

CLASSES DE COBERTURA	PERCENTUAL (%)	ÁREA (em Km ²)
Vegetação Densa	10,9	154,4
Vegetação Arbórea	32	466,4
Vegetação Herbácea	17,2	244,8
Solos Exposto	38,2	543,9
Corpos d'água	0,90	13,01
Total	100	1.422,7

Fonte: elaborado com base nos dados do IBGE e USGS.

Como podemos analisar na tabela 4, do NDVI-2010, do período chuvoso, a vegetação do tipo é herbácea que é aquela cuja vegetação do tipo (gramíneas), esta vegetação sobressai em tempos de chuvas. A abundância desta cobertura vegetal encobre, ou pode mascarar, em diversos casos a parcela de solo exposto que existe na área, como de fato, observou-se uma ligeira redução da classe solo exposto no período estudado.

Figura 4 - Barra de São Miguel, Boqueirão e Cabaceiras - Classes de cobertura vegetal e do solo para o NDVI – 2010.



Fonte: elaborado com base nos dados do IBGE e USGS.

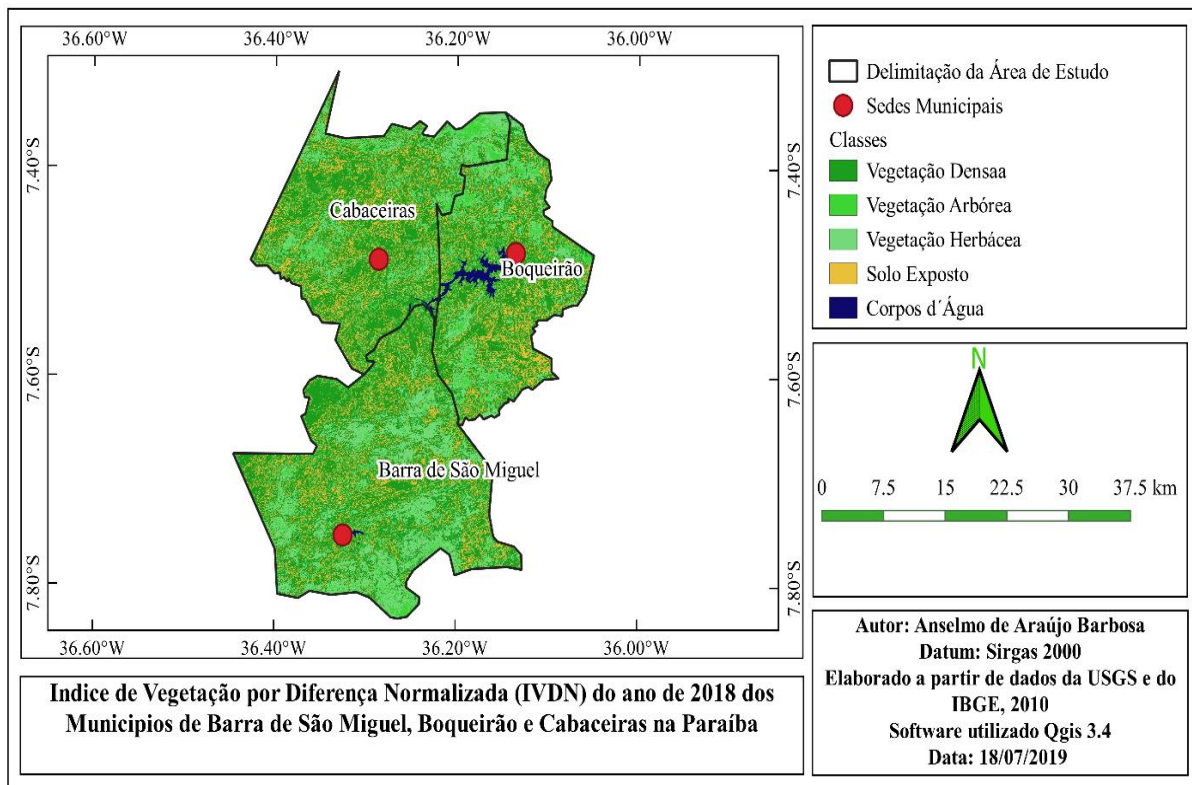
Tabela 4: Barra de São Miguel, Boqueirão e Cabaceiras - Classes de cobertura vegetal e do solo para NDVI – 2010.

CLASSES	PERCENTUAL (%)	ÁREA (Km ²)
Vegetação Densa	9,6	136,2
Vegetação Arbórea	29,3	418,6
Vegetação Herbácea	26,3	373,4
Solos Exposto	34,0	482,7
Corpos d'água	0,80	11,05
TOTAL	100	1.422,7

Fonte: elaborado com base nos dados do IBGE e USGS.

O NDVI para o ano de 2018, traz consigo uma redução da degradação da cobertura vegetal. Neste período ocorreu uma grande resiliência da vegetação densa, apresentando 52,7 % e totalizando 749,2 Km², quando comparada com os demais anos obtendo mais de 40 % de recuperação desta cobertura. Ainda assim, apresentou uma drástica queda na cobertura de vegetação arbórea; confrontando os dados com os anos anteriores, em 1999 tinha 32,8 % cerca de 466,4 Km² e em 2010 apresentava 29,3 % e somando 418,6 Km², enquanto em 2018 apresentava apenas 6 % com 84,3 Km² de área.

Figura 5 - Barra de São Miguel, Boqueirão e Cabaceiras - Classes de cobertura vegetal e do solo para NDVI – 2018.



Fonte: elaborado com base nos dados do IBGE e USGS.

A tabela 5, mostra os dados do percentual de cada classe analisada na pesquisa par o NDVI de 2018, como foi citado anteriormente, o ano examinado, mostra um recuo significativo na degradação da cobertura vegetal. O resultado do NDVI corrobora merecidamente com os gráficos de produção de lenha e carvão, já visto anteriormente, que nos indica uma oscilação e redução da produção de lenha.

Tabela 5: Barra de São Miguel, Boqueirão e Cabaceiras - Classes de cobertura vegetal e do solo, NDVI – 2018.

CLASSES	PERCENTUAL%	ÁREA (Km ²)
Vegetação Densa	52,7	749,2
Vegetação Arbórea	6	84,3
Vegetação Herbácea	22,2	315,3
Solos Exposto	18,06	258,9
Corpos d'água	1,04	14,7
Total	100	1.422,4

Fonte: elaborado com base nos dados do IBGE e USGS.

Por fim, é interessante frisar que a madeira utilizada para lenha e carvão é justamente a do tipo vegetação arbórea. Por conseguinte, observa-se uma redução expressiva neste tipo de vegetação nos anos estudados nesta pesquisa. Todavia, observa-se uma redução das classes solo exposto e vegetação herbácea. É notório e relevante citar o aumento dos corpos d'água de 0,90



% em 1999, passando a 0,80 % em 2010, aumentando para 1,04 % no ano de 2018, indicando uma recuperação dos corpos d'água na área da pesquisa.

4. Conclusão

Foram observadas nesta pesquisa que o longo período de exploração dos recursos naturais aqui analisados vem gradualmente causando inúmeros impactos ao bioma Caatinga e intensificando o processo de desertificação. Os dados do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN), apontam uma drástica redução da vegetação arbórea. Este tipo de vegetação já não se encontra com abundância, bem como o aumento da exposição de solo exposto pela intensa expansão das atividades agropecuárias.

Os municípios estudados apresentam-se como os polos produtores na criação de caprinos do Nordeste brasileiros. Tais atividades são muito prejudiciais ao bioma Caatinga. Outra atividade de grande relevância para à área pesquisa foi a extração vegetal seja ela para produção de carvão ou como lenha para indústria. Tal atividade vem sofrendo uma leve diminuição ao longo dos anos e é importante ressaltar que houve uma grande redução na vegetação arbórea, a vegetação apropriada para o desenvolvimento destas atividades econômicas.

O período analisado apontou uma redução de determinadas classes de vegetação, como foi o caso da vegetação arbórea na qual o NDVI revelou que houve uma expressiva diminuição desta vegetação corroborando com os gráficos apresentados nos resultados. Outro fato de destaque foi o aumento da vegetação densa que em 1999 apresentava 10,9 % cerca de 154,4 Km² obteve um aumento de grande relevância no ano de 2018, chegando a 52,7 % cerca de 749,2 Km² um aumento extraordinário dessa classe de vegetação.

Agradecimentos

A presente pesquisa foi realizada com o apoio do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil) pelo financiamento para a realização da pesquisa e que foi desenvolvida também no Programa de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq-UFCG).



5. Referências

ABRAHAM, Elena et al. Desertificación e indicadores: posibilidades de medición integrada de fenómenos complejos. **SCRIPTA NOVA**. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. Vol. X, núm. 214, 1 de junio de 2006.

Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA. **Dados pluviométricos**. João Pessoa, 2011. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/>>. Acesso: 20 de fevereiro de 2019.

ALVES, J. J. A.; SOUZA, E. N. de; NASCIMENTO, S. S. do. Núcleos de desertificação no Estado da Paraíba. **Revista RA'E GA**, Curitiba-PR, n.17, p. 139-152, 2009.

ARAÚJO, Sérgio M. S. de; LIMA, Eduardo R. V. de. **Desertificação no Semiárido Brasileiro e Paraibano**: Abordagens conceituais, metodologias e indicadores. Paulo Afonso: Editora da Sociedade Brasileira de Ecologia Humana, 2019. 150 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Dados socioeconômicos municipais da Paraíba. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/Brasil/PB>>. Acesso em: 19 fev. 2019. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores Sociais Municipais 2010**: incidência de pobreza é maior nos municípios de porte médio. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/noticiascenso?view=noticia&id=3&idnoticia=2019&busca=1&t=indicadoressociais-municipais-2010-incidencia-pobreza-maior-municipios-porte-medio>>. Acesso: 10 fev. 2019.

LAMCHIN, M.; LEE, J. Y.; LEE, W. K.; LEE, E. J.; KIM, M.; LIM, C. H.; CHOI, H. A.; KIM, S. R. Assesment of land cover and desertification using sensing technology in a local region of Mongolia. **Advances in Space Research**, n. 57, p. 66-77, 2016. Disponível em: <www.sciencedirect.com>. Acesso em: 5 fev. 2019.

Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Desertificação**: histórico. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idestrutura=129&idconteudo=6391>>. Acesso em: 31 mar. 2010.

SOUSA, M. A. G. de; ARAUJO, Sérgio M. S. de. Análise da Sustentabilidade do Município de Barra de São Miguel-PB a partir do Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável do Cariri Oriental. **Mnemosine Revista**, vol. 10, núm. 1, p.51-92, jan.-jun., 2019.

TAVARES, Valter C.; ARAÚJO, Sérgio M. S. de. Diagnóstico socioeconômico e ambiental das vulnerabilidades à desertificação na comunidade do Bravo – Boa Vista/PB. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol. 8, n. 5, p. 1.541-1.556, 2015.

UNCCD. Convention des Nations Unies sur la Lutte Contre la Desertification dans les Pays Gravement Touches par la Secheresse et/ou la Desertification. Ginebra, Suíça: Nations Unies, 1994. 65 p.