



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EM DESENVOLVIMENTO E MEIO
AMBIENTE

CECÍLIA BARRETO RODRIGUES

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A PROPENSÃO À DESERTIFICAÇÃO E O USO
DA TERRA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

FORTALEZA

2019

CECÍLIA BARRETO RODRIGUES

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A PROPENSÃO À DESERTIFICAÇÃO E O
USO DA TERRA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Proteção Ambiental e Gestão de Recursos Naturais.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R612a Rodrigues, Cecília Barreto.
Análise da relação entre a propensão à desertificação e o uso da terra no Semiárido Brasileiro / Cecília Barreto Rodrigues. – 2019.
98 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2019.
Orientação: Profa. Dra. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima.
Coorientação: Profa. Dra. Raul Shiso Toma.

1. Degradação do solo. 2. Práticas agrícolas. 3. Uso da terra. 4. Antropismo. I. Título.

CDD 333.7

CECÍLIA BARRETO RODRIGUES

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A PROPENSÃO À DESERTIFICAÇÃO E O
USO DA TERRA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Proteção Ambiental e Gestão de Recursos Naturais.

Aprovada em: 29 /11 /2019

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Raul Shiso Toma (Co-Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Francisco Casimiro Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Everton Nogueira Silva
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente em minha vida, e não ter me desamparado nos momentos em que precisei, minha fonte de amor, sabedoria e proteção.

A mim, por toda dedicação e aprendizado obtido na elaboração do presente trabalho, por toda evolução acadêmica, pessoal e profissional durante o curso de mestrado.

Aos meus pais, Fernando Luiz Gomes Rodrigues e Kátia Maria Barreto que me incentivaram e apoiaram durante todo esse período.

À minha avó, Maria José Gomes Rodrigues pelo seu acolhimento e apoio.

À Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade de realização do mestrado. E ao CNPq e Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, pela concessão da bolsa de estudo.

À minha orientadora e amiga, Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima, por sempre estar presente, orientando e apoiando e pelos conhecimentos a mim transmitidos desde a graduação até o mestrado.

Ao meu co-orientador, Raul Shiso Toma, pelo acolhimento, apoio, paciência, por confiar em meu trabalho e por todo conhecimento a mim transmitido.

Aos membros da banca examinadora, por aceitarem fazer parte dela e pelas contribuições para melhorar a qualidade deste trabalho.

Ao Marcio Regys, por sua ajuda e apoio na realização desse trabalho e por toda sua companhia e amizade desde a época da graduação.

A Marianna Andrade, que contribuiu de maneira a agregar informações para a estrutura desta dissertação, pois sem suas contribuições não sei como teria resolvido o dilema da análise bibliométrica e ao Lucas Florêncio que foi de suma importância para a entrega deste trabalho.

A todos os amigos e familiares, que estiveram comigo contribuindo de alguma forma e compartilhando momentos de alegria e tristeza, em especial a Renata de Araújo, Ingrid Pinheiro, Bruna Sousa, Fernando Stumpf, Vanessa Carmo, Moacir Marcos, Ana Vlândia, Maria Ivoneide Vital, Tia Vânia, Tia Marcia, Tia Flávia, Tia Fábria, Diego Rocha, Caio Sousa, Victor Lustosa, minhas primas Daniele, Fernanda e Raquel.

RESUMO

No Brasil, a desertificação acomete grande parte do semiárido, o que aponta para a necessidade de uma maior atenção a essa problemática, de maneira a combater ou minimizar seus efeitos. As áreas rurais são as mais impactadas pela desertificação, principalmente em decorrência de práticas inadequadas de exploração da terra. A gravidade do problema torna relevante o colóquio entre o conhecimento científico e as partes interessadas e suscita o questionamento ainda não respondido: como os padrões de uso da terra contribuem para a expansão da desertificação no Semiárido Brasileiro? Supõe-se que o uso da terra contribui para o aumento da propensão à desertificação, combinado aos fatores vegetacionais, pedológicos e socioeconômicos dessa região. Diante disto, o presente estudo busca analisar a propensão à desertificação a partir do uso da terra no Semiárido Brasileiro. Especificamente é feita a caracterização do uso da terra como agente causador da desertificação; a classificação dos municípios quanto à propensão à desertificação segundo o uso da terra; a caracterização dos tipos de solo e vegetação a partir da propensão à desertificação segundo o uso da terra; e, por fim, a análise da relação entre a vulnerabilidade à desertificação, segundo o uso da terra e os tipos de solo e vegetação. Para isso, foram utilizados dados secundários referentes a uma amostra de 976 municípios do semiárido. Os métodos de análise adotados envolveram; a) técnicas de análise tabular e gráfica; b) construção de um Índice de Propensão à Desertificação a partir de indicadores de uso da terra que são agrupados nas dimensões de práticas de exploração e tipo de exploração; e c) técnicas de estatística inferencial como Análise de Variância. Os resultados mostraram que os principais usos da terra nos estabelecimentos agropecuários estão voltados às atividades agropecuárias. O uso intensivo do solo é o fator que melhor explica a propensão à desertificação na região, a qual se distribui de forma heterogênea no espaço, embora se perceba uma maior vulnerabilidade ao problema entre os municípios localizados na porção centro-norte do SAB. O estudo mostrou que níveis mais elevados de desertificação estão presentes em estabelecimentos que possuem solo do tipo Chernossolos Rêndzicos Órticos. Além disso, a maior parte dos municípios com solos do tipo Plintossolos Pétricos Concrecionários, Plintossolos Háplicos Distróficos e Gleissolos Sálidos Sódicos também se encontram na classe com maiores níveis de propensão. Em relação à vegetação se identificou que a vegetação predominante no SAB se encontra dividida naquelas que compõem as atividades agrárias e na Savana-Estépica Arborizada, embora haja um mosaico com diferentes tipos de vegetação. Como resposta provisória ao questionamento que instigou a pesquisa, supõe-se que, o uso da terra pode contribuir com o aumento da

propensão à desertificação, aliado aos aspectos pedológicos e vegetacionais dessa região.

Palavras-chave: degradação do solo; práticas agrícolas; uso da terra; antropismo.

ABSTRACT

In Brazil, desertification affects a large part of the semiarid region, which points to the need for greater attention to this problem, in order to combat or minimize its effects. Rural areas are the most impacted by desertification, mainly due to inadequate land exploitation practices. The seriousness of the problem makes the colloquy between scientific knowledge and stakeholders relevant and raises the question still unanswered: how do land use patterns contribute to the expansion of desertification in the Brazilian Semiarid? It is assumed that land use contributes to an increased propensity to desertification, combined with the vegetation, pedological and socioeconomic factors of this region. In view of this, the present study seeks to analyze the propensity to desertification based on land use in the Brazilian Semiarid Region. Specifically, the characterization of land use as a causative agent of desertification is made; the classification of municipalities according to the propensity to desertification according to land use; the characterization of soil and vegetation types from the propensity to desertification according to land use; and, finally, the analysis of the relationship between vulnerability to desertification, according to land use and the types of soil and vegetation. For that, secondary data were used referring to a sample of 976 municipalities in the semiarid region. The methods of analysis adopted involved; a) techniques of tabular and graphical analysis; b) construction of a Desertification Propensity Index based on land use indicators that are grouped in the dimensions of exploration practices and type of exploration; and c) inferential statistics techniques such as Analysis of Variance. The results showed that the main land uses in agricultural establishments are related to agricultural activities. Intensive land use is the factor that best explains the propensity for desertification in the region, which is heterogeneously distributed in space, although there is a greater vulnerability to the problem among the municipalities located in the central-northern portion of the SAB. The study showed that higher levels of desertification are present in establishments that have Chernossolos Rendzicos Órticos soil. In addition, most municipalities with soils such as Concrete Pletrossols, Dystrophic Heather Plintosols and Sodium Sodium Gleysols are also in the class with the highest propensity levels. Regarding vegetation, it was identified that the predominant vegetation in the SAB is divided into those that make up agrarian activities and the Savanna-Estépica Arborizada, although there is a mosaic with different types of vegetation. As a provisional answer to the question that instigated the research, it is assumed that the use of land may contribute to an increase in the propensity to desertification, combined with the pedological and vegetation aspects of this region.

Keywords: soil degradation; agricultural practices; land use; anthropism.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Autores mais relevantes pela quantidade de documentos publicados na plataforma <i>WoS</i> .1970 - 2018.....	23
Figura 2	– Quantidade de documentos publicados por país do portal <i>Scielo</i> .2000 - 2018.....	25
Figura 3	– Quantidade de documentos publicados por área temática do portal <i>Scielo</i> .2000 - 2018.....	26
Figura 4	– Mapa do Semiárido Brasileiro.....	30
Figura 5	– Distribuição espacial da propensão à desertificação segundo o uso da terra.Municípios do Semiárido.....	57
Figura 6	– Mapa de degradação do Semiárido usando dados do período 2007-2016.....	57
Figura 7	– Distribuição espacial dos tipos de solo <i>versus</i> propensão à desertificação nos municípios do Semiárido.....	64
Figura 8	– Distribuição espacial dos tipos de vegetação predominantes nos municípios do Semiárido.....	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Indicadores do Índice de Propensão à Desertificação (IPD) quanto às práticas de exploração e o tipo de exploração.....	40
Quadro 2 – Nomeação dos fatores que explicam a propensão à desertificação segundo o uso da terra.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Equações de pesquisa e número de artigos por área da <i>Web of Science</i> e <i>Scielo</i>	21
Tabela 2 – Título, autoria, fonte de publicação e ano dos trabalhos mais citados na plataforma <i>WoS</i> .1970 - 2018.....	24
Tabela 3 – Título, autoria, fonte de publicação e ano dos trabalhos mais citados na plataforma <i>Scielo</i> .2000 - 2018.....	26
Tabela 4 – Delimitação do semiárido brasileiro para os anos 2005, 2014 e 2017.....	31
Tabela 5 – Quantidade de municípios pertencentes a nova delimitação do SAB e quantidade de municípios inseridos na amostra da pesquisa por Estado. 2017.....	37
Tabela 6 – Definição das classes de municípios segundo a propensão à desertificação.....	43
Tabela 7 – Análise descritiva da proporção da área ocupada nos estabelecimentos com lavouras permanentes, por unidade federativa com municípios inseridos no Semiárido. 2017.....	46
Tabela 8 – Análise descritiva da proporção da área ocupada com lavouras temporárias, por unidade federativa com municípios inseridos no Semiárido. 2017.(%).....	48
Tabela 9 – Análise descritiva da proporção da área ocupada com pastagens naturais, por unidade federativa com municípios inseridos no Semiárido. 2017. (%).....	50
Tabela 10 – Análise descritiva da proporção da área ocupada com pastagens plantadas em más condições, por unidade federativa com municípios inseridos no Semiárido. 2017.(%).....	51
Tabela 11 – Estatísticas descritivas do Índice de Propensão à Desertificação segundo o uso da terra, por classes.....	56
Tabela 12 – Valores médios dos indicadores de propensão à desertificação segundo o uso da terra, por classes.....	58

Tabela 13 – Quantidade de municípios do Semiárido por tipos de solo.....	60
Tabela 14 – Quantidade de municípios do Semiárido por tipo de vegetação.....	62
Tabela 15 – Distribuição relativa dos municípios pesquisados por tipo de solo e classes de propensão à desertificação	65
Tabela 16 – Distribuição relativa dos municípios pesquisados por tipo de vegetação e classes de propensão à desertificação.....	68

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Problema e Justificativa da Pesquisa	14
1.2	Hipótese	16
1.3	Organização do Trabalho	17
2	A DESERTIFICAÇÃO E SUAS ABORDAGENS	18
2.1	Identificação dos principais temas abordados nas pesquisas acadêmicas direcionadas à desertificação	19
2.2	As abordagens sobre desertificação no mundo acadêmico	22
2.3	O Semiárido Brasileiro e o fenômeno da desertificação	27
2.3.1	<i>A caracterização da desertificação no Semiárido Brasileiro</i>	31
2.3.2	<i>A mensuração da desertificação no Semiárido Brasileiro</i>	33
3	MATERIAL E MÉTODOS	37
3.1	Área de Estudo	37
3.2	Métodos de Análise	38
3.2.1	<i>Caracterização do uso da terra como agente causador da propensão à desertificação no Semiárido Brasileiro</i>	38
3.2.2	<i>Identificação dos municípios quanto à propensão a desertificação segundo o uso da terra</i>	39
3.2.3	<i>Caracterização dos tipos de solo e vegetação a partir da propensão à desertificação segundo o uso da terra</i>	43
3.2.4	<i>Análise da relação entre a propensão à desertificação e os tipos de solo e vegetação nos municípios do Semiárido Brasileiro</i>	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1	O uso da terra no Semiárido Brasileiro	45
4.2	A propensão à desertificação segundo o uso da terra dos municípios do Semiárido Brasileiro	52
4.2.1	<i>Identificação dos principais fatores que explicam a propensão à desertificação a partir do uso da terra nos municípios do Semiárido Brasileiro</i>	52
4.2.2	<i>Índice de Propensão à Desertificação a partir do uso da terra nos</i>	56

	<i>municípios do Semiárido Brasileiro</i>	
4.3	Os tipos de solo e vegetação dos municípios do Semiárido Brasileiro a partir dos níveis de propensão à desertificação, segundo o uso da terra	59
4.4	A relação entre a propensão à desertificação, segundo o uso da terra, e os tipos de solo e vegetação nos municípios do Semiárido Brasileiro	63
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
	REFERÊNCIAS	71
	APÊNDICE A - PROPORÇÃO DE LAVOURAS PERMANENTES, LAVOURAS TEMPORÁRIAS, PASTAGENS NATURAIS E PASTAGENS PLANTADAS EM MÁIS CONDIÇÕES POR MUNICÍPIOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	75
	APÊNDICE B - KMO E TESTE DE ESFERICIDADE DE BARTLETT'S	97
	APÊNDICE C - VARIÂNCIA TOTAL EXPLICADA	98
	APÊNDICE D - IDENTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS PARA CADA FATOR	99

1 INTRODUÇÃO

1.1 Problema e justificativa da pesquisa

A desertificação é um dos problemas ambientais mais críticos da terra. Estimativas das Nações Unidas alertam que cerca de 3,6 bilhões de hectares da superfície terrestre se encontram desertificadas (UNCCD, 2014). Ocorre uma perda média anual de 5.300 milhões de toneladas de solo fértil e 8 milhões de toneladas de nutrientes vegetais devido a diferentes processos de desertificação. Essas estimativas podem ser maiores, considerando-se a dificuldade de mensurar a desertificação, dado que não haja um entendimento comum sobre o conceito (HÉLLDEN; TOTTRUP, 2008).

Apesar da inexistência de um consenso, as opiniões convergem para o fato de que desertificação é a degradação das terras áridas, semiáridas e subúmidas secas, ocasionada pela interação de um conjunto de fatores, como ações antrópicas que desencadeiam o problema, e mudanças ecológicas e climáticas que terminam por intensificar esse processo, convertendo áreas não desérticas em regiões desertificadas no mundo todo (FEARNSIDE, 1979; ALVES; AZEVEDO; CÂNDIDO, 2017).

As causas da desertificação variam no tempo e no espaço e não há um padrão a ser usado quando se quer explicar a ocorrência do fenômeno. Contudo, entende-se que a desertificação resulta da interação de causas imediatas como atividades humanas sobre os recursos naturais locais (terra) e forças adjacentes como processos sociais e biofísicos (GEIST; LAMBIN, 2004).

No Brasil, a região mais propensa e acometida pela desertificação é o Semiárido Brasileiro (SAB). A região semiárida apresenta uma série de características que a tornam mais vulnerável à desertificação: condições naturais, como por exemplo, o tipo de solo, a vegetação, o clima e o relevo; em conjunto com as condições socioeconômicas (GONÇALVES *et al.*, 2010). Tais características se relacionam entre si fazendo com que haja uma retroalimentação que potencializa e fortalece o avanço da desertificação, dificultando o sucesso das estratégias para redução do problema. Nesse contexto, entende-se que a desertificação no SAB é um processo bi-causal, pois as suas causas também são seus efeitos (RODRIGUES, 2016). Deste modo, há um ciclo vicioso, atingindo as populações rurais no que se refere à questão do uso da terra, sendo a população rural carente a mais vulnerável, sendo a mais impactada por este problema (BRASILEIRO, 2009).

Os processos de desertificação são predominantes nas áreas rurais do SAB, e nessas regiões o que prevalece são as atividades agropecuárias: “[...] ações como pastoreio intensivo, uso da vegetação nativa como fonte energética, retirada da mata ciliar, agricultura tradicional” (ALVES; AZEVEDO; CÂNDIDO, 2017, p. 19), ligadas ao uso da terra. Sabe-se que há uma grande quantidade de pessoas vivendo em situação de pobreza, principalmente nas regiões rurais, que necessitam da terra para sobreviver, explorando-a intensivamente, exaurindo os seus recursos de modo a perder sua biodiversidade, capacidade de recuperação e acarretando a perda da produtividade, o que irá acentuar a pobreza, repetindo todo o ciclo.

Esse cenário permite uma clara visualização da relação existente entre o uso da terra e a desertificação no SAB. Uma melhor compreensão dessa relação vem sendo buscada por diferentes autores (GUL; ERSAHIN, 2019). Bestelmeyer et al (2015) associam desertificação a mudanças decorrentes de um processo de degradação do solo, que por sua vez está diretamente vinculado aos diferentes usos da terra.

Ainda no contexto dos solos *versus* desertificação sabe-se que algumas áreas mais afetadas por esta deterioração, conhecidas como núcleos de desertificação (VASCONCELOS SOBRINHO, 2004) apresentam tipos de solos das classes Luvisolos, Neossolos Litólicos, Planossolos e Argissolos (GALINDO, 2007) o que permite questionar se, além das causas comumente admitidas, a desertificação também seria influenciada por algum tipo de solo específico. Contudo, não existem análises mais aprofundadas a respeito dessa relação.

Apesar das prováveis relações levantadas, a grande maioria dos estudos sobre desertificação não associa os fatores de uso da terra ao tipo de solo e, conseqüentemente, à propensão ao fenômeno. Geralmente são voltados para as características naturais e/ou físicas das regiões afetadas ou são voltados para as questões socioeconômicas. Lacunas de conhecimento como essa criam a necessidade de estudos que abranjam os aspectos complexos da desertificação englobando os aspectos climáticos, biológicos, hidropedológicos e socioeconômicos, compreendendo as diversas dimensões da desertificação e suas causas (SOUZA; SILANS; SANTOS, 2004).

Outra demanda quanto às pesquisas sobre desertificação no Semiárido Brasileiro diz respeito à abrangência da área geográfica de estudo. As produções técnicas, como por exemplo, o Plano de Ação Nacional de Combate à Desertificação (PAN-Brasil) que identifica fatores que contribuem para o fenômeno e propõe as medidas práticas necessárias ao combate e à mitigação dos efeitos da seca a nível nacional e os Programas de Ação Estadual de Combate à Desertificação (PAE's) são específicos para cada estado do SAB, ou

seja, todos os estados que têm os municípios inseridos no SAB possuem um PAE, mas cada um trata das questões locais, então não se tem estudos científicos do semiárido como um todo.

Diante desse cenário, o presente estudo busca analisar a relação entre a propensão à desertificação, o uso da terra e os tipos de solo no Semiárido Brasileiro (SAB). Como objetivos específicos destacam-se:

- a) caracterizar o uso da terra no SAB no contexto de agente causador da desertificação na região;
- b) identificar a existência de espaços diferenciados quanto à propensão à desertificação segundo o uso da terra no SAB;
- c) caracterizar os tipos de solo e vegetação no SAB a partir do nível de propensão a desertificação, segundo o uso da terra;
- d) analisar a relação entre a vulnerabilidade à desertificação, segundo o uso da terra, e os tipos de solo e vegetação no SAB.

Diante da problemática colocada a pesquisa aqui apresentada traz duas contribuições principais: uma do ponto de vista teórico, ao analisar as relações entre uso do solo, tipo de solo e desertificação e a outra mais prática, que corresponde à sistematização de dados em uma perspectiva que possibilita uma visão espacial e abrangente do Semiárido em sua extensão geográfica.

Trata-se, por fim, de uma pesquisa de natureza interdisciplinar dado que qualquer discussão sobre desertificação alcança desdobramentos que demandam aprofundamentos em tópicos presentes em áreas de conhecimento como: sociologia, ciências agrárias, ciências ambientais, economia, sensoriamento remoto, tratadas diretamente ou de forma transversal nas análises apresentadas ao longo dos capítulos apresentados a seguir.

1.2 Hipótese

Destarte, o uso da terra vem a contribuir com o aumento da propensão à desertificação, aliada aos aspectos pedológicos e vegetacionais dessa região.

1.2 Organização do trabalho

O presente trabalho está organizado, além desta introdução, em quatro capítulos. Este primeiro capítulo abordou a problemática e a importância do tema analisado, além do questionamento que instigou a pesquisa, a hipótese e os objetivos a serem alcançados.

Em seguida, no segundo capítulo apresentou-se uma revisão de literatura identificando os principais temas abordados nas pesquisas acadêmicas direcionadas a desertificação a partir de uma análise bibliométrica.

Discorreu-se, também, como ocorre à desertificação no semiárido brasileiro e como esta é mensurada, apontando o uso da terra como um de seus agentes causadores, e, por último, retratou-se os principais tipos de solo e a vegetação dessas áreas. No terceiro capítulo relatou-se a área de estudo a ser analisada, os indicadores e métodos de análise utilizados na mensuração da propensão à desertificação, segundo o uso da terra. No quarto capítulo, foram apresentados os resultados e as discussões da caracterização do uso da terra no semiárido, da identificação de espaços diferenciados quanto à propensão à desertificação segundo o uso da terra, apresentando os tipos de solo e vegetação, e, analisando a relação deste com o IPD do SAB.

Por último, dedicou-se o quinto capítulo às conclusões proporcionadas por esta pesquisa, além de sugestões a futuras ações aos tomadores de decisão e pesquisas direcionadas à desertificação no semiárido brasileiro.

2 DESERTIFICAÇÃO E SUAS ABORDAGENS

Todo trabalho científico requer uma revisão bibliográfica ou estado da arte que apresente uma visão geral dos tópicos mais relevantes sobre o tema em estudo, lacunas de conhecimento, ou ainda, evolução dos conceitos. Nesse contexto, realizou-se uma pesquisa bibliométrica dos estudos sobre desertificação e uso da terra. Visto que este tipo de análise é de suma importância quando se quer aprofundar-se em um determinado tema, revelando características da comunidade científica (ESCADAFAL *et al.*, 2015).

A bibliometria se mostra uma ferramenta bastante útil quando se quer conhecer a estrutura e a evolução de um tema (BARBERO-SIERRA *et al.*, 2015) podendo abranger uma dimensão global ou nacional (TORRES *et al.*, 2015). Dessa maneira, os estudos bibliométricos podem contribuir com o desenvolvimento da temática sobre desertificação (ESCADAFAL *et al.*, 2015).

Assim, a análise bibliométrica sobre o tema em questão permitiu a realização de um levantamento de pesquisas que estão sendo realizadas e a identificação de quais áreas são mais atuantes na discussão sobre a desertificação. Sabe-se que há uma carência de conteúdos no âmbito social, político, humano, cultural e econômico deste fenômeno (TORRES *et al.*, 2015), além da ausência de uma abordagem mais ampla, abrangendo todos os fatores deste problema, como as questões climáticas, vegetacionais, pedológicas e socioeconômicas. Barbero-Sierra *et al.* (2015) relataram uma fraca ligação entre estudos que tratam das questões biofísicas e os que tratam questões socioeconômicas, confirmando esse fato ou visualizando uma mudança nesse quadro, já que a desertificação deve abordar a interdisciplinaridade por se tratar de um fenômeno complexo que é causado por um conjunto de fatores.

Deste modo, para se ter uma melhor visualização de que tipos de estudos vêm sendo realizados quando se trata da desertificação e quais as áreas que mais abordam o tema, optou-se por realizar um levantamento dessas publicações.

Observou-se que a desertificação costuma ser estudada sob diferentes perspectivas. Desta maneira, deve-se atentar para que abordagem está se direcionando o estudo, por exemplo, se é voltado para o uso do solo, uma questão mais biofísica, ou se está se direcionando para o uso da terra. A maior parte dos conteúdos se refere ao solo, à erosão e à degradação do solo, de modo que deveriam ter pesquisas adicionais para explorar se o

“uso da terra” vem sendo estudado em seu sentido mais amplo ou restrito de acordo com Torres *et al.* (2015, p. 439, tradução nossa)¹,

pesquisas adicionais devem permitir estabelecer se esses estudos levam em consideração a categoria "uso da terra" em um sentido amplo ou restrito, isto é, como uma força motriz que poderia ser um fator explicativo da orientação adotada pelas práticas de criação agrícola e pecuária em um dado momento ou como a capacidade do solo de apoiar atividades agrícolas e pecuárias.

Destarte, para se ter um breve conhecimento de como a desertificação vem sendo estudada, o próximo tópico irá identificar as principais abordagens acadêmicas em escala global e nacional, focando no Semiárido Brasileiro já que este é a área discutida na pesquisa, a partir da análise bibliométrica.

2.1 Identificação dos principais temas abordados nas pesquisas acadêmicas direcionadas à desertificação

Para avaliar o desenvolvimento das publicações a respeito do tema desertificação decidiu-se realizar uma bibliometria, utilizando como base de dados as plataformas: *Web of Science (WoS)*, para abranger como o tema é discutido internacionalmente e avaliar o desempenho do Brasil mundialmente; e *Scielo*, de modo complementar e com o intuito de incluir os estudos nacionais, catalogando mais estudos em português e publicados no Brasil.

Com esse propósito fez-se uma coleta de dados bibliométricos em julho de 2018, com o período de busca de 1970 a 2018 na *WoS*, com o intuito de catalogar publicações anteriores ao ano que o termo desertificação surgiu, em 1977, até os dias atuais. No entanto, para a plataforma *Scielo*, não foi possível utilizar o mesmo período, por esta apresentar uma limitação nesse quesito, pois o seu banco de dados é mais recente, sendo possível apenas coletar documentos a partir do ano 2000 até os dias atuais. Ressalta-se que os artigos mais relevantes e que obtiveram um maior destaque na pesquisa bibliométrica tanto pela quantidade de citação, como trabalhos mais recentes foram lidos, no entanto, alguns não foram utilizados na elaboração deste referencial teórico, pois as abordagens utilizadas nesses trabalhos não se encaixavam com a temática discutida na presente pesquisa, mesmo possuindo os termos de busca utilizados.

¹ *Further research should enable establishing whether these studies take into account the category 'land use' in a broad or narrow sense; that is, as a driving force that could be an explanatory factor of the orientation taken by agricultural and livestock rearing practices at a given time or as the soil's capacity to support agriculture and livestock activities (TORRES et al, 2015, p. 439).*

Inicialmente, selecionou-se o termo de busca que se relacionava com o direcionamento mais amplo do presente estudo, utilizando apenas o tópico *desertification*², logo, a primeira consulta gerou 5.774 referências que abrangeram uma escala global na *WoS* e 110 referências na *Scielo*. No entanto, muitos documentos não se enquadraram nas áreas em que o tema se relaciona. Diante disso, realizou-se uma seleção filtrando por tipo de documento (artigos, resumos de conferências e revisões) e por áreas desejadas, restando oitenta e nove categorias da *WoS*, dentre as principais categorias ficaram ciências ambientais, ecologia, geociências, ciência do solo, agronomia, economia, entre outros. Foram retiradas áreas que não entravam no contexto da desertificação como, por exemplo, enfermagem, clínica geral, dietas nutricionais. Já na *Scielo* pelo tamanho do banco de dados ser bem inferior, restaram apenas sete categorias sendo as principais ciências agrárias e biológicas. Logo, no final da aplicação para o tópico *desertification* restaram 5.323 documentos.

O mesmo procedimento acima citado foi realizado na base de dados da *Scielo* para analisar a pesquisa sobre o tópico *desertification* na plataforma que abrange as principais publicações latino-americanas, consequentemente publicações brasileiras, avaliando o desempenho do Brasil, de modo a conhecer o perfil dos pesquisadores brasileiros e que tipo de trabalhos publicados vem abordando essa temática. Logo, na busca pelo termo *desertification* obteve-se inicialmente 110 arquivos. Após a aplicação dos filtros pelo tipo de publicação e área temática restaram 98 artigos.

No entanto, de modo adicional, para se ter um conhecimento mais abrangente do fenômeno e visualizar todos os aspectos em que a desertificação vem sendo abordada, utilizou-se outros termos de busca que associavam a desertificação com outras palavras-chave relevantes adaptado de Barbero-Sierra *et al.*, (2015). A equação (*dry*land* OR arid OR semi*arid OR subhumid*) e (*Brazil*) e (*desertification*) coletou trabalhos no contexto terras secas, desertificação e Brasil, excluindo o tema em outros contextos.

Incluiu-se também outros tópicos como comando de pesquisa que estão relacionados a dimensões socioeconômicas e políticas, como “*development*”, “*economy*”, “*policy*”, “*gender*”, “*food*” ou “*poverty*” (TORRES *et al.*, 2015), de modo a combinar trabalhos abordando todos os conceitos. Estes termos de busca estão apresentados na Tabela 1 que totalizaram, na *WoS*, 7.253 artigos, mas desse total 1.837 trabalhos eram duplicados,

² Os termos de busca da plataforma *Scielo* foram buscados em inglês, de modo a captar mais trabalhos, pois a quantidade de arquivos encontrados quando colocado o termo em português é muito baixa, visto que os termos de busca são coletados em títulos, resumos e *abstracts* dos trabalhos, optou-se por fazer a pesquisa com os termos deste modo para uma maior abrangência.

resultando em um banco de dados final de 5.416 publicações. Já para a base *Scielo* todos os termos totalizavam 173 trabalhos, excluindo-se os 75 que eram duplicados, o que resultou no final 98 artigos para análise. Vale ressaltar que a maioria das combinações utilizadas foi nula nessa plataforma, evidenciando a escassez de conceitos que deveriam ser relacionados com o tema, mas que não são discutidos.

Tabela 1 – Equações de pesquisa e número de artigos por área da *Web of Science* e *Scielo*

Comando de pesquisa utilizado	Quantidade de referências por base de dados	
	WoS	Scielo
<i>Desertification</i>	5323	98
<i>desertification AND Brazil</i>	81	27
<i>desertification AND erosion</i>	1156	20
<i>desertification AND erosion AND Brazil</i>	8	2
<i>dry*land* OR arid OR semi*arid OR subhumid AND erosion AND Brazil</i>	97	10
<i>dry*land* OR arid OR semi*arid OR subhumid AND Brazil AND desertification</i>	41	16
<i>dry*land* OR arid OR semi*arid OR subhumid AND Brazil AND desertification AND land</i>	26	0
<i>dry*land* OR arid OR semi*arid OR subhumid AND Brazil AND desertification AND land AND degradation</i>	14	0
<i>dry*land* OR arid OR semi*arid OR subhumid AND Brazil AND desertification AND land AND land management</i>	5	0
<i>dry*land* OR arid OR semi*arid OR subhumid AND Brazil AND desertification AND land AND land access</i>	1	0
<i>dry*land* OR arid OR semi*arid OR subhumid AND Brazil AND desertification AND soil</i>	18	0
<i>dry*land* OR arid OR semi*arid OR subhumid AND Brazil AND desertification AND soil AND degradation</i>	11	0
<i>dry*land* OR arid OR semi*arid OR subhumid AND Brazil AND desertification AND soil AND management</i>	2	0
<i>dry*land* OR arid OR semi*arid OR subhumid AND Brazil AND desertification AND soil AND properties</i>	4	0
<i>dry*land* OR arid OR semi*arid OR subhumid AND Brazil AND desertification AND soil AND sealing</i>	0	0
<i>dry*land* OR arid OR semi*arid OR subhumid AND Brazil AND desertification AND development</i>	9	0
<i>dry*land* OR arid OR semi*arid OR subhumid AND Brazil AND desertification AND development AND economy</i>	2	0
<i>dry*land* OR arid OR semi*arid OR subhumid AND Brazil AND desertification AND development AND policy</i>	3	0
<i>dry*land* OR arid OR semi*arid OR subhumid AND Brazil AND desertification AND development AND gender</i>	0	0
<i>dry*land* OR arid OR semi*arid OR subhumid AND Brazil AND desertification AND development AND food</i>	1	0
<i>dry*land* OR arid OR semi*arid OR subhumid AND Brazil AND desertification AND development AND poverty</i>	0	0
Banco de dados final sem artigos repetidos	5.416	98

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Esse conjunto de referências forma o *corpus* estudado. Desta maneira, foi

realizada a análise bibliométrica a qual permitiu a identificação dos estudos mais relevantes e abordados na desertificação tanto em escala global, como em escala nacional, sendo discutidos no tópico a seguir.

2.2 As abordagens sobre desertificação no mundo acadêmico

Para um conhecimento inicial de como a temática desertificação se comporta nas bases de dados, verificou-se que, na plataforma *WoS*, se tem o maior número de publicações no tema em questão, o que pode ser em função desta plataforma ter um banco de dados com que abrange um período maior. Vale ressaltar que essa plataforma analisada coleta trabalhos que são publicados em sua maioria em inglês, e que o *corpus* analisado é extraído de um subconjunto da *WoS*, como descreve Escadafal *et al.* (2015, p. 15, tradução nossa),

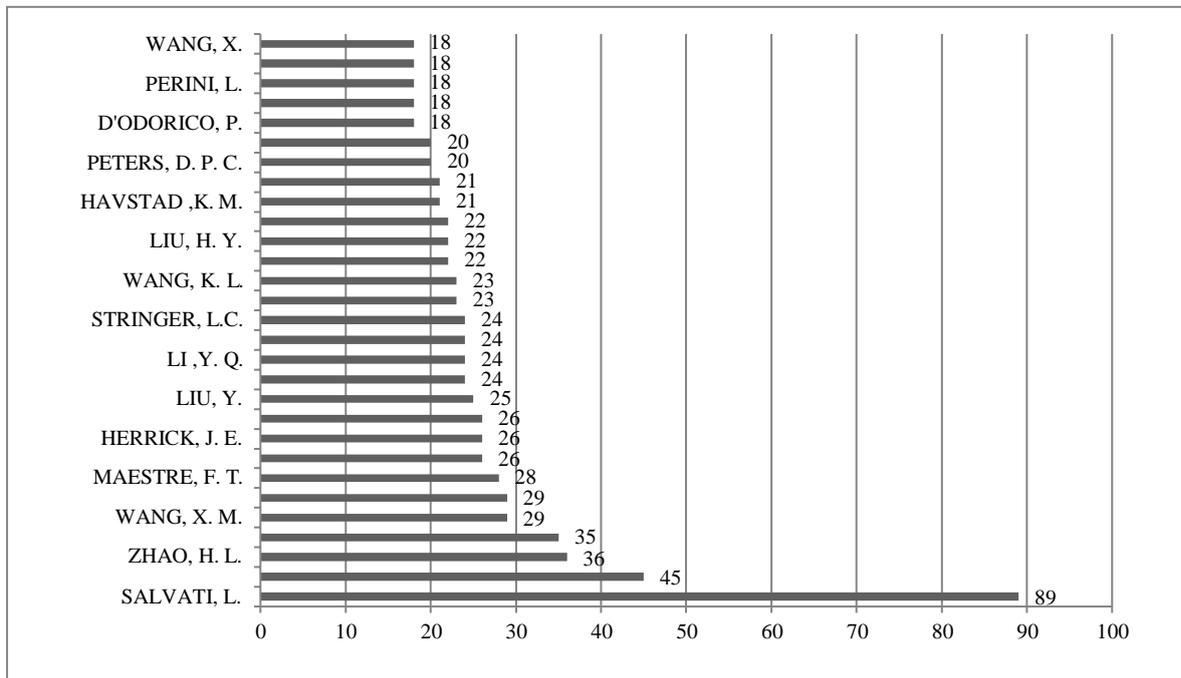
no entanto, antes de tirar conclusões fortes, é preciso lembrar que o 'corpus' que analisamos é apenas um pequeno subconjunto extraído da *Web of Science*. [...] além disso, coleta apenas dados bibliográficos de periódicos referenciados publicados em inglês. Como resultado, há um sério viés em termos de representatividade da comunidade científica [ampla / global] em termos de disciplinas e de regiões do mundo que falam outras línguas, como francês ou espanhol, e a utilizam como suporte para a ciência. Da mesma maneira, uma parte significativa da América Latina e do Caribe é afetada pela desertificação e produz um grande conjunto de resultados de pesquisa; no entanto, muitos deles permanecem invisíveis no *WoS*³.

Ao investigar os documentos publicados por área de pesquisa, percebe-se que o eixo que mais se destaca, com uma maior quantidade de publicações, é o da ecologia, relacionado às ciências ambientais, em seguida veio a agricultura e agronomia, corroborando com Barbero-Sierra *et al.* (2015) que relatam essa centralização em torno das dimensões biofísicas, além de constatar que a integração de temas sócio-ecológicos, representados pelo “uso da terra”, ficam no limítrofe das pesquisas acadêmicas.

Ao se buscar por autores mais relevantes em relação à quantidade de documentos publicados para a temática em questão, tem-se que o autor Salvati, L. possui oitenta e nove publicações no tema, destacando-se dos demais, que possuem uma proximidade na quantidade produzida de documentos (FIGURA 1).

³ *However, before drawing strong conclusions, it must be reminded that the 'corpus' we have analysed is only a small subset extracted from the Web of Science. [...] Moreover, it collects only bibliographic data from referenced journals published in English. As a result, there is a serious bias in terms of representativeness of the [broad/global] scientific community in terms of disciplines and from regions of the world speaking other languages such as French or Spanish, and using it as a support for science. [...] Similarly, a significant part of Latin America and the Caribbean is affected by desertification and produces a large set of research results; however, many of them remain invisible in the WoS* (ESCADAFAL *et al.*, 2015, p. 15).

Figura 1 – Autores mais relevantes pela quantidade de documentos publicados na plataforma WoS.1970 - 2018.



Fonte: Elaborado a partir da *Web of Science*, 2019.

Como abordado anteriormente, a temática desertificação é bastante explorada na área de ciências ambientais e na dimensão biofísica, o que pode ser constatado ao analisar a tabela 2 que revela a quantidade de citações por documento publicado por autor para a base WoS, observando-se que os dez primeiros trabalhos mais citados estão relacionados com a questão biofísica do solo, o que é relatado pelo título e pelos periódicos os quais foram publicados, destacando as revistas *Science* e *Nature* surgindo com mais frequência, evidenciando a ausência de publicações em áreas relacionadas ao “uso da terra”, como trabalhos que abordem as questões antrópicas relacionadas às práticas agrícolas, além de publicações relacionadas ao desenvolvimento e à políticas que venham a contribuir para amenizar o processo da desertificação.

Tabela 2 – Título, autoria, fonte de publicação e ano dos trabalhos mais citados na plataforma WoS. 1970 – 2018.

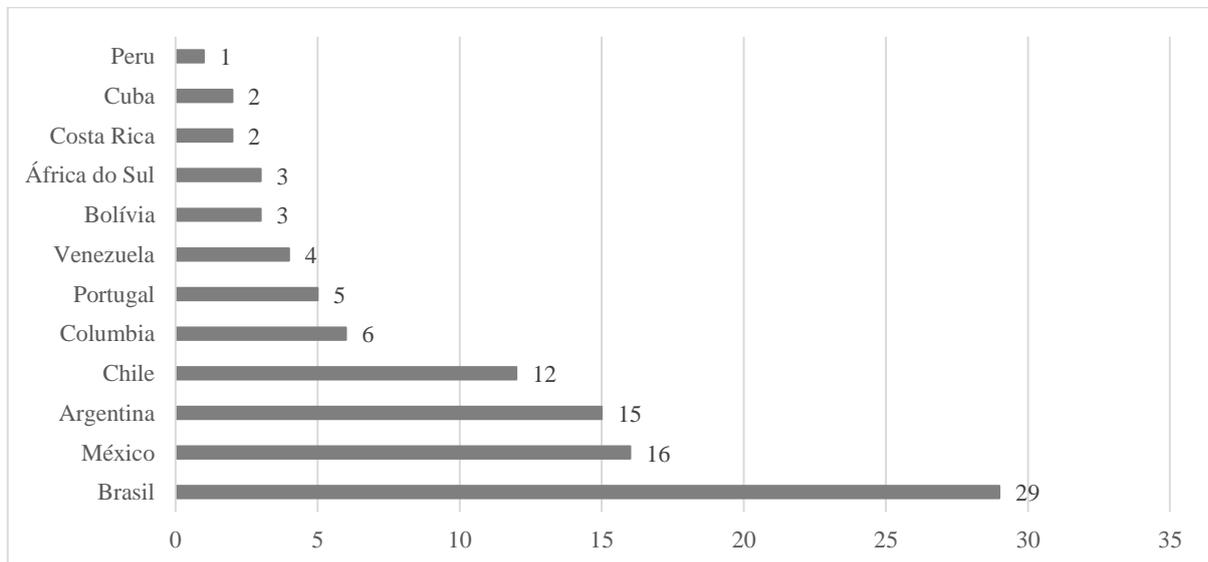
	Título	Autores	Título da fonte	Ano	Número de citações
1º	<i>Biological feedbacks in global desertification</i>	Schlesinger, WH; Reynolds, JF; Cunningham, GL; Huenneke, LF; Jarrell, WM; Virginia, RA; Whitford, WG	<i>SCIENCE</i>	1990	1495
2º	<i>Onset of Asian desertification by 22 Myr ago inferred from loess deposits in China</i>	Guo, ZT; Ruddiman, WF; Hao, QZ; Wu, HB; Qiao, YS; Zhu, RX; Peng, SZ; Wei, JJ; Yuan, BY; Liu, TS	<i>NATURE</i>	2002	846
3º	<i>Global desertification: Building a science for dryland development</i>	Reynolds, James F.; Stafford Smith, D. Mark; Lambin, Eric F.; Turner, B. L.; Mortimore, Michael; Batterbury, Simon P. J.; Downing, Thomas E.; Dowlatabadi, Hadi; Fernandez, Roberto J.; Herrick, Jeffrey E.; Huber-Sannwald, Elisabeth; Jiang, Hong; Leemans, Rik; Lynam, Tim; Maestre, Fernando T.; Ayarza, Miguel; Walker, Brian	<i>SCIENCE</i>	2007	834
4º	<i>On the spatial pattern of soil nutrients in desert ecosystems</i>	Schlesinger, WH; Raikes, JA; Hartley, AE; Cross, AE	<i>ECOLOGY</i>	1996	817
5º	<i>Mid- to Late Holocene climate change: an overview</i>	Wanner, Heinz; Beer, Juerg; Buetikofer, Jonathan; Crowley, Thomas J.; Cubasch, Ulrich; Flueckiger, Jacqueline; Goosse, Hugues; Grosjean, Martin; Joos, Fortunat; Kaplan, Jed O.; Kuettel, Marcel; Mueller, Simon A.; Prentice, I. Colin; Solomina, Olga; Stocker, Thomas F.; Tarasov, Pavel; Wagner, Mayke; Widmann, Martin	<i>QUATERNARY SCIENCE REVIEWS</i>	2008	739
6º	<i>Shrub invasions of North American semiarid grasslands</i>	Van Auken, OW	<i>ANNUAL REVIEW OF ECOLOGY AND SYSTEMATICS</i>	2000	652
7º	<i>Oceanic forcing of Sahel rainfall on interannual to interdecadal time scales</i>	Giannini, A; Saravanan, R; Chang, P	<i>SCIENCE</i>	2003	556
8º	<i>Soil erosion and the global carbon budget</i>	Lal, R	<i>ENVIRONMENT INTERNATIONAL</i>	2003	536

9º	<i>Grazing systems, ecosystem responses, and global change</i>	Asner, GP; Elmore, AJ; Olander, LP; Martin, RE; Harris, AT	<i>ANNUAL REVIEW OF ENVIRONMENT AND RESOURCES</i>	2004	473
10º	<i>Monsoons and the dynamics of deserts</i>	Rodwell, MJ; Hoskins, BJ	<i>QUARTERLY JOURNAL OF THE ROYAL METEOROLOGICAL SOCIETY</i>	1996	465

Fonte: Elaboração própria a partir da WoS, 2019.

Para avaliar o desempenho do Brasil, no âmbito nacional para o tema em questão, catalogaram-se trabalhos na plataforma *Scielo*, não na mesma proporção da plataforma discutida anteriormente devido a esta base de dados apresentar algumas limitações apresentadas ao decorrer do trabalho. Desse modo, foram coletados somente noventa e oito documentos para o tópico desertificação. No entanto, o Brasil se destaca com mais publicações nessa temática, mesmo que este resultado seja inferior quando comparado ao seu desempenho na plataforma em nível internacional, visto que a quantidade de documentos aqui publicados também é bem inferior (FIGURA 2).

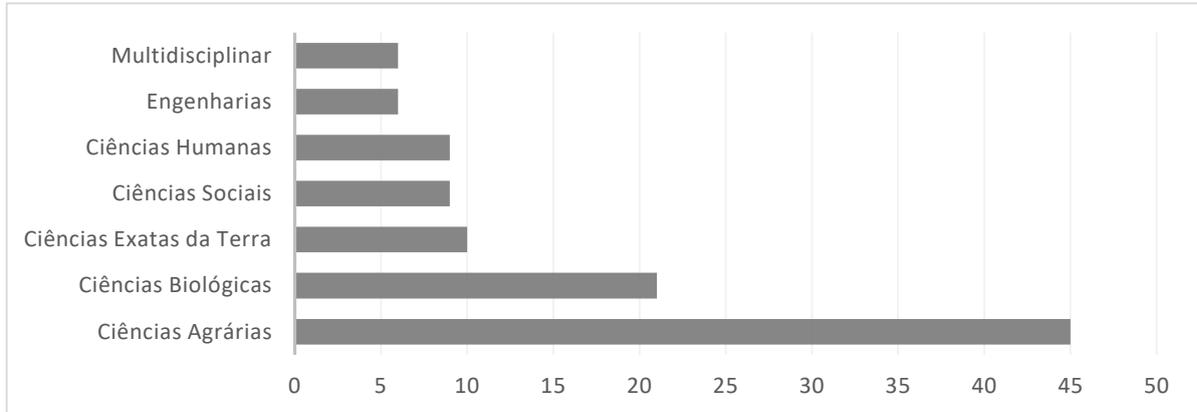
Figura 2 – Quantidade de documentos publicados por país do portal *Scielo*.2000 - 2018.



Fonte: Elaborado a partir da *Scielo*, 2019.

A atual pesquisa constatou que, mesmo a plataforma *Scielo* apresentando suas limitações, a área temática de publicação está relacionada com esta questão biofísica do solo, de modo que se têm mais publicações nas ciências agrárias, por estes documentos serem publicados em periódicos relacionados à ciência do solo, ficando as ciências sociais mais uma vez a margem dos resultados esperados (FIGURA 3).

Figura 3 – Quantidade de documentos publicados por área temática do portal *Scielo*.2000 - 2018.



Fonte: Elaborado a partir da *Scielo*, 2019.

Outrora discutido, a temática desertificação é explorada em áreas que remetem ao “uso do solo”, o que pode ser constatado ao analisar os trabalhos mais citados nessa plataforma, visto que boa parte dos periódicos se enquadra nessa dimensão. No entanto, o artigo mais citado, publicado em 2006, é de um periódico de ciências sociais: “A primazia dos cientistas naturais na construção da agenda ambiental contemporânea” (TABELA 3).

Logo, após essa análise das publicações e identificação dos trabalhos mais citados nas duas plataformas analisadas, pode-se aprofundar o estudo sobre a temática e região abordada nesta pesquisa. Em vista disso, o tópico a seguir discorrerá sobre as características do Semiárido Brasileiro e como a desertificação vem atingindo essa região.

Tabela 3 – Título, autoria, fonte de publicação e ano dos trabalhos mais citados na plataforma *Scielo*. 2000 – 2018.

Título	Autores	Título da fonte	Ano	Número de citações
A primazia dos cientistas naturais na construção da agenda ambiental contemporânea	Drummond, José Augusto.	Revista Brasileira de Ciências Sociais,	2006	5
<i>Ecología experimental y ecofisiología: Bases para el uso sostenible de los recursos naturales de las zonas áridas neo-tropicales</i>	Díaz, Miriam.	<i>Interciencia</i>	2001	5

Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no município de Jataúba, PE	Galindo, Izabel Cristina de Luna; Ribeiro, Mateus Rosas; Santos, Maria de Fátima de Araújo Vieira; Lima, José Fernando Wanderley Fernandes; Ferreira, Rafael Fernandes de Abreu e Lima.	Revista Brasileira de Ciência do Solo	2008	4
<i>Calibración y aplicación del índice de aridez de De Martonne para el análisis del déficit hídrico como estimador de la aridez y desertificación en zona áridas</i>	Mercado-Mancera, G; Troyo-Diéguez, E; Aguirre-Gómez, A; Murillo-Amador, B; Beltrán-Morales, LF; García-Hernández, JL	<i>Universidad y ciencia</i>	2010	4
Atributos químicos e microbianos do solo de áreas em processo de desertificação no semiárido de Pernambuco	Martins, Carolina Malala; Galindo, Izabel Cristina de Luna; Souza, Edivan Rodrigues de; Poroca, Henrique Arruda	Revista Brasileira de Ciência do Solo	2010	3
<i>Drought, change and resilience in South Africa's arid and semi-arid rangelands</i>	Vetter, Susanne	<i>South African Journal of Science</i>	2009	3
<i>Evaluación de la capacidad estacional de utilizar eventos de precipitación entre sespecies de arbustos nativos de Chile con distintos sistemas radiculares</i>	Torres, Raul; Squeo, Francisco A.; Jorquera, Carmen; Aguirre, Evelyn; Ehleringer, James R	Revista chilena de historia natural	2002	2
<i>Degradación de suelos en Sonora: el problema de la erosión en los suelos de uso ganadero</i>	López Reyes, Migdelina.	<i>Región y sociedad</i>	2011	1
<i>Complejización de los cazadores y recolectores em chiuchiu, río Loa medio (norte de Chile)</i>	Jackson, Donald; Benavente, Antonia.	<i>Estudios ataca meños</i>	2010	1
<i>Mammal and butterfly species richness in Chile: taxonomic covariation and histor</i>	Samaniego, Horacio; Marquet, Pablo A.	Revista chilena de historia natural	2009	1

Fonte: Elaborado pelo autor a partir da *Scielo*, 2019.

2.3 O Semiárido Brasileiro e o fenômeno da desertificação

Neste tópico buscou-se abordar as características do Semiárido Brasileiro (SAB) e as delimitações até hoje utilizadas, assim como a sua nova delimitação a qual foi escolhida para a realização desta pesquisa. Discutiu-se ainda como a região do SAB é acometida pelo fenômeno da desertificação, elucidando como este processo vem sendo caracterizado e mensurado.

Destarte, caracteriza-se uma região por ter clima Semiárido quando a quantidade de chuva em sua área é menor do que a quantidade de água evaporada (SANTOS, *et al.*, 2014). No Brasil as médias anuais de precipitações são iguais ou inferiores a 800 mm/ano, além da irregularidade das chuvas (MI, 2005). Perdurando a escassez dessas chuvas durante seis meses em todos os estados do Nordeste e em regiões de transição entre o semiárido e as zonas mais úmidas, podendo essa duração variar de sete a onze meses secos em algumas áreas do SAB,

caracterizando esse extremo de tempo sem chuvas como um clima semiárido mais severo (SANTOS, *et al.*, 2014).

O Semiárido Brasileiro (SAB) possui em média uma insolação de 2.800h/ano e temperaturas variando entre 23° e 27° C, com a predominância do ecossistema Caatinga, exclusiva do SAB, a qual possui boa parte de sua vegetação com hábito xerofítico que armazenam água para os períodos de escassez, como exemplo das cactáceas; sendo constituída também por plantas caducifólias que perdem suas folhas em períodos secos e quentes (MARX; TABACOW, 2004). Despertando o interesse de pesquisadores que estudam áreas em processos de desertificação, pois este possui uma tendência a expansão de áreas desérticas (BRASILEIRO, 2009).

Além desse tipo de vegetação, o SAB possui um solo predominantemente de formação de rochas do cristalino, o que vem a dificultar a percolação da água das chuvas (MI, 2005), pois essa constituição geológica não facilita a existência de rios perenes, pois esses solos são rasos ou pouco profundos (ARAÚJO, 2011).

Por muito tempo a área que compreende hoje a delimitação do Semiárido Brasileiro era nomeada de “Polígono das Secas” e abrangia uma quantidade de municípios superior à que é abrangida atualmente, contendo em sua maioria os municípios da região Nordeste, que chegou a abranger uma área de 1.085.187 km² até o ano de 1989 (MMA, 2004). O “Polígono das Secas” foi determinado em 1935 (RAMALHO, 2013) e tinha essa denominação por conta da escassez de água e frequência das secas (MMA, 2004).

No entanto, essa denominação foi substituída em 1989 por meio da portaria nº1.181 da Sudene teve-se a primeira delimitação do SAB, pela nº7.827 de 27 de setembro de 1989 (CAVALCANTI; COUTINHO; SELVA, 2006), a qual incluía municípios que apresentassem precipitação média anual igual ou inferior a 800 mm (MMA, 2004). De modo que esta caracterização ficou ultrapassada, tendo em vista que se necessitava de novos fatores para a determinação da inclusão de novas áreas a essa delimitação, por tratar de ser uma área com particularidades tanto no que diz respeito ao contexto ambiental como no âmbito econômico social, como ressalta Macedo (2014) ao denominar o Semiárido como uma “colcha de retalhos”:

A base física do território nordestino apresenta características próprias, vocações bem diferenciadas e estruturas específicas de assentamentos humanos, que se refletem nos costumes da população, na qualidade de vida das comunidades e, sobretudo, nas práticas peculiares de subsistência. Esse componente geoeconômico, desde que induzido adequadamente pela ação governamental,

assegura uma resposta mais eficiente, propiciando à base social nela situada maiores benefícios de curto e de médio prazos. A zona semiárida cristalina é, portanto, uma colcha de retalhos na qual cada peça que integra o pano tem tonalidade, consistência e dimensão bem diferentes e marcantes. Nesse aspecto, existe um processo de zoneamento natural formando áreas heterogêneas vicinais, e muitas outras análogas, porém dispersas no território (MACEDO, 2014: páginas 389-418).

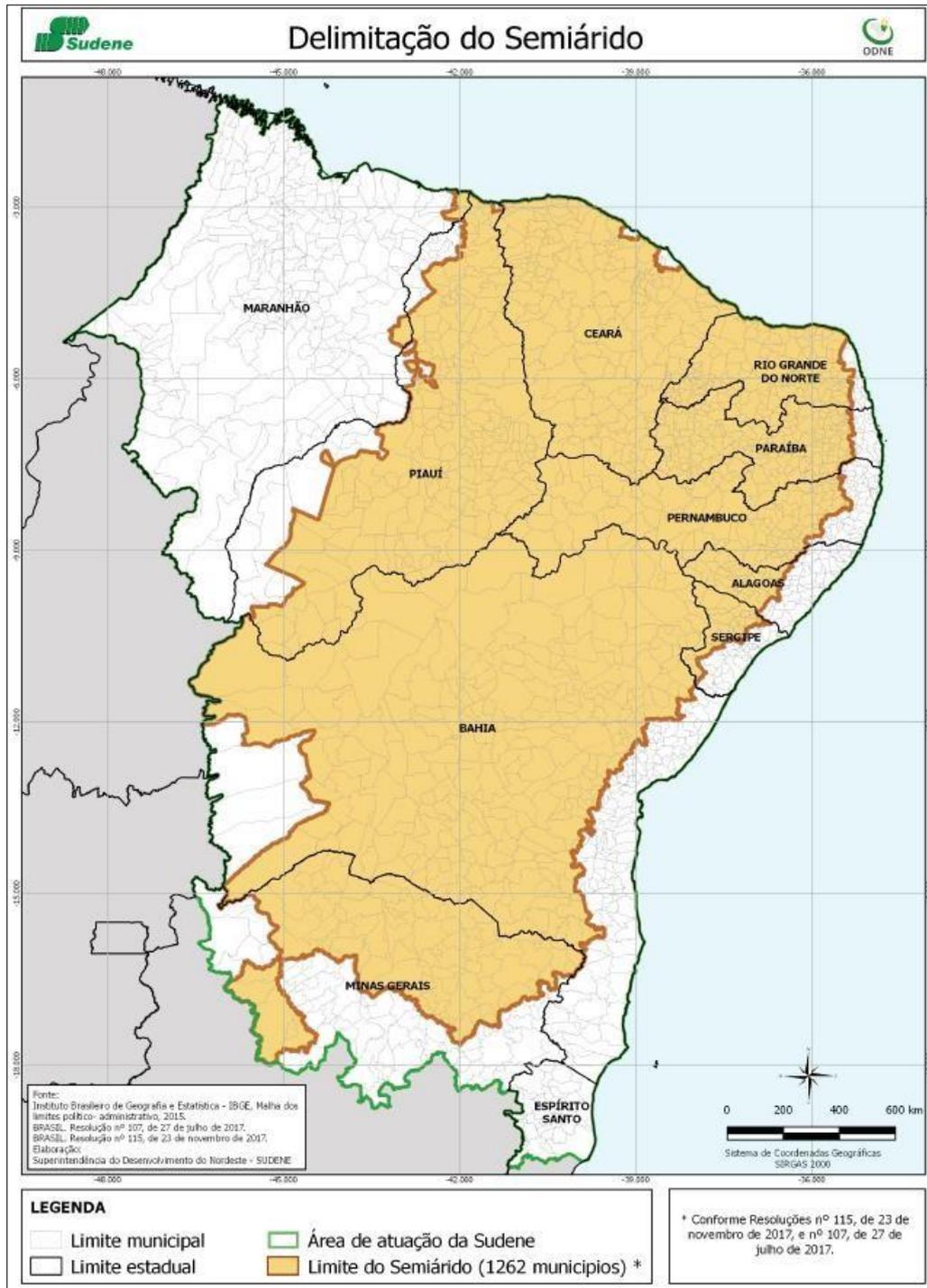
Essa diversidade comprovou-se em análises que mostraram que os totais pluviométricos estabelecidos através da isoietas de 800mm excediam aquela região assumida pelo FNE (MI, 2005), ou seja, aquela delimitação não era mais satisfatória para abranger os municípios que realmente deveriam fazer parte do Semiárido a partir dessa característica. Desta maneira, em 2004, pela Portaria Interministerial nº 6, o Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) delimitou o novo semiárido, que entrou em vigência em 2005, pela Portaria Interministerial nº 89 os quais foram definidos os seguintes critérios para adição de novos municípios no Semiárido (SANTOS, A. P. S. DOS *et al.*, 2014):

1. Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros;
2. Índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990;
3. Risco de seca ou prolongamento da estação seca, de um ano para outro, maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990 (SANTOS, A.P.S DOS *et al.*, 2014, p.15).

Consequentemente, o município com pelo menos um dos critérios acima se enquadraria no Semiárido resultando em um acréscimo de 102 municípios, totalizando em 1.133, perfazendo uma área de 982.563,3 km². Entretanto, os municípios de Jundiá- RN e Barrocas- BA que deveriam constar nesta relação, não se fizeram presentes, possivelmente, por conta de o estudo ter sido feito com a divisão municipal desatualizada, pois estes municípios se emanciparam recentemente (MMA/UFPB, 2007). Resultando em uma delimitação de 1.135 municípios. Contudo, o GTI em seu relatório sugeriu que esta delimitação deveria ser revisada a cada dez anos, por iminentes mudanças climáticas. Tornando-se oficial, esta delimitação em 9 de março de 2005, pela portaria interministerial Nº 1 (MI, 2007).

Logo, realizou-se outra delimitação em 2014, resultando 1.189 municípios (SUDENE, 2017). Não obstante, em 2017, na XXI Reunião do Conselho Deliberativo (CONDEL) da Sudene, alguns estados reivindicaram a fim de incluir novos municípios. Deste modo, o CONDEL, aceitando as considerações do GT-2014 e da Sudene, por meio da Resolução nº 115, de 23 de novembro de 2017, definiu o novo Semiárido com 1.262 municípios (SUDENE, 2017), como ilustra a figura 4.

Figura 4– Mapa do Semiárido Brasileiro.



Fonte: SUDENE (2017).

Deste modo, a delimitação mais recente abrange novos municípios e até um estado que antes não entrava na delimitação, como é o caso do Maranhão, como podemos observar na tabela 4, a qual se encontra todos os estados presentes nas delimitações mais antigas até a delimitação atual que está sendo utilizada nessa pesquisa.

Tabela 4 – Delimitação do semiárido brasileiro para os anos 2005, 2014 e 2017.

Estados	Municípios no Semiárido	Municípios no Semiárido	Municípios no Semiárido
	(2005)	(2014)	(2017)
Alagoas	38	38	38
Bahia	266	269	278
Ceará	150	165	175
Maranhão	-	-	2
Minas Gerais	85	85	91
Paraíba	170	170	194
Pernambuco	122	122	123
Piauí	128	164	185
Rio Grande do Norte	147	147	147
Sergipe	29	29	29
Total	1.135	1.189	1.262

Fonte: Elaboração a partir de dados da Sudene (2017).

Deste modo, essa nova delimitação passou a direcionar ações federais para tratar de problemas recorrentes como é o caso das secas e da desertificação, que se agrava nessa região cada vez mais.

Pode-se concluir que o SAB em sua nova delimitação apresenta as mesmas carências em relação à Desertificação, e esta continua se expandido. Logo, para se ter o conhecimento mais detalhado deste fenômeno, pretendeu-se nos subtópicos a seguir apresentar a situação da desertificação e as formas de como o seu conceito vem sendo operacionalizado por meio de sua mensuração no SAB.

2.3.1 A caracterização da desertificação no Semiárido Brasileiro

Sabe-se que desertificação é um fenômeno que atinge regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, sendo entendida como a degradação da terra nessas áreas, aliada a fatores climáticos e as atividades humanas (MMA; SRH, 2010). Assim sendo, no Brasil as áreas que sofrem com esse processo ou estão susceptíveis é a região do Semiárido Brasileiro (SAB) (GALINDO *et al.*, 2008). De modo que, o avanço deste processo potencializa-se com as práticas antrópicas afetando a vegetação nativa e o solo da região, degradando cada vez mais o ambiente por meio de práticas agrícolas inadequadas, pelo desmatamento, pela compactação do solo, por processos erosivos e pela salinização de algumas áreas (BRASILEIRO, 2009).

A desertificação tem grande impacto no Semiárido brasileiro (SAB), abrangendo diversos níveis de degradação, desde áreas com suscetibilidade ao problema até espaços

altamente degradados, os quais são conhecidos núcleos de desertificação. As áreas susceptíveis à desertificação (ASD'S) são as que por suas características possuem a facilidade de desenvolver o problema, enquanto os núcleos de desertificação são áreas já degradadas e desertificadas podendo ter espaços sem nenhuma cobertura vegetal e com indícios fortes de erosão (PEREZ-MARIN *et al.*, 2012). Deste modo, quatro núcleos de desertificação no SAB são reconhecidos pelo IBGE (2008), sendo eles: Cabrobó em Pernambuco, Gilbués no Piauí, Irauçuba no Ceará e Seridó no Rio Grande do Norte.

Estes núcleos possuem graus de degradação distintos por possuírem características geológicas e pedológicas variadas, como revela Sampaio et al. (2003), que há presença de solos pertencentes à classe dos latossolos e argissolos no núcleo de Gilbués, enquanto no núcleo de Irauçuba há predominância da classe dos Planossolos, no núcleo do Seridó a presença de solos Bruno-não-cálcico, Litólico, Solonetz Solodizado e Aluvião, e por último no núcleo de Cabrobó, onde os solos são arenosos, permeáveis, não havendo retenção das águas das chuvas para vegetação.

Deste modo, estes solos presentes no SAB por estarem nesse processo de desertificação apresentam perdas de suas características naturais como seus nutrientes, matéria orgânica, incapacidade de retenção das águas da chuva, diminuição das atividades biológicas, elevação do grau de salinização e dos índices de evaporação, além da baixa proteção desse solo pela vegetação, ficando exposto a intempéries naturais tornando-se mais suscetível a erosão (VASCONCELOS SOBRINHO, 2008).

Além da influência da questão socioeconômica da região SAB, por conta do uso inadequado dos recursos naturais pela população, que conforme Matallo Júnior (2001) vem utilizando o solo de modo inadequado com práticas agrícolas incorretas, abusando dos recursos naturais existentes, com desmatamento, irrigação inadequada, a criação extensiva, o intenso cultivo, a compactação e a poluição do ambiente com elementos tóxicos. Logo, a desertificação no SAB é caracterizada por estes fatores socioeconômicos e ambientais, o que leva a realização de estudos que buscam mensurar esse fenômeno na tentativa de mitigar os seus efeitos.

2.3.2 A mensuração da desertificação no Semiárido Brasileiro

A mensuração de fenômenos que envolvem múltiplas dimensões é complexa e polêmica. No caso da desertificação se torna difícil também por ocorrer em uma dinâmica que varia não apenas na perspectiva temporal, como também espacial. A sua mensuração tem-se sido realizada tanto na perspectiva do uso da terra, como pelo o uso do solo. Deste modo, esse subtópico apresenta uma síntese de alguns importantes estudos que serviram de fundamentação para analisar a propensão à desertificação no SAB a partir do uso da terra.

Para essa mensuração, utilizou-se de índices, os quais tem a capacidade de apresentar o estado de uma determinada situação ou fenômeno (SHIELDS *et al.*, 2002), , analisando dados a partir de elementos já estabelecidos. Desta forma, os índices podem ser utilizados para a mensuração de algo que se deseja estudar, tornando-se de grande relevância a elaboração destes de modo a contribuir ao se conhecer um determinado assunto ou problema agregando características que descrevam um determinado objeto.

Desse modo, uma problemática que pode ser mensurada é a desertificação, cuja pode ser mensurada em vários aspectos e abordagens, tendo em vista que é um assunto interdisciplinar que aborda questões sociais, econômicas e ambientais.

No entanto, há certa dificuldade em mensurar se uma determinada área está sofrendo ou não com o processo de desertificação, pois segundo Galindo *et al.* (2008) o desafio está na escolha do conjunto de indicadores, de modo estes que sejam bons representantes, confiáveis e disponíveis para acesso.

A desertificação necessita ser mensurada segundo Galindo *et al.* (2008) de forma temporal, pois um diagnóstico de uma realidade atual não pode descrever como essa se comportou ao decorrer dos anos, devendo apresentar a situação passada, apresentando um comparativo.

Deve-se conhecer a princípio ao se construir um índice que deseje mensurar a desertificação, os indicadores a serem utilizados reconhecendo qual seria a condição ideal destes, assim não ocorrerá o julgamento equivocado ao se realizar as análises por cada um ter uma interpretação diferente (FERNANDES; CUNHA; SILVA, 2005).

Mediante a análise bibliométrica realizada percebeu-se que grande parte dos estudos que buscam mensurar a desertificação faz de forma unidimensional, abordando apenas um aspecto desse processo. Poucos buscam mensurar a desertificação a partir de variáveis que representem os seus quatros aspectos como: clima, vegetação, solos e aspectos

socioeconômicos (SOUZA; SILANS; SANTOS, 2004).

Galindo *et al.*(2008) retrata em seus trabalhos a questão biofísica do solo, e ressalta que existem muitos trabalhos que abordem a questão da qualidade do solo, no entanto fica a desejar em relação a trabalhos que abordem a degradação dos solos em regiões secas por carência de um padrão de como proceder nessas pesquisas tanto de forma metodológica, como na análise e interpretação dos dados coletados.

A criação de índices que venham mensurar o impacto da desertificação vem auxiliar na quantificação do nível de degradação ambiental, além de agrupar regiões que possuam características semelhantes podendo-se avaliar em uma grande área, como o semiárido brasileiro, o avanço ou diminuição do processo da desertificação. Como mensuraram Fernandes; Cunha e Silva (2005) a degradação ambiental nos municípios de Minas Gerais utilizando indicadores econômicos, populacionais e biológicos para a construção de um índice que quantificasse o nível de degradação do Estado

Salvati, cujo autor foi o mais citado na pesquisa bibliométrica realizada anteriormente, avaliou a sensibilidade à degradação do solo como um alerta, monitorando as suas mudanças a partir de seus principais determinantes. Avaliou tanto em um período de longo prazo como a curto prazo, analisando variáveis climáticas (taxa anual média de precipitação, índice de aridez, aspecto), de solo (profundidade do solo, material principal, fragmentos de rocha, drenagem, declive), de vegetação (risco de incêndio, proteção contra erosão, resistência à seca, cobertura vegetal) e de uso da terra (densidade populacional, taxa de crescimento populacional, intensidade agrícola) (SALVATI, 2011). Desse modo, o autor calculou o Índice de Áreas Sensíveis ao Meio Ambiente, além de projetar o índice para mudanças futuras.

No que remete ao ponto de vista de uso da terra, Fernandes; Cunha e Silva (2005) buscaram mensurar a desertificação a partir do Índice de Degradação (ID) utilizando indicadores biológicos, econômicos e sociodemográficos. No indicador biológico que mensura a cobertura vegetal utilizou-se do somatório das áreas com matas, florestas nativas e plantadas e áreas com lavouras perenes e temporárias, dividido pela área rural total do município. Para os indicadores socioeconômicos utilizou-se produtividade das lavouras e dos animais utilizando como referência o trabalho de Lemos (2000). E finalizando o escopo de variáveis, utilizou-se para o indicador demográfico a capacidade de as áreas com lavouras (perenes e temporárias) e pastagens (naturais e plantadas) suportarem maior contingente de trabalhadores nas atividades agropecuárias. Sendo definida pela relação entre a mão-de-obra total utilizada na

zona rural do município dividida pelo somatório das áreas com lavouras e pastagens desse município usando a metodologia de Lemos (2000) como suporte.

No mesmo sentido, Souza; Silans; Santos (2004), abordando mais de uma dimensão de modo a mensurar a desertificação sob o aspecto uso da terra, caracterizou separadamente os eixos climático, biológico, hidro pedológico e socioeconômico. Onde no indicador climático realizou uma análise de tendência e periodicidade das séries temporais do totais anuais precipitados, no biológico identificou o tipo de vegetação e sua evolução espacial, no hidro pedológico avaliou-se nos solos a sua profundidade, capacidade de campo, ponto de murcha, e capacidade de água disponível por classe de solo, adicionalmente fez-se um balanço hídrico dos anos normais, secos e chuvosos. E finalizando no indicador socioeconômico foram analisadas as variáveis de população urbana, rural e total, de pecuária (rebanho bovino, caprino, ovino), de lavouras permanentes e temporárias, de pastagem natural e plantada; de produção de carvão vegetal, lenha e madeira em tora.

Por intermédio do índice socioeconômico (Ise), Alves; Azevedo; Cândido (2017) revela informações sobre a pressão antrópica que incide sobre o ambiente empregando variáveis as de densidade demográfica, o índice de desenvolvimento humano municipal, o uso do solo agrícola, de pecuária, de estrutura fundiária e de extrativismo vegetal.

No entanto, ao se buscar estudos de como a desertificação vem sendo avaliada no sentido mais biofísico, ou seja, sob a perspectiva de uso do solo, tem-se que essa mensuração vem sendo realizada analisando mais os atributos químicos e físicos do solo e a vegetação presente nessas regiões degradadas. Deste modo, Galindo *et al* (2008) analisou a relação entre a vegetação e o solo, avaliando suas características e atributos, a partir de levantamento florístico e utilização de imagens de satélite.

Outro estudo, que avaliou a problemática no mesmo sentido foi o de Martins *et al* (2010), avaliando a variabilidade de atributos químicos e microbianos do solo, utilizando-os como indicadores de processos de desertificação em áreas com níveis crescentes de degradação que foram pré-definidas, classificando esses ambientes em três áreas: conservado, moderadamente degradado e intensamente degradado, os quais apresentavam semelhanças nas características climáticas, nos tipos de solos, nas condições de relevo e altitude, e, nos atributos químicos e microbianos

Da Costa *et al* (2009) identificou os níveis de degradação na caatinga arbóreo-arbustiva do Seridó, utilizando indicadores do ambiente físico, edáfica e topográficas; da florística e de parâmetros fitossociológicos; de cobertura e diversidade da vegetação. As

variáveis utilizadas foram fragmentos amostrados, classes de densidade dos fragmentos, altitude, declividade, classe de solo, nota do Solo, densidade de árvores, área basal, altura média, desvio padrão da altura, Índice de área foliar, número de espécies, índice de diversidade de Shannon-Weaver e índice de dominância de Simpson.

Candido; Barbosa; Silva (2002) realizou uma avaliação dos atuais níveis de degradação a partir de fatores ligados a questão biofísica do solo e ao impacto causado pelo antropismo, mas não incorporou a questão sócio econômica. Seleccionando indicadores de vegetação, topografia, solo/geologia, ecologia, mecanização, área agrícola, densidade populacional e pecuarização.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Esta seção apresenta-se dividida em dois tópicos abordando a área de estudo e métodos de análise utilizados.

3.1 Área de Estudo

O estudo utilizará a delimitação mais recente do Semiárido Brasileiro (SAB), determinada pela resolução de nº 115 no ano de 2017, que abrange os estados de: Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe que integra um total de 1.262 municípios na nova delimitação. No entanto, pelo fato de os dados utilizados serem de origem secundária, do censo agropecuário do IBGE do ano de 2017, estes não se encontram disponíveis para todos os municípios do SAB, o que fez a pesquisa ser realizada com os dados para os municípios disponíveis, resultando em uma amostra de 976 observações pertencentes a essa nova delimitação como pode-se observar na Tabela 5.

Tabela 5 – Quantidade de municípios pertencentes a nova delimitação do SAB e quantidade de municípios inseridos na amostra da pesquisa por Estado. 2017.

Estados	Quantidade de municípios da nova delimitação do SAB (2017)	Quantidade de municípios da Amostra (2017)
Alagoas	38	15
Bahia	278	243
Ceará	175	168
Maranhão	2	2
Minas Gerais	91	61
Paraíba	194	157
Pernambuco	123	74
Piauí	185	161
Rio Grande do Norte	147	86
Sergipe	29	9
Total	1.262	976

Fonte: Elaboração a partir de dados da Sudene (2017).

Logo, para o alcance dos objetivos traçados a pesquisa realizou-se com os dados coletados no censo agropecuário do IBGE (2017) para esses municípios. Portanto, o tópico a seguir apresenta os métodos utilizados para construção deste trabalho.

3.2 Métodos de análise

A seguinte pesquisa teve sua metodologia dividida em quatro partes. A primeira

buscou caracterizar o uso da terra como a agente causador da propensão à desertificação no Semiárido Brasileiro a partir da proporção da área ocupada pelos indicadores selecionados para tal caracterização.

A segunda parte, utilizou-se da análise fatorial para identificação dos principais fatores que contribuem para a propensão à desertificação; em seguida utilizou-se dos pesos dos fatores estimados na análise fatorial na criação de um índice agregado para a identificação dos municípios quanto à propensão à desertificação segundo o uso da terra. Sendo o índice criado agrupado em três classes quanto a propensão à desertificação.

Na terceira parte, traz a metodologia utilizada para a caracterização dos tipos de solo e vegetação a partir da propensão à desertificação segundo o uso da terra, a qual utilizou-se de estatísticas descritivas e criações de mapas temáticos dos atributos estudados.

Finalizando, analisou-se a relação entre a propensão à desertificação e os tipos de solo e vegetação nos municípios do Semiárido Brasileiro por meio de tabelas de contingência de modo a comparar as classes obtidas no índice com as características de cada atributo discutido. Deste modo, está apresentado detalhadamente como esses métodos foram realizados no decorrer da pesquisa, nos subtópicos a seguir.

3.2.1 Caracterização do uso da terra como agente causador da propensão à desertificação no Semiárido Brasileiro

A caracterização do uso da terra para o Semiárido Brasileiro foi realizada com base nos indicadores de uso da terra disponibilizados pelo IBGE na publicação do censo agropecuário de 2017, de acordo com o manual de uso da terra (IBGE, 2013). Deste modo, os indicadores utilizados foram a área ocupada com lavouras permanentes, área ocupada com lavouras temporárias, área ocupada com pastagens naturais e área ocupada com pastagens plantadas em más condições (degradadas ou sem uso).

Os indicadores selecionados foram expressos em termos percentuais, para isso foram transformados proporcionalmente como apresenta a equação 1.

$$PA_{ij}\% = \frac{A_{ij}}{AT_j} \quad (1)$$

Sendo, PA_{ij} = proporção da área ocupada da variável j no i -ésimo município, A_{ij} = valor

da área ocupada dos estabelecimentos agropecuários da variável j no i -ésimo município e $AT_j =$ valor da área total dos estabelecimentos agropecuários no i -ésimo município.

Em seguida, calculou-se as proporções médias das áreas ocupadas (Equação 2), para uma melhor análise abrangendo os estados, os quais foram submetidos a técnicas estatísticas descritivas como média, mediana e coeficiente de variação.

$$PM_{ij}\% = \sum \frac{PA_{ij}}{TM_j} \quad (2)$$

Sendo, PM_{ij} = proporção média da área ocupada da variável j no i -ésimo estado, PA_{ij} = proporção da área ocupada dos estabelecimentos agropecuários da variável j no i -ésimo estado e TM_j = valor total de municípios da amostra no i -ésimo estado.

3.2.2 Identificação dos municípios quanto à propensão a desertificação segundo o uso da terra

Decidiu-se por agregar um conjunto de indicadores para identificar a existência de espaços diferenciados no semiárido brasileiro. A agregação foi realizada com o intuito de gerar um Índice de Propensão à Desertificação (IPD) segundo o uso da terra, capaz de reter informações relativas às dimensões que abrange as práticas e os tipos de exploração da terra. Os indicadores utilizados no índice foram divididos em duas dimensões conforme o Quadro 1, e os mesmos foram expressos em termos percentuais, do mesmo modo que os indicadores de uso da terra foram transformados. Os indicadores utilizados foram de origem secundária, a partir do censo agropecuário do IBGE, do ano de referência de 2017, e representaram uma escala municipal.

Quadro 1 – Indicadores do Índice de Propensão à Desertificação (IPD) quanto às práticas de exploração e o tipo de exploração.

Indicadores		
Práticas de Exploração	Tipo de Exploração	
Proporção de aplicação de calcário ou outros corretivos do solo - sim (estabelecimento)	Proporção de lavouras temporárias (hectare)	Proporção de lavouras permanentes (HA)
	Proporção dos que não fazem reflorestamento para proteção de nascentes (estabelecimento)	Proporção de pastagens naturais (hectare)
	Proporção dos que não fazem proteção e/ou conservação de encostas (estabelecimento)	Proporção de pastagens plantadas em más condições (hectare)
Proporção de adubação - sim, adubação química (estabelecimento)	Proporção dos que não fazem pousio ou descanso de solos (estabelecimento)	Proporção dos que não fazem cultivo mínimo (estabelecimento)
	Proporção dos que não fazem rotação de culturas (estabelecimento)	Proporção dos que não fazem área com plantio direto na palha (hectare)
	Proporção dos que não fazem recuperação de mata ciliar (estabelecimento)	(Integração lavoura-floresta-pecuária)
Proporção do uso de agrotóxicos - sim (estabelecimento)	Proporção de número de cabeças de bovinos por área	Proporção de madeira em tora (estabelecimento)
	Proporção de número de cabeças de caprinos por área	Proporção de lenha (estabelecimento)
	Proporção de número de cabeças de ovinos por área	Proporção de cultivo convencional (estabelecimento)
Proporção irrigação (estabelecimento)	Proporção dos que não fazem estabilização de voçorocas (estabelecimento)	Proporção dos que não fazem plantio em nível (estabelecimento)
	Proporção dos que não fazem manejo florestal (estabelecimento)	Proporção de pastagens plantadas em más condições (hectare)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Após a construção da matriz de indicadores, aplicou-se uma análise fatorial, com o intuito de gerar fatores que melhor explicassem a propensão a desertificação segundo o uso da terra. Com o objetivo de condensar as informações contidas nas variáveis originais com uma perda mínima de informações (HAIR JR. *et al*; 2005). Deste modo, verificou-se os pressupostos para a aplicação da análise fatorial e, sendo assim, aplicando o teste de hipótese de Kolmogorov–Smirnov, pois, o tamanho amostral era superior a cinquenta observações. Ressalta-se que, não foi constatada a normalidade dos dados, logo optou-se pela continuidade da análise fatorial fundamentando-se no Teorema do Limite Central que, segundo Rencher (2003); Sarstedt e Mooi (2011); Monroy e Guillermo (2012), é possível assumir a

normalidade com baixo risco de erro, pois, à medida que o tamanho da amostra aumenta, a distribuição amostral da média converge para uma distribuição normal. Realizou-se ainda os testes estatísticos de KMO que pode variar de 0 a 1 e quanto mais próximo de 1, mais adequada será a análise fatorial; e o teste de esfericidade de Bartlett, que possibilita identificar se a matriz de correlação é uma matriz identidade com determinante igual a 1, isto é, a correlação entre as variáveis é zero. Caso verdadeira essa situação, o modelo de análise fatorial para a análise dos dados em questão deve ser descartado.

A adequabilidade da base de dados foi verificada com a análise da Matriz Anti-Imagem (MSA) e com valores acima de 0,5 que indicam que a análise fatorial é capaz de encontrar fatores que descrevem satisfatoriamente as variações dos dados originais. Após a verificação da adequação dos dados à análise fatorial, o passo seguinte foi a extração dos fatores por meio do método dos componentes principais (ACP) que permite reduzir o número de variáveis em um pequeno número de fatores com o máximo da variância explicada pelas variáveis originais. Salienta-se que a regra de Kaiser definiu o número de fatores a ser trabalhado na atual pesquisa, pois, foram utilizados apenas os fatores com valor do *eigenvalue* acima de 1 (FÁVERO, 2009).

A análise fatorial permitiu a construção do Índice de Propensão a Desertificação (IPD), que tem a finalidade de verificar o quanto um município é propenso ou não a desertificação segundo o uso da terra.

A seguir a equação que permitiu a construção do IPD (Equação 3):

$$IPD_j = \sum_{i=1}^n w_i f_{ij} \quad (3)$$

Onde, IPD_j = Índice de Propensão do j – município; w_i = peso atribuído ao i – ésimos componente principal em que w_i representa o percentual da variância explicada pelo componente i dividida pelo percentual da variância explicada por todos os fatores; f_{ij} = score fatorial do i – ésimos componente para o j – ésimos município; $i = 1, \dots, p$ (componentes principais) $j = 1, \dots, n$ (observações ou municípios).

Em seguida, realizou-se a agregação dos mesmos de modo a padronizá-los, visto que estes apresentaram dimensões díspares, transformando-os adimensionais. Cada indicador foi transformado por meio do seu valor máximo e mínimo apresentado pelos municípios (Equação 4), de modo que os indicadores normalizados obtiveram valores entre 0 (valor

mínimo) e 1 (valor máximo) NARDO *et al.*, 2005), processo baseado no método Min-Max⁴:

$$I_{pij} = \frac{I_{ji} - I_{jr}}{I_{jm} - I_{jr}} \quad (4)$$

Sendo, I_{pij} = Valor padronizado do indicador j no i -ésimo município, I_{ji} = Valor do indicador j no i -ésimo município, I_{jr} = Valor do indicador j no município em pior situação e I_{jm} = Valor do indicador j no município em melhor situação.

Logo, o município que apresentou o valor do índice mais próximo de 1, obteve uma maior propensão à desertificação, assim quando o oposto ocorreu, o valor dos índices se aproximou de 0, menor foi a propensão daquele município a desertificação, segundo o uso da terra.

O valor 1 corresponde ao melhor escore, por ser o valor máximo que, no caso da referente pesquisa, seria o melhor para a propensão à desertificação, contribuindo para a desertificação. Já o valor 0 seria considerado o pior caso, o valor mínimo, considerado o pior para a propensão a desertificação (BOULANGER, 2008).

Destaca-se que o índice em questão é uma medida relativa, que identifica os municípios mais e menos propensos o que vem ser diferente de alta ou baixa propensão, ou seja, não é uma medida de intensidade (RODRIGUES, 2016).

Após a construção do índice, os municípios foram classificados segundo o IPD de modo a observar a distribuição espacial das áreas propensas à desertificação. Para isto, realizou-se uma análise de agrupamento⁵, visto a numerosa quantidade de municípios, sendo agrupados em clusters com características semelhantes por meio do método não hierárquico k -médias⁶(RENCHER, 2002).

A Tabela 6 apresenta os critérios que definiram os intervalos em três classes (clusters) de municípios. Salienta-se que essa quantidade de classes que foram definidas para a pesquisa, utilizou-se do preceito de que os métodos não-hierárquicos permitem que a decisão do número de clusters seja tomada pelo próprio pesquisador (MAROCO, 2007).

Tabela 6 - Definição das classes de municípios segundo a propensão à desertificação.

⁴ A fim de maiores esclarecimentos sobre a metodologia abordada buscar em NARDO, M. *et al.* **Hand book on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide**.2005. Disponível em: <http://www.oecd-ilibrary.org/economics/handbook-on-constructing-composite-indicators-methodology-anduser-guide_9789264043466-en>.

⁵ Análise de agrupamento ou clusters é um método utilizado na análise multivariada que possibilita a associação de objetos com características semelhantes em grupos homogêneos (MAROCO, 2007).

⁶ Maiores informações sobre o método em: RENCHER, A. C. **Methods of Multivariate Analysis**. Seconded. Canada: John Wiley & Sons, Inc. Publication, 2002.

Classes do Índice de Propensão à Desertificação		Intervalos*
Classe 1	Menos Propensos à Desertificação	0,000 – 0,519
Classe 2	Propensão intermediária à Desertificação	0,520 – 0,630
Classe 3	Mais Propensos à Desertificação	0,631 -1,000

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

*Intervalos encontrados na análise de agrupamento (k-médias).

As três classes citadas na tabela 6 foram descritas e comparadas quanto a propensão à desertificação segundo o uso da terra. Em seguida, realizou-se o teste estatístico da ANOVA⁷ para a comparação entre as três classes. Para esse teste considerou-se um nível de significância de 5%. Utilizou-se dos *softwares Excel* para auxílio nas estatísticas descritivas, o pacote estatístico PSPP (*Program for Statistical Analysis of Sampled Data*) para as análises estatísticas multivariadas e o *QGis*, para uma melhor visualização da análise da distribuição espacial das características estudadas elaborando-se um mapa temático.

3.2.3 Caracterização dos tipos de solo e vegetação a partir da propensão à desertificação segundo o uso da terra

Após a identificação dos níveis de propensão à desertificação dos municípios segundo o uso da terra, caracterizaram-se essas áreas de acordo com o seu tipo de solo e vegetação. Logo, esses atributos definiram um panorama de como a terra vem sendo utilizada pelo homem além de explicar como é a estrutura, a capacidade vegetacional e pedológica dessas áreas propensas à desertificação, para isso utilizou-se do *software Qgis* para auxílio dessa caracterização.

Adicionalmente, realizou-se uma estatística descritiva com a frequência absoluta e relativa da quantidade de resultados observados em cada atributo nos municípios para cada cluster. A frequência simples ou absoluta (f_i), apresentadas nas tabelas de distribuição, se refere ao número de observações de um valor individual (ou de uma classe). De modo que a soma das frequências simples é igual ao número total das observações envolvidas no atual processo investigativo.

⁷ Para detalhamento desse teste estatístico, ver FÁVERO, L. P. *et al.* **Análise de dados – modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

A frequência relativa⁸ (f_r) apresenta a proporção de observações de um valor (ou de uma classe) em relação ao número total de observações (BUSSAB.; MORETTIN, 2009), descrito na equação 5:

$$Fr = \frac{fi}{\sum fi} * 100 \quad (5)$$

De modo a caracterizar os diferentes tipos de solo predominantes nas áreas do Semiárido Brasileiro, utilizou-se a carta de solos do ano de 2011 (EMBRAPA, 2011) com uma escala de 1:5.000.000, ou seja, um centímetro linear no mapa corresponde a 50 km no terreno, resultando em um documento de fácil visualização. Essa versão do mapa é baseada a partir dos mapas de solos do Brasil dos anos de 1981 e 2001 de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos do ano de 2006, apresentando diferentes classes gerais de solos e utilizando uma apresentação temática com dezoito grupos de cores (SANTOS, *et al.*, 2011).

Para descrição do tipo de vegetação presente nos municípios classificados, utilizou-se o Mapa de Vegetação do Brasil do IBGE, em uma escala de 1: 5.000.000, do ano de 2004, que retrata o tipo de cobertura vegetal natural e antrópica.

Os mapas utilizados foram publicados em anos distintos pelo fato de suas atualizações serem dadas de formas diferentes, e serem as versões mais recentes de cada dimensão e que estão sendo utilizadas, de modo que os resultados não sofrerão alterações significativas por conta dessa diferença de anos.

3.2.4 Análise da relação entre a propensão à desertificação e os tipos de solo e vegetação nos municípios do Semiárido Brasileiro

Verificou-se a relação entre o Índice de Propensão à Desertificação (IPD) calculado e os tipos de solo e vegetação, elaborando mapas temáticos e tabelas de contingência com o intuito de comparar as três classes obtidas no índice com as características de cada atributo discutido. Na elaboração dos mapas foi utilizado o *software QGis*.

⁸ A soma das frequências relativas é igual a 1 ou a 100 %.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esse tópico apresenta os resultados e a discussão da caracterização do uso da terra no Semiárido Brasileiro (SAB); identifica os espaços diferenciados quanto à propensão à desertificação segundo o uso da terra; apresenta os tipos de solo e vegetação da região estudada e analisa a relação destas características com a propensão à desertificação.

4.1 O uso da terra no Semiárido Brasileiro

A caracterização do uso da terra foi realizada a partir da amostra dos municípios do Semiárido Brasileiro (SAB) para as quatro variáveis selecionadas (APÊNDICE 1), de modo a descrever a proporção de áreas ocupadas com as atividades agrícolas por estabelecimentos e discutir como se apresenta essa utilização da terra por atividades antrópicas nas observações estudadas.

A primeira variável caracterizada revela que a média da proporção da área ocupada nos estabelecimentos com lavouras permanentes dos 976 municípios da amostra do SAB foi de 3,47% (TABELA 7), onde cinquenta por cento dos municípios da amostra apresentaram valores de até 0,81% da proporção da área, enquanto a outra metade apresentou valores acima de 0,81%. Ao avaliar essa proporção para cada estado inserido na amostra, tem-se que o estado do Maranhão apresentou uma maior média da proporção de áreas ocupadas com lavouras permanentes com 14,96%, em seguida destacou-se o Ceará com 8,67% da área total dos estabelecimentos dos municípios inseridos na amostra desse estado destinam-se a essa prática.

Ao se analisar o valor mínimo obtido nessas proporções tem-se que a maior parte dos estados possui municípios que não destinam nenhuma área para essas lavouras, enquanto ao se observar o máximo de áreas utilizadas para essa ocupação, destaca-se o Ceará que teve municípios em que os estabelecimentos ocuparam até 65,10% de suas áreas com lavouras permanentes. Ao se verificar o Coeficiente de Variação (CV) dos dados dos municípios inseridos na amostra para cada estado, obteve-se que todos apresentaram uma alta variabilidade, os municípios são, portanto, bastante heterogêneos em relação a essa variável, observando-se que o CV para a amostra total do SAB foi de 220,45%. Essa heterogeneidade entre os municípios é esperada pelo tamanho da amostra e pela variabilidade e tamanho dos estabelecimentos.

Tabela 7 – Análise descritiva da proporção da área ocupada nos estabelecimentos com lavouras permanentes, por unidade federativa com municípios inseridos no Semiárido. 2017.

Estado	Número de Municípios	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Municípios com menor proporção	Municípios com maior proporção	Coefficiente de variação
Alagoas	15	1,23	0,11	0,00	9,29	Canapi (0,00)	Senador Rui Palmeira (0,36)	212,16
						Jaramataia (0,00)	Água Branca (1,04)	
						Maravilha (0,02)	Mata Grande (1,34)	
						São José da Tapera (0,06)	Palmeira dos Índios (5,35)	
						Carneiros (0,06)	Estrela de Alagoas (9,29)	
Bahia	243	2,86	1,00	0,00	29,46	Boquira (0,00)	Itagi (18,27)	158,34
						Cotegipe (0,00)	Conceição do Coité (18,56)	
						Manoel Vitorino (0,00)	Barra do Choça (23,18)	
						Paratinga (0,00)	Rodelas (28,08)	
						Pilão Arcado (0,00)	Retirolândia (29,46)	
Ceará	168	8,67	1,62	0,00	65,10	Baixio (0,00)	Icapuí (57,10)	169,81
						Deputado Irapuan Pinheiro (0,00)	Pacajus (58,41)	
						Solonópole (0,00)	Horizonte (59,02)	
						Miraíma (0,02)	Cruz (59,90)	
						Irauçuba (0,03)	Jijoca de Jericoacoara (65,10)	
Maranhão	2	14,96	14,96	3,08	26,84	Araioses (3,08)	Timon (26,84)	112,30
Minas Gerais	61	1,41	0,78	0,00	10,76	Pedras de Maria da Cruz (0,00)	Matias Cardoso (4,03)	135,99
						São João das Missões (0,00)	Josenópolis (4,06)	
						Bonito de Minas (0,05)	Pirapora (6,99)	
						Serranópolis de Minas (0,09)	Jaíba (7,28)	
						Cônego Marinho (0,10)	Japonvar (10,76)	
Paraíba	159	2,17	0,36	0,00	33,20	Aroeiras (0,00)	Lagoa Seca (13,36)	233,35
						Barra de São Miguel (0,00)	Natuba (19,01)	
						Belém do Brejo do Cruz (0,00)	Pilões (29,09)	
						Bom Jesus (0,00)	Alagoa Nova (32,42)	
						Bonito de Santa Fé (0,00)	Matinhas (33,20)	
Pernambuco	74	2,77	1,23	0,00	25,50	Betânia (0,00)	Sairé (9,29)	148,32
						Capoeiras (0,00)	Triunfo (9,71)	
						Moreilândia (0,00)	Brejinho (9,78)	
						Parnamirim (0,00)	Bom Jardim (17,07)	
						Santa Filomena (0,00)	Tacaratu (25,50)	
Piauí	161	2,22	0,57	0,00	32,79	Aroeiras do Itaim (0,00)	Dom Expedito Lopes (18,07)	208,23
						Barra D'Alcântara (0,00)	Monsenhor Hipólito (18,20)	
						Caridade do Piauí (0,00)	Francisco Santos (21,07)	
						Francisco Ayres (0,00)	Cocal dos Alves (24,91)	
						Jacobina do Piauí (0,00)	Capitão de Campos (32,79)	
Rio Grande do Norte	86	2,48	0,85	0,00	22,94	Lagoa de Velhos (0,00)	Severiano Melo (11,12)	164,83
						Rafael Godeiro (0,00)	Alto do Rodrigues (11,31)	
						São Miguel (0,00)	Ipanguaçu (12,93)	
						Timbaúba dos Batistas (0,00)	Touros (18,13)	
						São Fernando (0,01)	Lagoa Nova (22,94)	
Sergipe	9	0,75	0,54	0,20		Macambira (0,20)	Aquidabã (0,55)	75,42
						Nossa Senhora da Glória (0,29)	Canindé de São Francisco (1,05)	
						Tobias Barreto (0,44)	Simão Dias (1,23)	
						Poço Redondo (0,50)	Nossa Senhora das Dores (1,98)	
Total Amostra SAB	978	3,49	0,81	0,00	65,10			220,45

Fonte: Elaboração própria, 2019.

A proporção destinada à lavoura temporária é maior comparada à área destinada à lavoura permanente. Alagoas foi a que obteve maior área dos estabelecimentos agropecuários dos municípios estudados, visto que 15,52% (TABELA 8) dessas áreas são direcionadas a

lavouras temporárias, com metade dos seus quinze municípios incluídos na amostra apresentando valores até 13,50% de área ocupada enquanto o restante apresentou valores acima dessa porcentagem. Sergipe que apresentou uma média da área ocupada de 14,86%, ficando atrás de Alagoas na proporção de áreas ocupadas, apresentou metade dos seus municípios com proporção de áreas ocupadas até 16,18%, e a outra metade apresentou valores acima desse.

Ao se avaliar o valor mínimo de área destinada à lavoura temporária por município da amostra para cada Estado, tem-se que todos os municípios fazem o uso da terra para esse tipo de cultivo, sendo o menor valor da amostra para os 976 municípios de 0,14%, que está inserido no estado do Rio Grande do Norte. O valor máximo encontrado por município foi o de 65,83% da área dos estabelecimentos para lavoura temporária ficando novamente no estado do Ceará. Com uma variabilidade alta dos dados para todos os estados, visto que todos apresentaram um coeficiente de variação (CV) superior a 30%. A variabilidade dos dados para esta variável também foi elevada considerando que foi superior a 30% o CV da amostra total que foi de 91,17%, sendo que os municípios inseridos na Bahia, são os mais heterogêneos, pois obtiveram um CV de 119,22% sendo bem superior ao dos demais estados que não chegam a ultrapassar a 100%.

Tabela 8 – Análise descritiva da proporção da área ocupada com lavouras temporárias, por unidade federativa com municípios inseridos no Semiárido. 2017.(%)

Estado	Número de Municípios	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Municípios com menor proporção	Municípios com maior proporção	Coefficiente de variação
Alagoas	15	15,52	13,50	7,25	32,75	Maravilha (7,25)	Palmeira dos Índios (18,91)	45,47
						Canapi (7,38)	Major Isidoro (20,65)	
						Água Branca (8,92)	Olho d'Água das Flores (21,45)	
						Carneiros (8,93)	Jaramataia (22,92)	
						Senador Rui Palmeira (11,46)	Coité do Nóia (32,75)	
Bahia	243	8,35	5,14	0,20	53,94	Itororó (0,20)	Central (48,86)	119,22
						Chorrochó (0,24)	Barreiras (50,52)	
						Macarani (0,28)	Paripiranga (51,25)	
						Potiraguá (0,34)	Formosa do Rio Preto (51,94)	
						Sento Sé (0,38)	João Dourado (53,94)	
Ceará	168	13,25	9,98	0,48	65,83	Arneiroz (1,76)	Guaraciaba do Norte (56,12)	79,77
						Jijoca de Jericoacoara (1,96)	Pacujá (57,55)	
						Irauçuba (2,25)	Carnaubal (65,83)	
Maranhão	2	11,59	11,59	6,70	16,49	Timon (6,70)	Araioses (16,49)	59,67
Minas Gerais	61	4,33	4,00	0,20	14,35	Santa Fé de Minas (0,20)	Indaiabira (8,14)	63,92
						Mata Verde (0,36)	Novo Cruzeiro (8,24)	
						Jequitinhonha (0,75)	Águas Vermelhas (8,90)	
						Almenara (0,84)	Jaíba (9,59)	
						Pedra Azul (0,96)	São João das Missões (14,35)	
Paraíba	159	10,21	8,21	0,21	49,90	Brejo do Cruz (0,21)	Casserengue (29,99)	85,72
						Belém do Brejo do Cruz (0,31)	Puxinanã (34,40)	
						Mato Grosso (0,56)	Areial (40,35)	
						Catolé do Rocha (0,61)	São Sebastião de Lagoa de Roça (47,94)	
						Emas (0,78)	Montadas (49,39)	
Pernambuco	74	13,68	11,39	2,48	44,37	Parnamirim (2,48)	Camocim de São Félix (32,82)	67,27
						Floresta (2,50)	Araripina (34,68)	
						Moreilândia (2,77)	Caetés (35,42)	
						Santa Maria da Boa Vista (3,09)	Riacho das Almas (38,09)	
						Cabrobó (3,39)	Jupi (44,37)	
Piauí	161	9,15	7,35	0,15	39,93	Santa Cruz dos Milagres (0,15)	São Gonçalo do Piauí (31,23)	82,47
						Novo Santo Antônio (0,31)	Bom Jesus (31,40)	
						Belém do Piauí (0,55)	São José do Piauí (31,51)	
						São João da Serra (0,66)	Sebastião Leal (35,96)	
						Ribeira do Piauí (0,85)	Currais (39,93)	
Rio Grande do Norte	86	10,11	8,56	0,14	43,83	Santana do Seridó (0,14)	Lagoa de Pedras (21,91)	76,53
						Pendências (0,40)	Januário Cicco (27,26)	
						Equador (0,46)	São Miguel (31,80)	
						Currais Novos (1,41)	Passa e Fica (38,78)	
						Acari (1,64)	Lagoa Nova (43,83)	
Sergipe	9	14,86	16,18	6,95	25,77	Canindé de São Francisco (6,95)	Ribeirópolis (18,60)	51,62
						Tobias Barreto (7,03)	Macambira (20,06)	
						Nossa Senhora das Dores (7,39)	Nossa Senhora da Glória (23,84)	
						Aquidabã (7,90)	Simão Dias (25,77)	
Total Amostra SAB	978	10,11	7,70	0,14	65,83			91,17

Fonte: Elaboração própria, 2019.

Ao analisar a proporção das áreas ocupadas com pastagens naturais tem-se que Alagoas com quinze municípios inseridos na amostra foi o Estado que apresentou uma maior média com 57,02% (TABELA 9) de ocupação dessas áreas por este tipo de pastagem, superior a média da amostra total dos 976 municípios que foi de 21,60% . Com metade de

seus municípios apresentando valores até 58,59%, e a outra metade valores acima disto.

Três estados apresentaram municípios um valor mínimo de 0%, ou seja, nenhuma área destinada a essa prática, sendo eles Bahia, Ceará, Paraíba e Piauí. O estado que apresentou municípios na amostra obtendo valor máximo de 84,74% de utilização das áreas dos estabelecimentos agropecuários, foi a Paraíba, mesmo tendo apresentado uma média de 23,34% destinada a este tipo de prática.

A variabilidade dos dados para essa variável foi menor quando comparada as duas primeiras, com um CV de 77,08% para a amostra total, no entanto ela continua alta pelo fato de seu coeficiente ser superior a 30%. Entretanto, ao se avaliar essa variável por estado separadamente tem-se que Alagoas é o único que apresentou uma variabilidade média dos dados, obtendo uma distribuição dos dados de forma mais homogênea, visto que seu CV foi de 27,56%, abaixo do valor estipulado para uma variabilidade alta, diferindo dos demais estados visto que todos obtiveram um CV superior a 30%.

Tabela 9 – Análise descritiva da proporção da área ocupada com pastagens naturais, por unidade federativa com municípios inseridos no Semiárido. 2017. (%)

Estado	Número de Municípios	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Municípios com menor proporção	Municípios com maior proporção	Coefficiente de variação
Alagoas	15	57,02	58,59	19,90	77,51	Coité do Nóia (19,90)	Maravilha (68,24)	27,56
						Palmeira dos Índios (33,10)	Major Isidoro (68,70)	
						Pão de Açúcar (46,44)	Senador Rui Palmeira (71,55)	
						Jaramataia (47,57)	Canapi (73,41)	
						Estrela de Alagoas (48,83)	Carneiros (77,51)	
Bahia	243	19,17	15,84	0,00	77,16	Sobradinho (0,00)	Pintadas (67,21)	79,49
						Pindobaçu (0,00)	Maiquinique (68,30)	
						São José do Jacuípe (0,00)	Chorrochó (72,20)	
						Serrolândia (0,00)	Pé de Serra (75,60)	
						Quixabeira (0,00)	Pilão Arcado (77,16)	
Ceará	168	21,82	19,27	0,00	72,11	Jijoca de Jericoacoara (0,00)	Crateús (10,17)	68,45
						Alcântaras (0,00)	Jaguaribe (2,43)	
						Martinópolis (0,98)	Jaguaribara (2,66)	
						Graça (0,99)	Jaguaretama (11,94)	
						Mulungu (1,11)	Jati (6,58)	
Maranhão	2	15,32	15,32	10,23	20,42	Timon (10,23)	Araioses (20,42)	47,04
Minas Gerais	61	10,69	8,94	1,62	30,58	Capitão Enéas (1,62)	Almenara (22,16)	71,75
						Vargem Grande do Rio Pardo (1,69)	Ibiracatu (22,21)	
						Ninheira (1,92)	Pedra Azul (27,44)	
						Pai Pedro (2,03)	Lontra (30,50)	
						Japonvar (2,07)	Jordânia (30,58)	
Paraíba	159	23,14	20,90	0,00	84,74	São Sebastião do Umbuzeiro (0,00)	Cubati (62,43)	73,95
						Zabelê (0,00)	São José de Espinharas (63,54)	
						Monteiro (0,00)	Emas (65,05)	
						Prata (0,00)	Juarez Távora (70,34)	
						Manaíra (0,00)	Olivedos (84,74)	
Pernambuco	74	31,71	30,41	0,96		Terra Nova (0,96)	Panelas (66,62)	61,41
						Cabrobó (2,38)	Terezinha (67,23)	
						Santa Maria da Boa Vista (2,38)	Iati (74,30)	
						Afrânio (2,97)	Ibirajuba (79,99)	
						Lagoa Grande (3,93)	Altinho (84,63)	
Piauí	161	14,71	13,09	0,00	55,07	Novo Santo Antônio (0,00)	Domingos Mourão (44,86)	78,91
						São João da Serra (0,00)	Campo Maior (45,03)	
						Castelo do Piauí (0,00)	Jatobá do Piauí (49,81)	
						Acauã (0,00)	Santo Inácio do Piauí (52,43)	
						Alvorada do Gurguéia (0,00)	Nazaré do Piauí (55,07)	
Rio Grande do Norte	86	29,88	29,88	0,42	67,26	Santana do Seridó (0,42)	São José do Campestre (58,36)	53,81
						Equador (1,98)	Serra de São Bento (58,91)	
						Governador Dix-Sept Rosado (3,94)	Rafael Godeiro (60,17)	
						São João do Sabugi (3,96)	Várzea (61,59)	
						Lagoa Nova (6,31)	Jardim do Seridó (67,26)	
Sergipe	9	30,18	27,51	5,33	56,27	Macambira (5,33)	Nossa Senhora da Glória (39,98)	57,45
						Nossa Senhora das Dores (5,88)	Poço Redondo (42,75)	
						Ribeirópolis (24,82)	Aquidabã (44,27)	
						Tobias Barreto (24,85)	Canindé de São Francisco (56,27)	
						Total Amostra SAB	978	

Fonte: Elaboração própria, 2019.

A Bahia foi o Estado que apresentou maior média quando se avaliou a proporção de áreas ocupadas pelos estabelecimentos com pastagens plantadas em más condições, com 11,94% (TABELA 10) e metade dos seus 243 municípios inseridos na amostra apresentando

valores até 8,93% de áreas ocupadas com essa classe de pastagens. Este Estado também foi o que apresentou maior valor de ocupação com 67,04% entre seus municípios.

Tabela 10 – Análise descritiva da proporção da área ocupada com pastagens plantadas em más condições, por unidade federativa com municípios inseridos no Semiárido. 2017. (%)

Estado	Número de Municípios	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Municípios com menor proporção	Municípios com maior proporção	Coefficiente de variação
Alagoas	15	2,91	1,29	0,08	10,37	Major Isidoro (0,08)	Água Branca (2,00)	122,72
						Maravilha (0,29)	Coité do Nóia (5,60)	
						Carneiros (0,41)	São José da Tapera (7,25)	
						Poço das Trincheiras (0,43)	Jaramataia (9,98)	
						Canapi (0,49)	Palmeira dos Índios (10,37)	
Bahia	243	11,94	8,93	0,13	67,04	Curaçá (0,13)	Nova Redenção (43,82)	85,42
						Sobradinho (0,24)	Ourolândia (48,54)	
						Formosa do Rio Preto (0,46)	Quixabeira (50,42)	
						Glória (0,63)	Capim Grosso (55,82)	
						Uibaí (0,70)	Várzea do Poço (67,04)	
Ceará	168	4,28	2,45	0,00	31,51	Martinópolis (0,00)	Nova Olinda (16,46)	117,06
						Mulungu (0,00)	Mucambo (18,71)	
						Meruoca (0,00)	Irauçuba (19,23)	
						Chorozinho (0,00)	Farias Brito (21,74)	
						Camocim (0,00)	Altaneira (31,51)	
Maranhão	2	0,88	0,88	0,84	0,92	Araioses (0,84)	Timon (0,92)	6,19
Minas Gerais	61	11,70	10,14	0,76	34,62	Monte Formoso (0,76)	São Francisco (27,79)	71,11
						São João do Paraíso (1,70)	Capitão Enéas (29,74)	
						Vargem Grande do Rio Pardo (1,83)	Varzelândia (32,36)	
						Bonito de Minas (2,23)	Montalvânia (33,04)	
						Novo Cruzeiro (2,70)	Francisco Sá (34,62)	
Paraíba	159	4,35	1,81	0,00	62,52	Zabelê (0,00)	Barra de São Miguel (20,56)	192,65
						Prata (0,00)	Campina Grande (26,95)	
						Bonito de Santa Fé (0,00)	Caraúbas (46,14)	
						Nova Floresta (0,00)	Congo (51,76)	
						Gurjão (0,00)	Boa Vista (62,52)	
Pernambuco	74	6,36	4,28	0,00	26,98	Tuparetama (0,00)	Agrestina (17,82)	90,92
						Camocim de São Félix (0,00)	Pamamirim (18,89)	
						Águas Belas (0,00)	São Bento do Una (19,21)	
						Iati (0,16)	Santa Filomena (20,66)	
						Itaíba (0,28)	Surubim (26,98)	
Piauí	161	3,82	2,69	0,00	30,53	Pajeú do Piauí (0,00)	Francisco Santos (14,04)	112,74
						Francisco Ayres (0,00)	Alegrete do Piauí (16,29)	
						Boqueirão do Piauí (0,00)	Alto Longá (18,98)	
						Coivaras (0,00)	Vila Nova do Piauí (19,75)	
						Bom Princípio do Piauí (0,00)	Belém do Piauí (30,53)	
Rio Grande do Norte	86	2,91	1,01	0,00	25,40	Governador Dix-Sept Rosado (0,00)	João Câmara (13,79)	158,13
						Jardim de Angicos (0,00)	Santa Cruz (14,08)	
						São Vicente (0,00)	Jaçanã (14,98)	
						São Miguel do Gostoso (0,00)	Santo Antônio (15,55)	
						Jardim de Piranhas (0,00)	Pendências (25,40)	
Sergipe	9	5,34	4,03	0,34	15,81	Canindé de São Francisco (0,34)	Nossa Senhora da Glória (5,83)	96,04
						Macambira (0,80)	Tobias Barreto (8,26)	
						Simão Dias (0,98)	Aquidabã (9,55)	
						Ribeirópolis (2,48)	Nossa Senhora das Dores (15,81)	
Total Amostra SAB	978	6,60	3,74	0,00	67,04			123,71

Fonte: Elaboração própria, 2019.

Considerando-se os quatro usos da terra, a maior proporção média em termos de área total do SAB ocorreu nas pastagens naturais. Contudo, a heterogeneidade entre os

municípios não permite generalizações e chama a atenção para a necessidade de um olhar regionalizado para a área no que diz respeito ao uso da terra. Nos estados onde se observa proporção média de área destinada às pastagens naturais há que se ficar atento para possíveis mudanças de uso da terra especialmente mudanças para usos insustentáveis. De acordo com Herrick et al (2012) a conversão de pastagens naturais em áreas de cultivo pode resultar em um estado erodido e improdutivo o que está associado à desertificação.

4.2 A propensão à desertificação segundo o uso da terra dos municípios do Semiárido Brasileiro

A análise dos espaços diferenciados quanto à propensão à desertificação segundo o uso da terra partiu da observação dos vinte e quatro indicadores apresentados no Quadro 1. A partir da estimação de uma análise fatorial foi possível identificar os principais fatores que explicam a propensão à desertificação a partir do uso da terra nos municípios do Semiárido Brasileiro (SAB). Em seguida, construiu-se um índice agregado de propensão à desertificação a partir do uso da terra nos municípios e hierarquizou-se os municípios segundo o nível de propensão à desertificação.

4.2.1 Identificação dos principais fatores que explicam a propensão à desertificação a partir do uso da terra nos municípios do Semiárido Brasileiro

Anteriormente à análise fatorial sugere-se que seus pressupostos sejam avaliados, para conhecimento se esta é adequada para avaliação do banco de dados. Logo, obteve-se no teste de normalidade que todas as vinte e seis variáveis não apresentam distribuição normal a um nível de significância de 5%. No entanto, como o tamanho amostral é maior que trinta observações, optou-se por dar continuidade à análise fundamentando-se no teorema do limite central que, segundo Rencher (2003); Sarstedt e Mooi (2011); Monroy e Guillermo (2012), mesmo que os testes de normalidade apontem para a rejeição da hipótese nula, é possível assumir normalidade com baixo risco de erro, pois, à medida que o tamanho da amostra aumenta, a distribuição amostral da média converge para uma distribuição normal.

Após validação do pressuposto de normalidade verificou-se os dados para avaliar se os mesmos suportavam uma análise fatorial, no qual utilizou-se o procedimento da matriz de correlações entre as variáveis, com o teste estatístico de esfericidade de *Bartlett* e *KMO* (APÊNDICE 2). O primeiro teste obteve um *p-value* inferior à 0,05, rejeitando a hipótese nula, evidenciando que o teste de esfericidade confirma que há uma correlação significativa

entre as variáveis. Adicionalmente, obteve-se o *KMO* cujo valor foi de 0,526, o que sugere uma má adequação para a análise fatorial, no entanto aceitável, de acordo com a classificação de Fávero (2009).

Dessa forma, o modelo apontou 10 fatores com um grau de explicação da variância dos dados alcançando 63,31%, os quais foram determinados a partir da regra de retenção de fatores com *eigenvalues* superiores a 1 - critério de Kaiser (APÊNDICE 3).

A interpretação dos fatores é feita a partir das cargas fatoriais referentes a cada variável original, de tal modo que variáveis com cargas elevadas estão melhor representadas no fator. Para Ho (2006) cargas acima de 0,33 são consideradas aceitáveis, indicando que aproximadamente 10% da variância total da variável é explicada pelo fator. Entretanto, são consideradas significativas cargas que apresentem valores acima de 0,5.

Pode-se ainda recorrer ao método de rotação de fatores, quando se tem vários fatores de difícil interpretação. Destarte essa dificuldade, preferiu-se usar essa matriz rotacionada para identificação dos principais fatores que explicam a propensão à desertificação segundo o uso da terra nos municípios. Logo, formaram-se dez fatores (APÊNDICE 4), com três variáveis no primeiro fator, a partir da componente da matriz rotacionada.

As variáveis que se encontram no primeiro fator são as que melhor explicam a análise em relação a propensão à desertificação, este fator foi nomeado de sistemas intensivos de produção agrícola (QUADRO 2), por conta das características das variáveis presentes.

Quadro 2 – Nomeação dos fatores que explicam a propensão à desertificação segundo o uso da terra.

Nome do fator	Variáveis relevantes	Como o fator se manifesta no SAB
Sistemas intensivos de produção agrícola	<p>Proporção de aplicação de calcário ou outros corretivos do solo - sim (estabelecimento)</p> <p>Proporção de adubação - sim, adubação química (estabelecimento)</p> <p>Proporção de irrigação (estabelecimento)</p>	<p>aplicação de calcário fortalece a nutrição do solo e servirá para um bom desenvolvimento das plantas, protegendo o solo</p> <p>isso também é válido para a adubação e para a irrigação. este fator relaciona com a manutenção das plantas no meio do SAB, logo a ausência destes elementos contribuem para o fenômeno da desertificação.</p>

<p>Ausência de medidas de preservação e conservação dos recursos</p>	<p>Proporção dos que não fazem reflorestamento para proteção de nascentes (estabelecimento)</p> <p>Proporção dos que não fazem proteção e/ou conservação de encostas (estabelecimento)</p>	<p>estas medidas impactam na ausência de ações que protegem o solo e o recurso hídrico</p>
<p>Pecuária de pequeno porte ou ovino caprinocultura</p>	<p>Proporção de caprino por número de cabeça por área</p> <p>Proporção de ovino por número de cabeça por área</p>	<p>estas medidas influenciam no maior consumo das plantas na área impactando na sobrevivência delas e na proteção física do solo</p>
<p>Ausência de práticas agrícolas sustentáveis</p>	<p>Proporção dos que não fazem pousio ou descanso de solos (estabelecimento)</p> <p>Proporção do uso de agrotóxicos - sim (estabelecimento)</p> <p>Proporção dos que não fazem cultivo mínimo (estabelecimento)</p> <p>Proporção dos que não fazem rotação de culturas (estabelecimento)</p>	<p>Todas as medidas ressaltam a importância da conservação do solos por práticas que mantêm a cobertura vegetal viva ou morta, proporcionando maior proteção ao solo com relação à erosão</p>
<p>Pecuária de grande porte</p>	<p>Proporção de pastagens naturais (hectare)</p> <p>Proporção de bovino por número de cabeça por área</p> <p>Proporção dos que não fazem recuperação de mata ciliar (estabelecimento)</p>	<p>estas medidas influenciam no maior consumo das plantas na área impactando na sobrevivência delas e na proteção física do solo e da água</p>
<p>Lavouras temporárias</p>	<p>Proporção de lavouras temporárias (hectare)</p> <p>Proporção dos que não fazem área com plantio direto na palha (hectare)</p>	<p>medidas que removem a cobertura vegetal original para produção e que podem ao longo do tempo impactar pela menor proteção do solo</p>
<p>Silvicultura</p>	<p>Proporção de madeira em tora (estabelecimento)</p> <p>Proporção de lenha (estabelecimento)</p>	<p>medidas que removem a cobertura vegetal original para produção e que podem ao longo do tempo impactar pela menor proteção do solo</p>

Cultivo convencional	Proporção de cultivo convencional (estabelecimento)	medidas que removem a cobertura vegetal original para produção intensiva e que podem ao longo do tempo impactar pela menor proteção do solo
Lavouras permanentes	Proporção de lavouras permanentes (HA) Proporção dos que não fazem estabilização de voçorocas (estabelecimento)	medidas que removem a cobertura vegetal original para produção e que podem ao longo do tempo impactar pela menor proteção do solo
Práticas de plantio	Proporção dos que não fazem manejo florestal (estabelecimento) Proporção de pastagens plantadas em más condições (hectare) Proporção dos que não fazem plantio em nível (estabelecimento)	medidas que removem a cobertura vegetal original para produção e que podem ao longo do tempo impactar pela menor proteção do solo

Fonte: Elaboração própria, 2019.

Assim, considerando-se as atividades ligadas ao uso da terra, o sistema intensivo de produção agrícola pode ser apontados como o principal fator de propensão à desertificação nos municípios do SAB, seguido da ausência de medidas de conservação e preservação dos recursos naturais e da ovino caprinocultura. Juntos, esses três fatores explicam cerca de 25% da propensão à desertificação.

422 Índice de Propensão à Desertificação a partir do uso da terra nos municípios do Semiárido Brasileiro

Na presente pesquisa considerou-se que a propensão à desertificação segundo o uso da terra é explicada por um conjunto de indicadores os quais foram definidos no Quadro 1. A agregação dos fatores resultou em uma métrica que sintetiza a situação de cada município analisado: o Índice de Propensão à Desertificação segundo o uso da terra (IPD).

O IPD não mensura a intensidade da desertificação nos municípios. A sua utilidade consiste em identificar aqueles menos e mais propensos ao fenômeno, ou seja, hierarquizá-los desde o menos (IPD = 0) até ao mais propenso (IPD = 1). Nessa perspectiva e a partir de uma análise de agrupamento, foi possível classificar os municípios em três classes. Na TABELA 11 constam as estatísticas descritivas do IPD em cada uma das classes definidas.

A maioria dos municípios se encontra na classe definida como nível intermediário de propensão à desertificação. A classe mais desejável, ou seja, aquela onde se percebem menores níveis relativos é aquela que apresenta uma menor quantidade de municípios (apenas 78) e também a mais heterogênea.

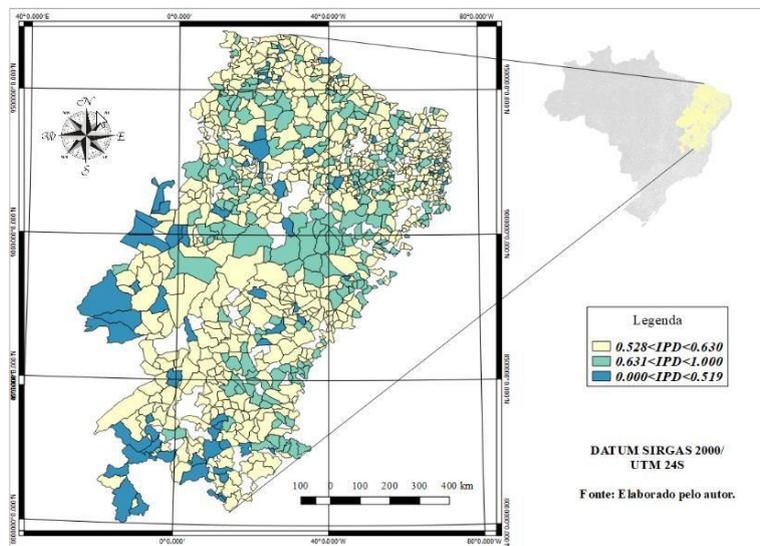
Tabela 11 - Estatísticas descritivas do Índice de Propensão à Desertificação segundo o uso da terra, por classes.

Intervalo do IPD	Classes	Média	Coefficiente de Variação (%)	Número de municípios
0,000 a 0,519	Menor nível de propensão	0,470	16,48	78
0,520 a 0,630	Nível intermediário	0,583	4,93	649
0,631 a 1,000	Maior nível de propensão	0,678	8,40	249
0,000 a 1,000	Amostra total	0,614	83,47	976

Fonte: Elaboração própria, 2019.

Uma visualização global dos municípios mais e menos propensos à desertificação pode ser feita com o auxílio de um mapa (Figura 5). Embora exista uma grande heterogeneidade é possível identificar que a região central do SAB apresenta a maior concentração de municípios classificados no grupo dos mais propensos à desertificação, sendo esta, portanto uma área prioritária para ações emergenciais de combate ao problema.

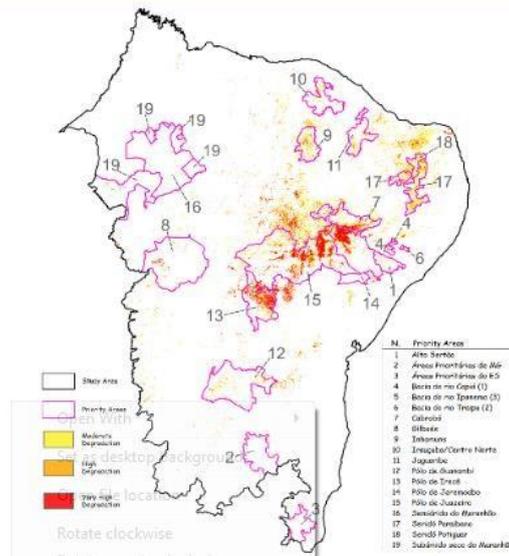
Figura 5 - Distribuição espacial da propensão à desertificação segundo o uso da terra. Municípios do Semiárido.



Fonte: Elaboração própria, 2019.

A distribuição dos municípios nas classes de IPD segue os resultados obtidos por Tomasella et al (2018) no estudo sobre a tendência à desertificação no nordeste brasileiro. Uma comparação das Figuras 5 e 6 destaca a região centro-norte se espalhando para nordeste do SAB como de maior vulnerabilidade à desertificação/degradação.

Figura 6 - Mapa de degradação do Semiárido usando dados do período 2007-2016.



Fonte: Tomasella et al. (2018).

A heterogeneidade entre os municípios ressalta a necessidade de se pensar em estratégias que atendam às demandas locais, ou seja, que combatam as fragilidades específicas de cada classe de municípios. Para que isso seja possível é necessário que haja uma boa caracterização de cada classe de modo a entender, inicialmente, quais indicadores contribuem para que determinados municípios sejam mais propensos à desertificação que outros.

A análise da Tabela 12 permite identificar padrões diferenciados de comportamento associados ao uso do solo. Nos municípios mais propensos à desertificação nota-se uma maior proporção de área destinada às pastagens naturais, ao mesmo tempo que há um maior percentual de estabelecimentos que adotam práticas agrícolas pouco sustentáveis e em detrimento daquelas que poderiam contribuir para a preservação e conservação do solo.

Dentre os indicadores que mais evidenciaram as diferenças significativas entre os municípios menos e mais propensos à desertificação segundo o uso da terra (aqueles com maiores valores de F na ANOVA), se destacam: Proporção dos que não fazem proteção e/ou conservação de encostas, Proporção dos que não fazem cultivo mínimo e Proporção dos que

não fazem área com plantio direto na palha, nessa ordem. O que reforça a importância de se criar um comportamento mais consciente junto aos produtores rurais quanto à adoção de práticas agrícolas sustentáveis.

Tabela 12 - Valores médios dos indicadores de propensão à desertificação segundo o uso da terra, por classes

Indicador	Menor nível de propensão	Nível intermediário	Maior nível de propensão	Estatística F (ANOVA)
Proporção de lavouras permanentes	3,4	3,7	2,9	0,9
Proporção de lavouras temporárias	15,3	9,8	9,0	14,9*
Proporção de pastagens naturais	12,9	19,6	29,6	49,0*
Proporção de pastagens plantadas em más condições	8,3	7,4	4,1	16,3*
Proporção de cultivo convencional	21,0	31,9	47,8	55,8*
Proporção dos que não fazem cultivo mínimo	53,3	71,2	83,7	71,1*
Proporção dos que não fazem área com plantio	96,5	99,7	99,9	59,2*
Proporção dos que fazem adubação química	5,2	3,5	9,4	32,4*
Proporção dos que fazem aplicação de calcário	3,9	1,7	4,2	28,8*
Proporção dos que fazem do uso de agrotóxicos	19,4	23,8	26,3	3,5*
Proporção dos que não fazem plantio em nível	96,1	97,7	97,9	3,3**
Proporção dos que não fazem rotação de cultura	79,9	87,2	89,6	12,3*
Proporção dos que não fazem pousio ou descanso de solos	67,1	79,4	88,1	45,2*
Proporção dos que não fazem proteção e/ou conservação de encostas	95,3	99,5	99,6	83,1*
Proporção dos que não fazem recuperação de mata ciliar	98,5	99,6	99,0	6,4*
Proporção dos que não fazem reflorestamento para proteção de nascentes	98,8	99,8	99,8	9,4*
Proporção dos que não fazem estabilização de voçorocas	98,0	99,9	99,9	56,8*
Proporção dos que não fazem manejo florestal	97,7	99,6	99,8	18,0*
Proporção de estabelecimentos com caprino	0,1	0,1	0,3	35,5*
Proporção de estabelecimentos com ovino	0,1	0,2	0,3	33,3*
Proporção de estabelecimentos com bovino	0,3	0,3	0,4	3,4**
Proporção dos que fazem irrigação	9,5	9,6	16,5	32,5*
Proporção dos que fazem extração de lenha	11,1	10,4	12,7	1,6
Proporção dos que fazem extração de madeira	0,4	0,4	1,8	29,4*

* Diferença entre grupos a um nível de significância de 1% e ** Diferença entre grupos a um nível de significância de 1%. Fonte: Elaboração própria, 2019.

4.3 Os tipos de solo e vegetação dos municípios do Semiárido Brasileiro a partir dos níveis de propensão à desertificação, segundo o uso da terra

A heterogeneidade entre os municípios do SAB também se manifesta quanto ao tipo de solo e de vegetação (Tabelas 13 e 14). Dentre os diferentes tipos de solo, o mais comum é o Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, presente em 423 municípios, ou seja, perfazendo 43,3%. Em seguida aparece o Latossolos Amarelos Distróficos identificado em 39,9% deles. De acordo com a classificação de Moraes et al (2017), os solos do tipo Argissolos Vermelho-Amarelos Eutrófico são os mais suscetíveis a processos de erosão, enquanto os os latossolos amarelo distróficos se encontram entre os solos com erosividade moderada.

Os latossolos possuem alta propensão à desertificação, pois principalmente os distróficos são solos mais intemperizados e mais pobres em nutrientes, apesar de possuírem atributos físicos muito bons. Contudo, o poder de sustentação das plantas nesses solos é bem mais baixo e por isso pode facilitar a desertificação. Considerando-se uma carência de práticas agrícolas sustentáveis, as regiões definidas por latossolos tendem a ser vulneráveis à desertificação.

Nas áreas propensas à desertificação, região central do mapa, percebem-se manchas de marrom escuro referentes a neossolos distróficos e planossolos, solos que na classificação de Sá et al (2013) apresentam sensibilidade à desertificação.

Os neossolos litólicos são solos característicos de áreas semiáridas e de baixa precipitação, são solos raso e por isso seu poder de sustentar uma vegetação é bem baixo, são férteis, mas as características físicas complicam por conta da baixa espessura do solo, ou seja o material de rocha fica bem próximo a superfície, isso impede menor infiltração de água no solo e maior escoamento superficial, aumentando a erosão do solo, além disso por ser raso as raízes das plantas não tem muito espaço para o desenvolvimento.

Os planossolos também são característicos do semiárido, e por possuir um horizonte B plânico, eles também possuem uma alta susceptibilidade a erosão e isso influencia na baixa disponibilidade hídrica e de profundidade para as plantas se manterem vias, aumentando a desertificação nele, isso também é válido para os argissolos que também possuem um B textura e que vai aumentar a susceptibilidade a erosão.

Tabela 13 - Quantidade de municípios do Semiárido por tipos de solo.

Tipo de solo	Número de municípios	% em relação à amostra (976)	Sensibilidade à desertificação*
Água	72	7,38	n.d
Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos	132	13,52	Acentuado
Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos	423	43,34	Acentuado
Argissolos Vermelhos Distróficos	1	0,10	n.d
Argissolos Vermelhos Eutróficos	50	5,12	n.d
Cambissolos Háplicos Ta Eutróficos	120	12,30	Moderado
Cambissolos Háplicos Tb Distróficos	31	3,18	Moderado
Cambissolos Háplicos Tb Eutróficos	14	1,43	Moderado
Chernossolos Argilúvicos Órticos	28	2,87	n.d
Chernossolos Rêndzicos Órticos	4	0,41	n.d
Gleissolos Háplicos Tb Distróficos	10	1,02	n.d
Gleissolos Sálidos Sódicos	14	1,43	n.d
Latossolos Amarelos Distróficos	389	39,86	Fraco
Latossolos Vermelho-Amarelos Distroférricos	2	0,20	Fraco
Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos	156	15,98	Fraco
Latossolos Vermelho-Amarelos Eutróficos	16	1,64	Fraco
Latossolos Vermelhos Distróficos	32	3,28	Fraco
Latossolos Vermelhos Eutróficos	13	1,33	Fraco
Luvissolos Cromicos Órticos	323	33,09	Severo
Luvissolos Crômicos Pálidos	53	5,43	Severo
Neossolos Flúvicos Tb Distróficos	67	6,86	Acentuado
Neossolos Litólicos Distróficos	275	28,18	Acentuado
Neossolos Litólicos Eutróficos	347	35,55	Acentuado
Neossolos Quartzarênicos Órticos	210	21,52	Moderado
Neossolos Regolíticos Eutróficos	70	7,17	Moderado
Planossolos Háplicos Eutróficos	246	25,20	n.d
Planossolos Nátricos Órticos	60	6,15	Severo
Plintossolos Háplicos Distróficos	17	1,74	n.d
Plintossolos Pétricos Concrecionários	31	3,18	n.d
Vertissolos Ebanicos Órticos	8	0,82	n.d
Vertissolos Háplicos Órticos	18	1,84	n.d

* Sensibilidade definida com base em Sá et al. (2013)

n.d - Não disponibilizado na pesquisa

Fonte: Elaboração própria, 2019.

Os cambissolos são solos jovens e da mesma forma do litólicos sofrem para o desenvolvimento das raízes e plantas, apesar de serem pouco mais evoluído do que os litólicos, pois apresentam horizonte B incipiente.

Os luvisolos são naturalmente férteis e por isso sua exploração é bem grande, eles normalmente aparecem em área de relevo mais movimentado e apresentam uma alta susceptibilidade à erosão e por isso podem sofrer uma propensão à desertificação maior.

A vegetação do SAB vem sofrendo alterações significativas nas últimas décadas, seja em decorrência da substituição gradativa da vegetação nativa por áreas cultivadas, seja devido a processos de degradação ambiental que levam à redução da cobertura vegetal. Tais mudanças têm contribuído para o avanço da desertificação, especialmente por ser a cobertura vegetal um dos principais fatores de controle desse fenômeno (SÁ et al, 2013).

Como é possível observar na Tabela 14, a vegetação associada às atividades agrárias e à Savana-Estépica Arborizada são as predominantes no SAB, embora haja um mosaico com diferentes tipos de vegetação (a vegetação savana estépica é também conhecida como Caatinga). Esse cenário sugere suscetibilidade a processos de desertificação. Estudo de Sá et al (2006) para a região de Cabrobó - Pernambuco associa um grau severo de desertificação às classes de solo ocupadas com vegetação de atividades agrícolas e grau acentuada em áreas ocupadas com vegetação estépica.

Tabela 14 - Quantidade de municípios do Semiárido por tipo de vegetação.

Tipo de Vegetação	Número de municípios	% em relação à amostra (976)
Áreas das Formações Pioneiras Vegetação com Influência Flúvio-marinha	4	0,1
Áreas das Formações Pioneiras Vegetação com Influência Flúvio- marinha	7	0,2
Áreas das Formações Pioneiras Vegetação com Influência Marinha	12	0,4
Atividades Agrárias	981	31,4
Floresta Estacional Decidual Montana	42	1,3
Floresta Estacional Decidual Submontana	31	1,0
Floresta Estacional Semidecidual Montana	14	0,4
Floresta Estacional Semidecidual Submontana	2	0,1
Floresta Estacional/Formações Pioneiras	2	0,1
Massa D'água Continental	74	2,4
Massa D'água Costeira - Mar Territorial, 12 milhas	26	0,8
Refúgios Vegetacionais Alto-Montano	22	0,7
Refúgios Vegetacionais Alto-Montano	1	0,0

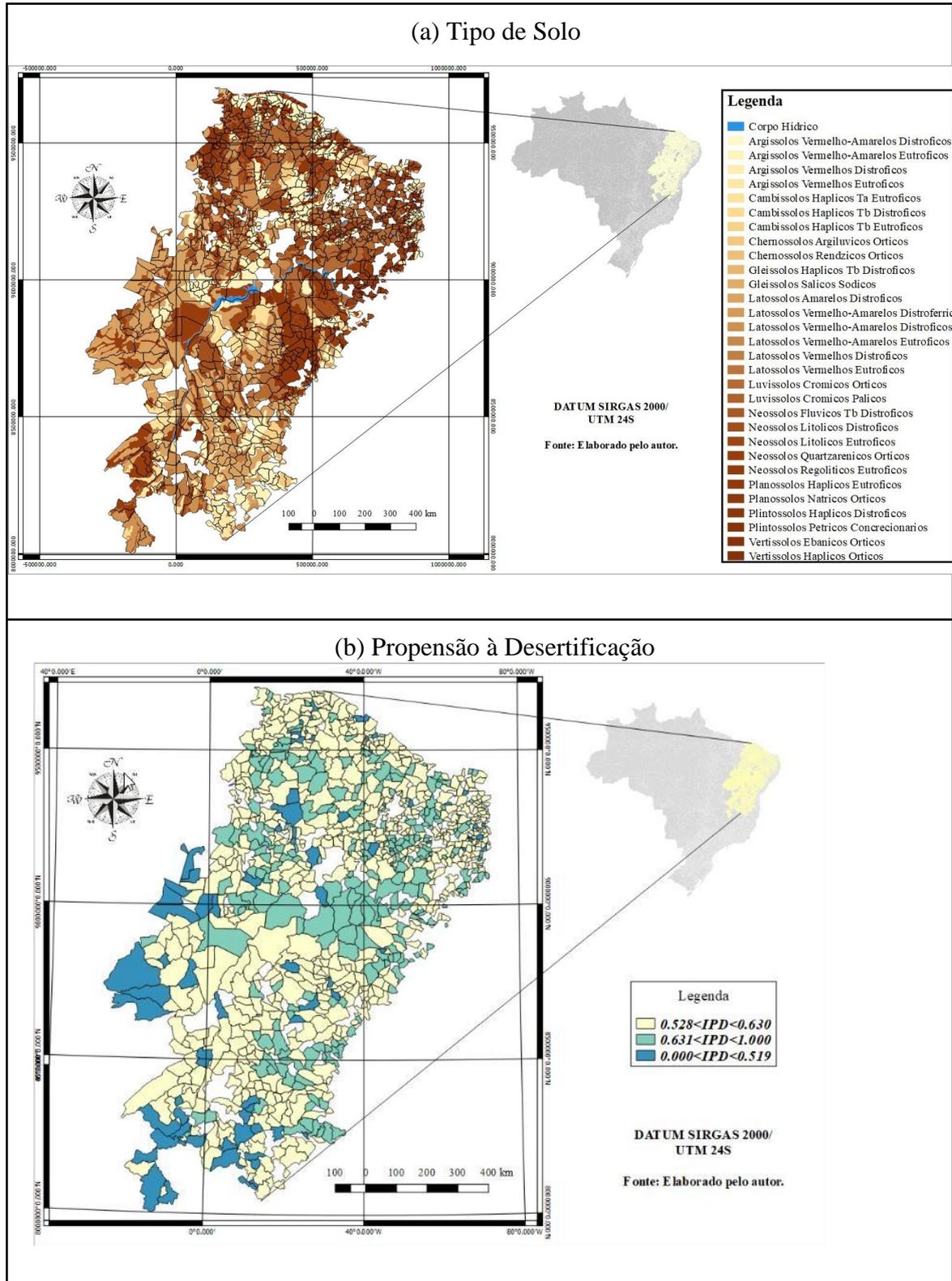
Savana Arborizada	100	3,2
Savana Estépica / Floresta Estacional	142	4,5
Savana Florestada	23	0,7
Savana Gramíneo-Lenhosa	20	0,6
Savana Parque	21	0,7
Savana-Estépica Arborizada	1	0,0
Savana-Estépica Florestada	1	0,0
Savana-Estépica Arborizada	656	21,0
Savana-Estépica Florestada	209	6,7
Savana-Estépica Gramíneo-Lenhosa	3	0,1
Savana-Estépica Parque	38	1,2
Savana/ Floresta Estacional	115	3,7
Savana/Savana Estépica	94	3,0
Savana/Savana Estépica/Floresta Estacional	33	1,1
Vegetação Secundária e Atividades Agrárias	450	14,4
Total	3124	100,0

Fonte: Elaboração própria, 2019.

4.4 A relação entre a propensão à desertificação, segundo o uso da terra, e os tipos de solo e vegetação nos municípios do Semiárido Brasileiro

Uma comparação entre os mapas de tipo de solo e de propensão à desertificação permite intuir sobre uma possível relação entre essas duas variáveis (Figura 7). Existe uma distribuição irregular dos solos pela região do SAB, isto por conta das variações dos materiais de origem e das variações dos outros fatores de formação do solo. Existe uma grande proporção de argissolos, latossolos neossolos e planossolos como já verificado na Tabela 13. Os solos que apresentam as cores mais escuras no mapa são os mais característicos de áreas semiáridas, concentrando-se mais ao norte da região. Já na região sul, solos como argissolos e latossolos são mais comuns.

Figura 7 - Distribuição espacial dos tipos de solo *versus* propensão à desertificação nos municípios do Semiárido



Fonte: Elaboração própria, 2019.

A Tabela 15 permite uma visão mais objetiva da relação entre o tipo de solo e a propensão à desertificação. O total de municípios que se apresentam solo do tipo Chernossolos Rêndzicos Órticos se encontram nos níveis mais elevados de propensão à desertificação.

Tabela 15 - Distribuição relativa dos municípios pesquisados por tipo de solo e classes de propensão à desertificação.

Tipo de solo	Classes de IPD			Total
	Baixa	Intermediária	Alta	
Água	13,9	77,8	8,3	100,0
Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos	5,3	68,9	25,8	100,0
Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos	6,1	73,8	20,1	100,0
Argissolos Vermelhos Distróficos	0,0	100,0	0,0	100,0
Argissolos Vermelhos Eutróficos	0,0	100,0	0,0	100,0
Cambissolos Háplicos Ta Eutróficos	19,2	63,3	17,5	100,0
Cambissolos Háplicos Tb Distróficos	6,5	93,5	0,0	100,0
Cambissolos Háplicos Tb Eutróficos	14,3	85,7	0,0	100,0
Chernossolos Argilúvicos Órticos	7,1	71,4	21,4	100,0
Chernossolos Rêndzicos Órticos	0,0	0,0	100,0	100,0
Gleissolos Háplicos Tb Distróficos	50,0	50,0	0,0	100,0
Gleissolos Sálcos Sódicos	0,0	28,6	71,4	100,0
Latossolos Amarelos Distróficos	18,5	52,2	29,3	100,0
Latossolos Vermelho-Amarelos Distroférricos	0,0	100,0	0,0	100,0
Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos	1,3	62,2	36,5	100,0
Latossolos Vermelho-Amarelos Eutróficos	6,3	56,3	37,5	100,0
Latossolos Vermelhos Distróficos	25,0	75,0	0,0	100,0
Latossolos Vermelhos Eutróficos	23,1	76,9	0,0	100,0
Luvissolos Cromicos Orticos	1,9	83,3	14,9	100,0
Luvissolos Crômicos Pálicos	1,9	75,5	22,6	100,0
Neossolos Flúvicos Tb Distróficos	7,5	58,2	34,3	100,0
Neossolos Litólicos Distróficos	10,5	41,5	48,0	100,0
Neossolos Litólicos Eutróficos	2,3	76,4	21,3	100,0
Neossolos Quartzarênicos Órticos	7,1	50,0	42,9	100,0
Neossolos Regolíticos Eutróficos	15,7	77,1	7,1	100,0
Planossolos Háplicos Eutróficos	15,0	74,8	10,2	100,0
Planossolos Nátricos Órticos	8,3	76,7	15,0	100,0
Plintossolos Háplicos Distróficos	0,0	35,3	64,7	100,0
Plintossolos Pétricos Concrecionários	0,0	16,1	83,9	100,0
Vertissolos Ebanicos Órticos	0,0	75,0	25,0	100,0

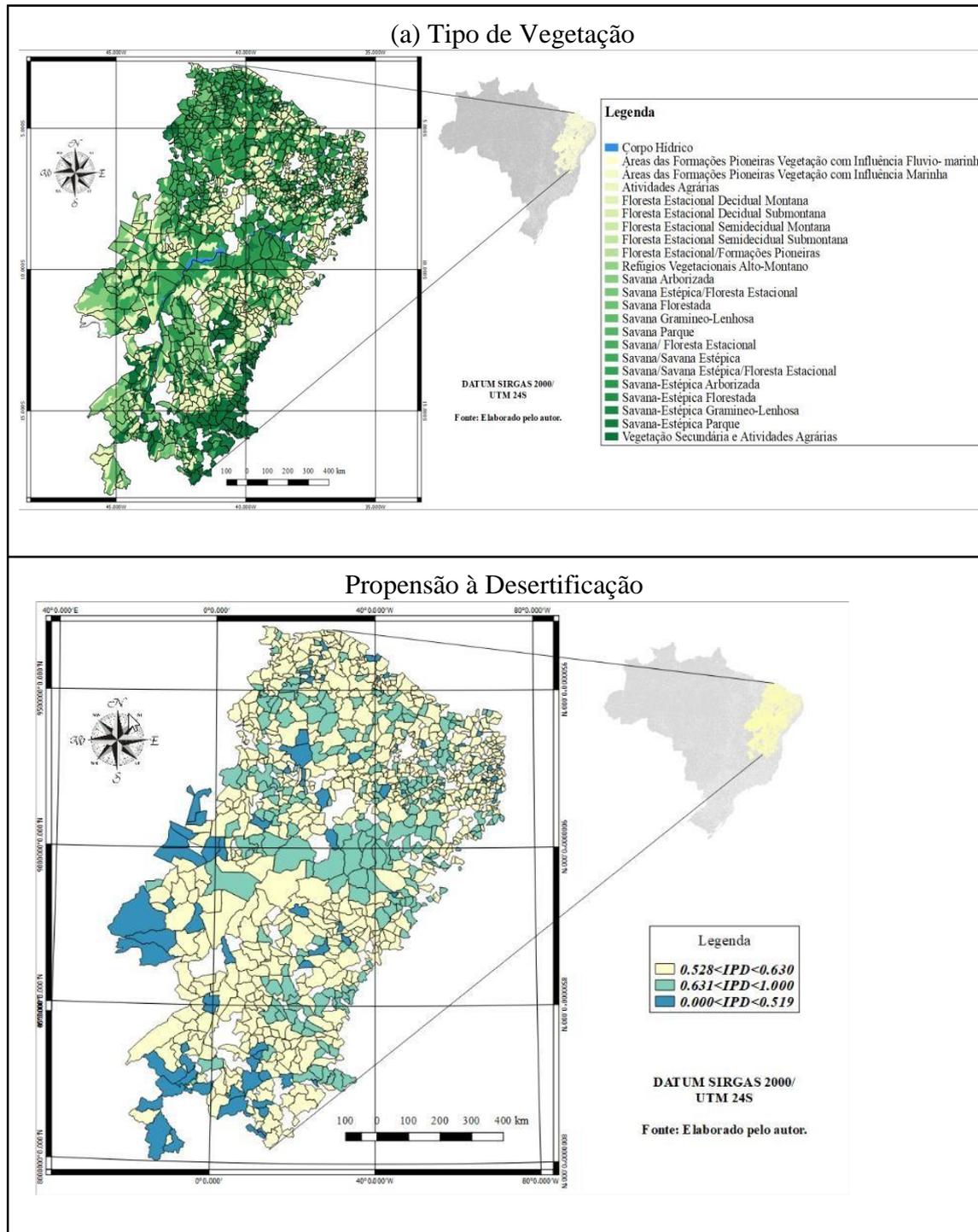
Vertissolos Háplicos Órticos	0,0	100,0	0,0	100,0
Total	8,7	66,6	24,8	100,0

Fonte: Elaboração própria, 2019.

A maioria dos dos municípios com solos do tipo Plintossolos Pétricos Concrecionários, Plintossolos Háplicos Distróficos e Gleissolos Sálidos Sódicos também se encontram nessa classe. Por outro lado, o tipo de solo Gleissolos Háplicos Tb Distróficos é o que apresenta maior proporção de municípios na classe com menor nível de propensão à desertificação.

O mapa representado na Figura 8(a) permite observar que existe uma variação da vegetação ao longo da extensão do SAB. De acordo com Tomasella et al (2018), as causas da diferenciação entre os tipos de vegetação do SAB não são bem definidas e não se sabe se decorrem de características naturais locais ou da ação antrópica. De um modo geral se dá por uma série de fatores incluindo solos e clima. Os locais onde predomina a cor verde escura são também onde se tem uma predominância dos argissolos, que são solos que possuem horizonte B textural que retêm mais água e podem ser mais utilizados para a agricultura e vegetação secundária. Na região centro-norte do mapa, onde há maior propensão à desertificação, há predominância de vegetação do tipo savana-estépica (caatinga).

Figura 8 - Distribuição espacial dos tipos de vegetação predominantes nos municípios do Semiárido



Fonte: Elaboração própria, 2019.

A grande maioria dos municípios que possuem vegetação do tipo savana/savana estépica, se encontra na classe superior da propensão à desertificação (Tabela 16).

Tabela 16 - Distribuição relativa dos municípios pesquisados por tipo de vegetação e classes de propensão à desertificação.

Vegetação	Classes de IPD			Total
	Baixa	Intermediária	Alta	
Áreas das Formações Pioneiras Vegetação com Influência Flúvio-marinha	0,0	100,0	0,0	100,0
Áreas das Formações Pioneiras Vegetação com Influência Flúvio- marinha	0,0	14,3	85,7	100,0
Áreas das Formações Pioneiras Vegetação com Influência Marinha	0,0	58,3	41,7	100,0
Atividades Agrárias	8,6	70,2	21,2	100,0
Floresta Estacional Decidual Montana	9,5	54,8	35,7	100,0
Floresta Estacional Decidual Submontana	9,7	32,3	58,1	100,0
Floresta Estacional Semidecidual Montana	21,4	64,3	14,3	100,0
Floresta Estacional Semidecidual Submontana	0,0	0,0	100,0	100,0
Floresta Estacional/Formações Pioneiras	0,0	100,0	0,0	100,0
Massa D'água Continental	8,1	83,8	8,1	100,0
Massa D'água Costeira - Mar Territorial, 12 milhas	0,0	65,4	34,6	100,0
Refúgios Vegetacionais Alto-Montano	13,6	86,4	0,0	100,0
Refúgios Vegetacionais Alto-Montano	0,0	100,0	0,0	100,0
Savana Arborizada	11,0	67,0	22,0	100,0
Savana Estépica / Floresta Estacional	8,5	66,9	24,6	100,0
Savana Florestada	13,0	47,8	39,1	100,0
Savana Gramíneo-Lenhosa	5,0	90,0	5,0	100,0
Savana Parque	19,0	81,0	0,0	100,0
Savana-Estépica Arborizada	0,0	0,0	100,0	100,0
Savana-Estépica Florestada	0,0	0,0	100,0	100,0
Savana-Estépica Arborizada	5,8	64,0	30,2	100,0
Savana-Estépica Florestada	7,7	58,9	33,5	100,0
Savana-Estépica Gramíneo-Lenhosa	0,0	100,0	0,0	100,0
Savana-Estépica Parque	2,6	73,7	23,7	100,0
Savana/ Floresta Estacional	6,1	58,3	35,7	100,0
Savana/Savana Estépica	4,3	18,1	77,7	100,0
Savana/Savana Estépica/Floresta Estacional	9,1	42,4	48,5	100,0
Vegetação Secundária e Atividades Agrárias	12,7	82,7	4,7	100,0
Total	8,3	67,1	24,6	100,0

Fonte: Elaboração própria, 2019.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fenômeno da desertificação apresenta elevada complexidade haja vista o conjunto de causas que o definem tanto em âmbito das condições naturais das áreas afetadas, quanto em termos de intervenções humanas ou ações antrópicas. O presente estudo buscou analisar como o uso da terra contribui para a propensão à desertificação no Semiárido Brasileiro (SAB).

O uso da terra e suas consequências sobre a desertificação está associado fortemente às atividades agropecuárias e suas práticas de produção. Considerando-se que grande parte das áreas ocupadas por estabelecimentos agropecuários se destinam às lavouras temporárias e permanentes, bem como ao cultivo de pastagem, percebe-se que o SAB se encontra suscetível a avanços contínuos de seus processos de desertificação.

Os processos de desertificação provocados pelo uso da terra no SAB podem ser explicados por um conjunto de fatores, sendo os principais: a existência de sistemas intensivos de produção agrícola, a ausência de medidas de preservação e conservação dos recursos e a presença de pecuária de pequeno porte (ovino-caprinocultura). A agregação desses fatores em uma escala municipal permitiu identificar quais os municípios mais e menos propensos à desertificação e onde estão localizados.

De um modo geral há uma grande heterogeneidade entre os municípios do SAB quanto à propensão à desertificação segundo o uso do solo. Contudo foi possível adotar uma classificação que os agrupou em três classes diferentes entre si, mas relativamente homogêneas internamente: municípios com menores níveis, níveis intermediários e níveis mais elevados de propensão. Apenas uma pequena parte dos municípios se encontram no grupo de menores níveis, o que demonstra a necessidade de intervenções efetivas no combate à desertificação. Tais intervenções precisam contemplar as especificidades de cada grupo.

A análise dos indicadores médios de desertificação segundo o uso da terra, em cada grupo de propensão aponta evidências de que as práticas agrícolas e as atividades da pecuária contribuem para o processo de desertificação no SAB e para diferenciar municípios menos propensos dos mais propensos ao fenômeno. As práticas agrícolas e atividades da pecuária, por sua vez, são definidas por tipos de solo presentes nas propriedades rurais e estes, muitas vezes determinam o tipo de vegetação presente. Nesse contexto de relações explícitas e implícitas não há como dissociar as variáveis: propensão à desertificação, tipo de solo e tipo de vegetação.

O mapeamento dos municípios quanto às variáveis citadas permitiu identificar

quais as áreas onde estão localizados os municípios mais propensos à desertificação de acordo com o uso da terra e associá-las ao tipo de solo e de vegetação. Nesse sentido foi possível observar que níveis mais elevados de desertificação estão presentes em estabelecimentos que possuem solo do tipo Chernossolos Rêndzicos Órticos. Além disso, a maior parte dos municípios com solos do tipo Plintossolos Pétricos Concrecionários, Plintossolos Háplicos Distróficos e Gleissolos Sállicos Sódicos também se encontram na classe com maiores níveis de propensão. Por outro lado, o tipo de solo Gleissolos Háplicos Tb Distróficos é o que apresenta maior proporção de municípios na classe com menor nível de propensão à desertificação.

Em relação à vegetação se identificou que a vegetação predominante no SAB se encontra dividida naquelas que compõem as atividades agrárias e na Savana-Estépica Arborizada, embora haja um mosaico com diferentes tipos de vegetação (a vegetação savana estépica é também conhecida como Caatinga).

Como resposta ao questionamento que instigou a pesquisa, supõe-se que, o uso da terra pode contribuir com o aumento da propensão à desertificação, aliada aos aspectos pedológicos e vegetacionais dessa região.

REFERÊNCIAS

- ALVES, T. L. B.; AZEVEDO, P. V. DE; CANDIDO, G. A. Indicadores Socioeconômicos E a Desertificação No Alto Curso Da Bacia Hidrográfica Do Rio Paraíba. **Ambiente & Sociedade**, v. XX, n. 2, p. 19–40, 2017. Acesso em 13 de ago. 2019: http://www.scielo.br/pdf/asoc/v20n2/pt_1809-4422-asoc-20-02-00019.pdf.
- ARAÚJO, S.M.S. A região semiárida do nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Rios Eletrônica-Revista Científica da FASETE**, v. 5, n. 5, p. 2- 4, 2011.
- BARBERO-SIERRA, C. *et al.* How is Desertification Research Addressed in Spain? Land Versus Soil Approaches. **Land Degradation and Development**, v. 26, n. 5, p. 423–432, 2015.
- BESTELMEYER, B. T. *et al.* Desertification, land use, and the transformation of global drylands. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 13, n. 1, p. 28-36, 2015.
- BOSSEL, H. **Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications**. A Report t ed. Canada: International Institute for Sustainable Development, 1999.
- BOULANGER, P.-M. Sustainable development indicators: a scientific challenge, a democratic issue. **Sapiens**, [s./], v. 1, n. 1, p. 45–59, 2008. Acesso em 16 de set. 2018 : <http://sapiens.revues.org/166>.
- BRASILEIRO, R. S. Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação. **Scientia Plena**, v. 5, n. 5, p. 1–12, 2009.
- BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. 2009.
- CANDIDO, H. G.; BARBOSA, M. P.; SILVA, M. J.. Avaliação da degradação ambiental de parte do Seridó Parabaino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 368–371, 2002.
- DA COSTA, T. C. C. *et al.* Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 21, p. 961–974, 2009. Acesso em 05 de nov.2018: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-72249096095&partnerID=40&md5=882deb0624ccb6bae72071f4fa52d87e>.
- ESCADAFAL, R. *et al.* First Appraisal of the Current Structure of Research on Land and Soil Degradation as Evidenced by Bibliometric Analysis of Publications on Desertification. **Land Degradation and Development**, v. 26, n. 5, p. 27, 2015.
- FÁVERO, L. P. L. *et al.* **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. 2009.
- FEARNSIDE, P. M. O processo de desertificação e os riscos de sua ocorrência no Brasil. **Acta Amazonica**, 1979, v. 9, n. 2, p. 393–400.
- FERNANDES, E. A.; CUNHA, N. R. D. S.; SILVA, R. G. Degradação ambiental no estado de Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 43, n. 1, p. 179–198, 2005.

GALINDO, I. C. L. **Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no Estado de Pernambuco**. 2007. 255 f. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007.

GALINDO, I. C.L. *et al.* Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no município de Jataúba, PE. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 32, n. 3, p. 1283–1296, 2008.

GEIST, H. J.; LAMBIN, E. F. Dynamic causal patterns of desertification. **Bioscience**, v. 54, n. 9, p. 817-829, 2004.

GONÇALVES, M. C. *et al.* Aplicação dos modelos PESERA e MEDALUS para avaliação dos riscos de erosão do solo e de desertificação da bacia hidrográfica do Vale do Gaio. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 236–246, 2010.

HAIR JR., J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2005. 5. ed. 583p.

HELLDÉN, U.; TOTTRUP, C. Regional desertification: A global synthesis. **Global and Planetary Change**, v. 64, n. 3-4, p. 169-176, 2008.

HERRICK J.E; BROWN JR; BESTELMEYER, B.T; *et al.* Revolutionary land use change in the 21st century: is (rangeland) science relevant? **Rangeland Ecol Manag.** 65: 590–98. 2012.

IBGE, I. B. D. G. E. E. **Manual Técnico de Uso da Terra**. [S.l.: s.n.], 2013. Acesso em 17 de maio 2019: http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm.

JANNUZZI, P. D. M. Indicadores para Diagnóstico, Monitoramento e Avaliação de Programas Sociais no Brasil. *Revista do Serviço Público*, v. 56, n. 2, p. 137–160, 2005.

MAROCO, J. **Análise Estatística - Com utilização do SPSS**. Edições Sí ed. Lisboa: 3. Edição, 2007.

MARTINS, C. M. *et al.* ATRIBUTOS QUÍMICOS E MICROBIANOS DO SOLO DE ÁREAS EM PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO. **Rev. Bras. Cienc. Solos**, v. 34, n. 12, p. 1883–1890, 2010.

MARX, Roberto Burle; TABACOW, José. **Arte & paisagem: conferências escolhidas**. Studio Nobel, 2004.

MINAYO, M. C. S. Construção de Indicadores Qualitativos para Avaliação de Mudanças. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 33, n. 1, p. 83–91, 2009.

MORAIS, R. C. S.; SALES, M. C. L.. Estimativa do Potencial Natural de Erosão dos Solos da Bacia Hidrográfica do Alto Gurguéia, Piauí-Brasil, com uso de Sistema de Informação Geográfica/Estimation of the Natural Soil Erosion Potential of the Upper Gurguéia Basin, Piauí-Brazil . **Caderno de Geografia-PUC Minas**, v. 27, n. 1, p. 84-105, 2017.

NARDO, M. *et al.* **Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide**. 2005. Acesso em 19 de ago. 2019:

http://www.oecdilibrary.org/economics/handbook-on-constructing-composite-indicators-methodology-and-user-guide_9789264043466-en.

RENCHER, A. C. **Methods of Multivariate Analysis**. Second Edition. Canada: JOHN WILEY & SONS, INC. PUBLICATION, 2002.

RODRIGUES, C. B. **PROPENSÃO SOCIOECONÔMICA À DESERTIFICAÇÃO E GESTÃO AMBIENTAL NOS MUNICÍPIOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**. 2016. 60 f. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

SÁ, I. B.; SÁ, II S.; SILVA, A. de S. **Desertificação na região de Cabrobó-PE: a realidade vista do espaço**. In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006.

SÁ, I. B. *et al.* **Mapeamento da desertificação do semiárido paraibano com base na sua cobertura vegetal e classes de solos**. Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. São José dos Campos: INPE, 2013.

SAMPAIO, E. V. S. B *et al.* **Desertificação no Brasil: conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003, p.95-133.

SANTOS, H. G. DOS *et al.* **O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada**. Documentos, no 130. Rio de Janeiro, RJ: [s.n.], 2011.

SANTOS, M. F. A. V. *et al.* Diversidade e densidade de espécies vegetais da caatinga com diferentes graus de degradação no município de Floresta, Pernambuco, Brasil. **Revista Rodriguésia**, v. 60, n. 2, p. 389–402, 2009.

SICHE, R. *et al.* Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & sociedade**, v. 10, n. 2, p. 137-148, 2007.

SHIELDS, D.; SOLAR, S.; MARTIN, W. The role of values and objectives in communicating indicators of sustainability. **Ecological Indicator**, v. 2, n. 1-2, p. 149-160, nov. 2002.

SOUZA, B. I.; SILANS, A. M. B. P.; SANTOS, J. B. DOS. Contribuição ao estudo da desertificação na Bacia do Taperoá. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 2–3, p. 292–298, 2004. Acesso em 19 de ago. 2019: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662004000200019&lng=pt&tlng=pt.

TOIGO, C. H.; MATTOS, E. J. de. Desenvolvimento e meio ambiente : o que os principais índices têm a revelar ? **Ensaio FEE**, Porto Alegre, set. 2016, v. 37, n. 2, p. 553–580.

TOMASELLA, J. *et al.* Desertification trends in the Northeast of Brazil over the period 2000–2016. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 73, p. 197- 206, 2018.

TORRES, L. *et al.* Desertification Research in Argentina. **Land Degradation and Development**, v. 26, n. 5, p. 433–440, 2015.

UNCCD. **Desertification: the invisible frontline**. 2014. Acesso em 19 de ago. 2019: <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/publications>.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Fenomenologia da desertificação no Nordeste do Brasil**. Conviver: Nordeste semiárido. Fortaleza: DNOCS – BNB, setembro/novembro, 2004.

VASCONCELOS SOBRINHO, J., SAMPAIO, E. **Desertificação no nordeste do Brasil**. Editora Universitária UFPE, 2002.

**APÊNDICE A – PROPORÇÃO DE LAVOURAS PERMANENTES, LAVOURAS
TEMPORÁRIAS, PASTAGENS NATURAIS E PASTAGENS PLANTADAS EM MÁ
CONDIÇÕES POR MUNICÍPIOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Municípios	Proporção de Lavouras permanentes (HA)	Proporção de Lavouras temporárias(HA)	Proporção de Pastagens naturais(HA)	Proporção de Pastagens plantadas em más condições(HA)
Água Branca (AL)	1,04	8,92	59,55	2,00
Canapi (AL)	0,00	7,38	73,41	0,49
Carneiros (AL)	0,06	8,93	77,51	0,41
Coité do Nóia (AL)	0,11	32,75	19,90	5,60
Estrela de Alagoas (AL)	9,29	18,11	48,83	1,29
Jaramataia (AL)	0,00	22,92	47,57	9,98
Major Isidoro (AL)	0,10	20,65	68,70	0,08
Maravilha (AL)	0,02	7,25	68,24	0,29
Mata Grande (AL)	1,54	13,50	58,35	1,05
Olho d'Água das Flores (AL)	0,32	21,45	58,59	1,56
Palmeira dos Índios (AL)	5,35	18,91	33,10	10,37
Pão de Açúcar (AL)	0,18	11,74	46,44	1,84
Poço das Trincheiras (AL)	0,08	16,21	65,00	0,43
São José da Tapera (AL)	0,06	12,59	58,51	7,25
Senador Rui Palmeira (AL)	0,36	11,46	71,55	0,97
Abaíra (BA)	2,35	8,27	9,33	7,70
Abaré (BA)	2,87	2,22	50,25	29,94
Adustina (BA)	0,51	40,64	18,83	13,21
Água Fria (BA)	1,21	10,36	10,19	12,23
Amargosa (BA)	7,98	3,32	15,55	6,89
América Dourada (BA)	2,96	20,55	46,31	2,25
Anagé (BA)	0,92	4,21	7,29	16,27
Andorinha (BA)	0,18	2,95	12,86	5,72
Angical (BA)	0,34	1,73	4,37	7,67
Antas (BA)	2,63	12,52	18,80	11,20
Antônio Cardoso (BA)	0,14	6,15	44,25	1,85
Antônio Gonçalves (BA)	1,00	3,90	3,16	27,61
Aracatu (BA)	0,41	6,46	9,22	4,67
Araci (BA)	10,02	11,62	21,81	10,41
Baianópolis (BA)	0,08	15,12	4,14	8,42
Baixa Grande (BA)	0,45	2,67	35,21	14,61
Banzaê (BA)	9,94	10,70	3,48	19,11
Barra (BA)	1,05	9,45	25,10	3,15
Barra da Estiva (BA)	10,10	1,13	13,10	20,41
Barra do Choça (BA)	23,18	1,81	20,69	0,90
Barra do Mendes (BA)	0,44	7,85	4,46	5,83
Barreiras (BA)	2,73	50,52	2,62	0,77
Barrocas (BA)	14,15	10,20	31,62	18,64

Belo Campo (BA)	1,68	11,60	7,64	15,73
Biritinga (BA)	1,45	12,47	20,36	21,84
Boa Nova (BA)	2,07	3,53	21,38	5,86
Boa Vista do Tupim (BA)	0,13	1,38	28,40	4,84
Bom Jesus da Lapa (BA)	4,76	4,41	7,81	8,46
Bom Jesus da Serra (BA)	0,80	12,64	19,42	14,75
Boninal (BA)	0,75	4,17	1,80	0,84
Boquira (BA)	0,00	5,84	5,30	8,90
Botuporã (BA)	0,34	14,86	12,21	16,57
Brejões (BA)	8,03	0,90	42,54	2,32
Brotas de Macaúbas (BA)	0,21	8,78	6,25	11,72
Brumado (BA)	1,21	6,31	12,21	3,35
Buritirama (BA)	0,09	2,73	6,39	1,14
Cabaceiras do Paraguaçu (BA)	6,48	13,44	13,55	6,04
Caculé (BA)	2,03	7,01	10,03	11,00
Caém (BA)	0,39	2,19	36,31	21,81
Caetanos (BA)	1,15	5,80	20,89	5,86
Caetité (BA)	1,02	7,47	15,84	8,19
Cafarnaum (BA)	1,79	37,83	24,68	5,64
Caldeirão Grande (BA)	0,36	3,96	25,78	35,53
Campo Alegre de Lourdes (BA)	0,03	13,43	7,11	1,76
Campo Formoso (BA)	3,74	3,26	18,40	16,42
Canápolis (BA)	0,48	4,70	6,26	13,38
Cândido Sales (BA)	0,48	7,83	9,24	5,58
Cansanção (BA)	1,62	5,84	35,37	18,52
Canudos (BA)	1,38	1,31	24,86	3,04
Capela do Alto Alegre (BA)	0,38	4,12	40,00	12,72
Capim Grosso (BA)	0,47	6,28	0,23	55,82
Caraíbas (BA)	1,89	5,62	0,71	19,69
Carinhanha (BA)	1,02	4,31	9,16	12,73
Casa Nova (BA)	2,48	8,27	1,69	3,28
Castro Alves (BA)	1,87	4,04	29,92	2,63
Caturama (BA)	0,55	10,25	12,37	15,49
Central (BA)	2,74	48,86	18,22	3,81
Chorrochó (BA)	0,31	0,24	72,20	18,25
Cícero Dantas (BA)	9,36	10,49	16,06	8,28
Cipó (BA)	4,10	10,70	11,85	14,79
Cocos (BA)	0,53	5,83	8,29	5,35
Conceição do Coité (BA)	18,56	7,06	10,21	20,01
Condeúba (BA)	0,73	5,14	20,94	8,35
Cordeiros (BA)	0,42	7,03	19,43	16,73
Coribe (BA)	0,31	9,34	14,45	22,52
Coronel João Sá (BA)	0,09	15,73	33,97	5,67
Cotegipe (BA)	0,00	0,83	9,15	4,15
Cravolândia (BA)	12,80	11,70	0,00	6,86

Crisópolis (BA)	1,63	15,48	4,30	11,75
Cristópolis (BA)	0,05	3,02	1,55	4,57
Curaçá (BA)	2,53	2,50	0,37	0,13
Dom Basílio (BA)	7,81	2,18	44,98	7,57
Elísio Medrado (BA)	8,71	4,22	1,87	18,21
Encruzilhada (BA)	9,66	7,38	34,63	10,38
Érico Cardoso (BA)	6,51	48,03	7,18	7,69
Euclides da Cunha (BA)	2,08	18,66	16,80	7,80
Fátima (BA)	0,86	47,50	27,39	4,46
Feira da Mata (BA)	0,01	1,79	20,02	14,47
Feira de Santana (BA)	1,49	7,02	1,04	31,45
Filadélfia (BA)	0,22	3,60	29,41	26,17
Formosa do Rio Preto (BA)	0,20	51,94	1,31	0,46
Gavião (BA)	3,82	3,58	40,49	8,33
Gentio do Ouro (BA)	0,71	8,54	8,68	12,63
Glória (BA)	4,46	15,46	40,53	0,63
Guajeru (BA)	0,07	7,57	10,74	11,22
Guanambi (BA)	0,38	8,10	25,03	10,29
Heliópolis (BA)	1,92	16,26	23,48	17,11
Iaçu (BA)	0,36	2,09	14,21	16,70
Ibiassucê (BA)	0,29	16,48	21,25	11,98
Ibicoara (BA)	13,38	6,22	11,04	2,90
Ibipeba (BA)	2,47	21,97	35,31	4,70
Ibipitanga (BA)	0,70	4,06	11,60	7,36
Ibitiara (BA)	0,56	3,36	2,46	4,76
Ibotirama (BA)	0,35	4,20	15,21	4,93
Igaporã (BA)	0,45	4,66	6,75	11,49
Iguaí (BA)	4,08	1,18	35,98	7,83
Inhambupe (BA)	9,21	6,53	3,71	7,50
Ipirá (BA)	0,28	2,99	47,41	8,84
Ipupiara (BA)	0,31	12,13	15,03	8,98
Irajuba (BA)	1,42	3,29	22,71	5,93
Iramaia (BA)	0,56	1,54	20,11	6,75
Iraquara (BA)	4,69	13,53	22,12	2,31
Itaberaba (BA)	0,67	1,78	32,89	17,52
Itaeté (BA)	0,27	1,81	14,05	14,68
Itagi (BA)	18,27	1,00	21,47	7,81
Itaguaçu da Bahia (BA)	0,49	4,43	27,48	1,76
Itambé (BA)	0,83	0,45	57,74	2,57
Itapicuru (BA)	10,90	13,64	4,65	9,47
Itarantim (BA)	0,12	0,45	61,78	0,72
Itatim (BA)	0,39	4,52	16,78	18,89
Itiruçu (BA)	6,64	1,80	19,76	8,09
Itiúba (BA)	1,73	3,12	35,19	14,70
Itororó (BA)	9,27	0,20	30,67	8,62
Ituaçu (BA)	9,95	4,44	10,55	3,63

Jacaraci (BA)	0,85	5,02	3,72	11,92
Jacobina (BA)	3,45	3,05	16,74	17,82
Jaguaquara (BA)	6,84	3,84	21,20	9,95
Jaguarari (BA)	0,31	4,35	10,24	15,03
Jequié (BA)	5,74	1,47	18,09	12,79
Jeremoabo (BA)	0,77	8,07	20,58	5,72
João Dourado (BA)	0,38	53,94	10,48	19,66
Juazeiro (BA)	7,53	9,31	0,66	0,78
Lagoa Real (BA)	0,57	7,57	10,68	6,80
Lajedinho (BA)	0,14	0,61	40,17	18,53
Lamarão (BA)	0,07	18,11	20,99	11,20
Lençóis (BA)	2,01	1,30	3,12	1,03
Licínio de Almeida (BA)	1,36	4,38	10,27	5,22
Livramento de Nossa Senhora (BA)	11,37	4,69	20,74	9,61
Macajuba (BA)	0,27	2,63	30,75	16,63
Macarani (BA)	0,38	0,28	46,97	1,94
Macaúbas (BA)	0,52	13,34	10,28	13,35
Macururé (BA)	0,93	5,46	18,82	3,63
Maetinga (BA)	0,06	5,80	25,66	3,74
Maiquinique (BA)	0,49	0,61	68,30	2,30
Mairi (BA)	0,28	2,84	12,33	29,60
Malhada (BA)	0,43	10,03	21,44	5,98
Malhada de Pedras (BA)	0,11	6,99	12,72	4,60
Manoel Vitorino (BA)	0,00	2,30	13,31	7,29
Mansidão (BA)	0,12	3,51	5,62	7,21
Maracás (BA)	0,88	2,30	20,09	9,03
Miguel Calmon (BA)	1,28	3,42	6,38	27,66
Milagres (BA)	0,19	0,84	44,35	3,98
Mirangaba (BA)	3,72	2,35	17,55	17,16
Mirante (BA)	0,66	3,52	24,02	6,35
Monte Santo (BA)	1,33	7,41	11,71	10,54
Morro do Chapéu (BA)	2,30	4,42	27,73	5,42
Mortugaba (BA)	1,27	5,38	18,74	13,68
Mucugê (BA)	3,14	11,67	6,32	2,94
Mulungu do Morro (BA)	9,32	25,69	12,91	2,12
Mundo Novo (BA)	0,39	1,44	20,50	14,01
Nordestina (BA)	3,53	4,62	6,16	15,55
Nova Canaã (BA)	3,30	1,28	19,92	8,01
Nova Fátima (BA)	5,47	2,69	25,91	5,37
Nova Itarana (BA)	1,31	1,71	33,01	16,80
Nova Redenção (BA)	0,38	3,43	11,03	43,82
Nova Soure (BA)	2,69	7,88	15,98	13,12
Novo Horizonte (BA)	0,86	2,87	2,24	2,87
Novo Triunfo (BA)	4,30	10,60	4,33	15,85
Olindina (BA)	2,58	12,56	24,32	8,77

Oliveira dos Brejinhos (BA)	0,65	5,03	14,73	7,99
Ourolândia (BA)	2,53	7,66	4,12	48,54
Palmeiras (BA)	1,73	2,83	29,04	3,78
Paramirim (BA)	1,23	8,80	11,65	13,27
Paratinga (BA)	0,00	8,66	16,12	11,08
Paripiranga (BA)	0,98	51,25	15,78	2,56
Paulo Afonso (BA)	0,66	14,86	25,28	4,54
Pé de Serra (BA)	0,15	4,34	75,60	2,28
Pedro Alexandre (BA)	0,10	16,74	54,03	2,16
Piatã (BA)	4,86	3,95	26,64	6,36
Pilão Arcado (BA)	0,00	7,58	77,16	1,83
Pindaí (BA)	0,18	13,30	6,30	6,12
Pindobaçu (BA)	0,70	2,99	0,00	26,50
Pintadas (BA)	0,21	4,69	67,21	4,56
Piripá (BA)	4,15	6,87	23,81	6,47
Piritiba (BA)	0,13	2,15	52,11	8,46
Planaltino (BA)	0,96	2,79	10,69	23,97
Planalto (BA)	6,05	2,92	27,60	7,97
Poções (BA)	2,91	7,87	10,13	25,38
Ponto Novo (BA)	3,65	3,88	32,09	19,08
Potiraguá (BA)	0,34	0,34	52,17	4,32
Presidente Jânio Quadros (BA)	0,13	5,59	21,86	7,70
Queimadas (BA)	0,00	1,94	11,16	33,61
Quijingue (BA)	0,48	10,96	21,45	11,74
Quixabeira (BA)	0,06	6,02	0,00	50,42
Remanso (BA)	0,00	6,09	9,99	1,68
Retirolândia (BA)	29,46	3,38	24,12	29,12
Riachão das Neves (BA)	0,53	39,25	1,38	1,54
Riachão do Jacuípe (BA)	0,90	2,29	41,85	21,60
Riacho de Santana (BA)	0,28	3,99	3,42	11,48
Ribeira do Amparo (BA)	8,06	12,59	28,68	8,93
Ribeira do Pombal (BA)	4,61	6,80	17,56	20,84
Ribeirão do Largo (BA)	3,56	0,88	28,27	6,50
Rio de Contas (BA)	8,75	6,16	11,67	10,37
Rio do Antônio (BA)	1,11	12,00	13,55	7,28
Rio do Pires (BA)	0,20	8,05	4,89	1,59
Rodelas (BA)	29,08	3,77	17,16	20,50
Ruy Barbosa (BA)	0,19	0,87	44,49	7,88
Santa Bárbara (BA)	1,09	7,13	26,40	38,12
Santa Brígida (BA)	0,37	11,60	45,00	1,56
Santa Inês (BA)	1,41	2,12	22,04	14,71
Santa Maria da Vitória (BA)	0,71	7,82	13,20	15,66
Santa Rita de Cássia (BA)	0,08	2,24	12,97	4,46
Santa Terezinha (BA)	0,74	3,25	36,15	14,98
Santaluz (BA)	11,96	2,47	13,68	12,90

Santana (BA)	0,16	3,70	6,44	15,50
Santanópolis (BA)	0,17	4,60	37,82	10,92
Santo Estêvão (BA)	3,17	15,16	33,83	6,76
São Domingos (BA)	13,28	3,26	41,53	18,13
São Félix do Coribe (BA)	1,05	3,29	0,55	27,40
São Gabriel (BA)	0,84	34,64	11,14	12,31
São José do Jacuípe (BA)	1,15	4,56	0,00	36,04
Sátiro Dias (BA)	1,76	11,98	12,20	15,99
Saúde (BA)	0,75	3,54	4,12	20,72
Seabra (BA)	3,92	5,95	3,70	3,63
Senhor do Bonfim (BA)	0,81	3,17	24,11	17,35
Sento Sé (BA)	0,63	0,38	7,48	28,14
Serra do Ramalho (BA)	1,49	8,67	11,11	22,79
Serra Dourada (BA)	0,09	3,07	11,51	22,17
Serrinha (BA)	0,49	13,69	12,66	16,79
Serrolândia (BA)	0,16	5,19	0,00	42,98
Sítio do Mato (BA)	0,40	1,38	7,43	12,02
Sítio do Quinto (BA)	1,12	21,97	25,28	6,42
Sobradinho (BA)	1,97	2,38	0,00	0,24
Souto Soares (BA)	1,83	32,51	13,39	2,38
Tanhaçu (BA)	1,59	5,80	8,98	7,13
Tanque Novo (BA)	0,72	16,69	4,48	10,43
Teofilândia (BA)	5,71	8,97	21,31	17,44
Tremedal (BA)	0,50	4,74	5,96	5,96
Tucano (BA)	3,39	11,88	30,10	7,44
Uauá (BA)	0,32	4,18	23,02	12,87
Ubaíra (BA)	14,13	1,09	15,63	2,83
Uibaí (BA)	3,94	45,13	2,61	0,70
Umburanas (BA)	4,81	13,75	1,23	9,28
Urandi (BA)	1,02	5,63	9,33	16,21
Utinga (BA)	5,86	2,75	21,31	6,31
Valente (BA)	17,71	7,30	28,70	11,08
Várzea da Roça (BA)	1,68	9,14	18,04	36,18
Várzea do Poço (BA)	0,06	5,14	3,48	67,04
Várzea Nova (BA)	10,80	4,23	13,99	31,39
Vitória da Conquista (BA)	3,88	7,32	23,46	6,85
Wagner (BA)	2,77	1,59	59,31	0,75
Wanderley (BA)	0,94	3,09	17,43	18,93
Xique-Xique (BA)	0,53	7,26	15,74	12,95
Acaraú (CE)	41,65	11,60	6,64	1,52
Acopiara (CE)	0,38	7,12	18,24	8,42
Aiuaba (CE)	0,14	3,99	24,15	3,40
Alcântaras (CE)	7,68	46,99	0,00	1,77
Altaneira (CE)	0,55	16,94	12,96	31,51
Alto Santo (CE)	11,01	4,02	48,57	3,19
Amontada (CE)	14,41	6,23	17,27	2,22

Antonina do Norte (CE)	0,45	29,70	27,16	7,27
Apuiarés (CE)	0,85	7,57	43,71	0,90
Aracati (CE)	12,28	5,93	7,22	1,93
Aracoiaba (CE)	9,24	24,06	15,97	3,25
Ararendá (CE)	1,70	23,42	15,30	1,98
Araripe (CE)	0,27	8,40	10,45	6,61
Aratuba (CE)	14,90	25,80	5,72	2,96
Arneiroz (CE)	0,10	1,76	46,28	11,44
Assaré (CE)	0,13	11,97	3,81	7,40
Aurora (CE)	0,17	6,59	13,73	10,20
Baixio (CE)	0,00	4,52	35,14	15,83
Banabuiú (CE)	0,69	3,77	12,48	0,11
Barbalha (CE)	6,97	19,82	16,31	2,09
Barreira (CE)	51,15	7,81	2,96	3,07
Barro (CE)	0,31	6,42	14,28	7,82
Barroquinha (CE)	12,27	31,60	4,15	10,05
Baturité (CE)	12,89	17,36	7,81	1,39
Beberibe (CE)	34,49	3,74	6,38	2,24
Bela Cruz (CE)	54,69	4,39	7,22	0,00
Boa Viagem (CE)	0,19	10,38	20,24	2,07
Brejo Santo (CE)	0,99	20,56	25,08	1,91
Camocim (CE)	28,64	12,44	1,73	0,00
Canindé (CE)	0,59	14,81	20,67	5,13
Capistrano (CE)	4,64	25,53	14,28	2,05
Caridade (CE)	0,64	9,66	18,03	5,49
Cariré (CE)	2,99	32,33	38,05	7,95
Caririaçu (CE)	0,79	6,57	19,23	13,81
Cariús (CE)	1,25	10,05	12,54	4,13
Carnaubal (CE)	12,53	65,83	7,79	0,16
Cascavel (CE)	31,16	5,75	10,00	0,65
Catarina (CE)	0,39	7,58	27,36	2,10
Catunda (CE)	0,09	4,19	17,51	0,00
Caucaia (CE)	2,73	6,08	13,06	5,69
Cedro (CE)	1,16	7,71	24,75	9,89
Choró (CE)	0,35	13,20	20,46	1,60
Chorozinho (CE)	54,83	11,81	1,52	0,00
Coreaú (CE)	1,21	29,52	26,89	3,71
Crateús (CE)	0,21	10,17	55,11	0,20
Crato (CE)	5,73	16,65	6,22	5,77
Croatá (CE)	0,79	10,55	4,23	1,07
Cruz (CE)	59,90	3,98	11,24	0,00
Deputado Irapuan Pinheiro (CE)	0,00	5,78	24,17	2,72
Ererê (CE)	0,45	10,37	31,77	11,15
Farias Brito (CE)	0,24	9,14	7,82	21,74
Fortim (CE)	43,42	5,20	1,37	0,25
Frecheirinha (CE)	2,25	24,66	9,91	3,00

General Sampaio (CE)	0,44	7,74	27,27	0,38
Graça (CE)	5,88	40,27	0,99	1,35
Granja (CE)	12,12	13,58	6,05	1,18
Granjeiro (CE)	1,40	9,85	19,18	8,34
Groaíras (CE)	5,77	20,71	35,26	3,39
Guaiúba (CE)	7,10	8,29	11,65	0,54
Guaraciaba do Norte (CE)	4,39	56,12	8,84	3,54
Hidrolândia (CE)	0,29	4,67	12,71	0,00
Horizonte (CE)	59,02	13,34	5,81	0,33
Ibaretama (CE)	1,15	9,92	19,31	2,46
Ibiapina (CE)	14,63	18,34	12,57	0,70
Ibicuitinga (CE)	2,52	20,45	30,92	0,42
Icapuí (CE)	57,10	0,48	11,32	3,68
Icó (CE)	0,48	11,43	35,01	5,17
Iguatu (CE)	1,31	12,27	38,67	7,75
Independência (CE)	0,04	1,59	50,34	3,42
Ipaporanga (CE)	1,52	11,41	25,01	1,02
Ipaumirim (CE)	0,41	5,95	45,44	15,45
Ipu (CE)	3,02	8,91	49,44	0,00
Ipueiras (CE)	1,03	9,73	8,60	1,24
Iracema (CE)	0,46	4,86	30,79	1,41
Irauçuba (CE)	0,03	2,25	33,22	19,23
Itaiçaba (CE)	8,39	11,90	13,82	2,87
Itapajé (CE)	7,09	8,52	22,25	2,66
Itapipoca (CE)	22,28	9,32	21,66	1,86
Itapiúna (CE)	0,93	17,37	18,50	8,14
Itarema (CE)	50,39	7,69	5,57	0,59
Itatira (CE)	0,56	12,38	38,89	0,00
Jaguaratama (CE)	0,05	11,94	61,64	1,02
Jaguaribara (CE)	1,67	2,66	60,43	3,15
Jaguaribe (CE)	0,42	2,43	57,40	3,42
Jaguaruana (CE)	2,04	7,30	23,39	13,04
Jardim (CE)	0,76	13,78	18,40	11,37
Jati (CE)	0,66	6,58	72,11	0,61
Jijoca de Jericoacoara (CE)	65,10	1,96	0,00	1,01
Juazeiro do Norte (CE)	0,85	13,01	28,63	3,74
Jucás (CE)	0,47	5,76	11,01	2,89
Lavras da Mangabeira (CE)	0,48	9,82	32,61	1,85
Limoeiro do Norte (CE)	10,06	23,47	18,00	6,32
Madalena (CE)	1,65	8,76	36,05	0,00
Maranguape (CE)	3,21	31,38	18,02	0,30
Marco (CE)	20,42	5,50	17,70	1,02
Martinópolis (CE)	43,35	39,52	0,98	0,00
Massapê (CE)	1,96	11,58	27,11	8,63
Mauriti (CE)	2,49	13,28	27,27	7,83
Meruoca (CE)	32,08	22,24	1,21	0,00

Milagres (CE)	0,58	19,12	19,77	10,13
Milhã (CE)	0,25	9,61	43,39	0,00
Miraíma (CE)	0,02	2,70	43,89	0,00
Missão Velha (CE)	5,99	16,22	24,86	5,70
Mombaça (CE)	0,48	9,14	23,60	3,47
Monsenhor Tabosa (CE)	0,23	8,14	43,39	0,70
Morada Nova (CE)	0,97	9,00	41,86	11,21
Moraújo (CE)	2,52	9,16	14,98	0,40
Morrinhos (CE)	17,59	5,97	12,96	1,24
Mucambo (CE)	1,94	28,08	5,83	18,71
Mulungu (CE)	30,89	23,29	1,11	0,00
Nova Olinda (CE)	3,65	12,28	20,89	16,46
Nova Russas (CE)	0,39	7,87	37,07	1,01
Novo Oriente (CE)	2,05	18,27	22,95	6,66
Ocara (CE)	17,71	20,23	15,38	0,66
Orós (CE)	0,43	9,09	23,68	5,82
Pacajus (CE)	58,41	10,40	11,55	0,33
Pacoti (CE)	21,83	6,05	3,14	0,42
Pacujá (CE)	6,60	57,55	32,08	0,31
Palhano (CE)	21,32	19,08	31,78	8,20
Palmácia (CE)	12,52	13,10	5,48	0,00
Parambu (CE)	0,50	4,70	34,82	2,85
Paramoti (CE)	0,48	6,14	26,09	0,37
Pedra Branca (CE)	0,21	6,96	13,45	10,34
Pentecoste (CE)	1,40	10,54	19,49	1,08
Pereiro (CE)	0,44	18,44	12,33	1,19
Piquet Carneiro (CE)	0,39	8,17	22,65	5,22
Pires Ferreira (CE)	0,76	9,55	54,80	5,15
Poranga (CE)	0,79	3,61	50,36	0,03
Porteiras (CE)	1,97	13,23	29,34	13,30
Potengi (CE)	0,50	7,61	26,13	12,11
Potiretama (CE)	5,63	8,96	31,88	2,38
Quiterianópolis (CE)	0,43	16,24	32,10	6,94
Quixadá (CE)	1,02	16,07	24,72	0,59
Quixelô (CE)	0,65	7,62	49,54	0,00
Quixeramobim (CE)	0,11	8,60	36,94	3,11
Quixeré (CE)	9,06	13,19	15,22	16,35
Redenção (CE)	16,71	19,63	6,96	1,06
Reriutaba (CE)	3,38	16,40	19,07	4,85
Russas (CE)	6,70	11,87	31,27	12,87
Saboeiro (CE)	0,06	5,13	19,34	7,17
Salitre (CE)	0,34	19,35	8,70	6,54
Santa Quitéria (CE)	0,14	3,16	19,63	0,53
Santana do Acaraú (CE)	1,51	9,58	10,93	1,44
Santana do Cariri (CE)	1,59	10,97	12,59	5,72
São Benedito (CE)	13,55	46,19	3,07	0,09

São Gonçalo do Amarante (CE)	18,30	4,51	12,00	1,19
São João do Jaguaribe (CE)	2,11	8,70	36,12	6,19
São Luís do Curu (CE)	10,44	13,49	18,71	1,20
Senador Pompeu (CE)	0,11	5,64	24,46	3,37
Senador Sá (CE)	19,49	19,58	34,63	3,65
Sobral (CE)	0,61	13,75	32,32	13,15
Solonópole (CE)	0,00	9,48	39,89	5,48
Tabuleiro do Norte (CE)	2,76	14,20	39,11	0,52
Tamboril (CE)	0,30	8,92	37,70	3,24
Tarrafas (CE)	0,23	18,46	5,89	5,26
Tauá (CE)	0,11	4,17	34,75	1,39
Tejuçuoca (CE)	0,36	5,20	19,79	2,04
Tianguá (CE)	7,85	30,15	2,24	4,86
Trairi (CE)	30,89	6,64	5,56	0,35
Tururu (CE)	10,06	6,83	21,34	5,64
Ubajara (CE)	12,09	33,39	9,96	0,91
Umari (CE)	0,14	10,35	53,53	0,69
Umirim (CE)	2,64	11,97	12,73	2,80
Uruburetama (CE)	36,30	10,75	6,13	2,44
Uruoca (CE)	8,11	9,11	33,61	2,22
Varjota (CE)	5,53	15,97	33,58	2,45
Várzea Alegre (CE)	1,37	8,62	12,49	12,09
Viçosa do Ceará (CE)	6,36	18,28	2,13	0,25
Araioses (MA)	3,08	16,49	20,42	0,84
Timon (MA)	26,84	6,70	10,23	0,92
Águas Vermelhas (MG)	2,85	8,90	7,95	10,14
Almenara (MG)	0,96	0,84	22,16	9,61
Araçuaí (MG)	1,25	2,68	9,55	5,72
Bonito de Minas (MG)	0,05	1,31	11,68	2,23
Buritzeiro (MG)	0,67	5,52	12,74	9,15
Capitão Enéas (MG)	0,96	1,99	1,62	29,74
Caraí (MG)	3,16	5,25	16,47	4,49
Chapada do Norte (MG)	1,46	4,34	6,23	12,39
Cônego Marinho (MG)	0,10	7,85	20,18	8,44
Coronel Murta (MG)	0,24	1,08	3,41	5,70
Espinosa (MG)	0,40	6,45	8,35	13,57
Francisco Badaró (MG)	1,42	5,94	3,71	11,15
Francisco Sá (MG)	0,90	2,43	8,94	34,62
Fruta de Leite (MG)	1,47	2,55	3,31	7,01
Grão Mogol (MG)	1,65	2,44	10,83	2,88
Ibiracatu (MG)	0,69	3,93	22,21	17,30
Indaiabira (MG)	0,81	8,14	2,92	5,27
Itinga (MG)	0,92	2,71	16,44	4,86
Jaíba (MG)	7,28	9,59	15,62	15,65
Janaúba (MG)	1,69	2,29	7,16	27,18
Januária (MG)	0,20	6,07	13,56	9,54

Japonvar (MG)	10,76	6,46	2,07	7,98
Jenipapo de Minas (MG)	1,53	4,57	9,48	11,59
Jequitinhonha (MG)	0,53	0,75	9,18	5,87
Jordânia (MG)	0,27	1,04	30,58	4,12
Josenópolis (MG)	4,06	1,60	2,97	3,66
Juvenília (MG)	0,21	1,96	3,86	16,01
Lontra (MG)	0,41	7,87	30,50	10,66
Mamonas (MG)	0,22	8,09	22,01	9,95
Manga (MG)	1,03	2,78	3,60	11,58
Mata Verde (MG)	3,13	0,36	19,57	12,19
Matias Cardoso (MG)	4,03	4,15	9,66	15,06
Mato Verde (MG)	0,37	7,84	4,26	11,87
Medina (MG)	0,75	2,10	17,76	2,97
Miravânia (MG)	0,21	5,83	19,63	20,14
Montalvânia (MG)	0,78	4,95	3,39	33,04
Monte Formoso (MG)	0,68	2,19	15,35	0,76
Montezuma (MG)	0,19	3,58	10,16	10,16
Ninheira (MG)	3,21	2,23	1,92	6,43
Novo Cruzeiro (MG)	3,88	8,24	5,04	2,70
Pai Pedro (MG)	0,16	6,00	2,03	19,13
Pedra Azul (MG)	0,53	0,96	27,44	5,94
Pedras de Maria da Cruz (MG)	0,00	1,75	18,28	7,26
Pirapora (MG)	6,99	4,50	20,12	2,90
Porteirinha (MG)	0,53	6,82	4,17	13,42
Riacho dos Machados (MG)	1,35	1,56	4,22	13,25
Rio Pardo de Minas (MG)	0,79	7,73	3,99	3,13
Rubelita (MG)	0,43	2,32	20,19	12,03
Salinas (MG)	1,45	2,66	7,17	21,58
Santa Fé de Minas (MG)	0,55	0,20	19,97	9,88
São Francisco (MG)	0,30	6,23	9,33	27,79
São João da Ponte (MG)	0,64	4,59	11,06	23,97
São João das Missões (MG)	0,00	14,35	5,14	20,89
São João do Paraíso (MG)	1,27	4,52	4,79	1,70
São Romão (MG)	0,67	5,44	6,64	6,94
Serranópolis de Minas (MG)	0,09	4,00	3,16	14,37
Taiobeiras (MG)	1,38	4,58	7,62	12,78
Vargem Grande do Rio Pardo (MG)	0,94	3,46	1,69	1,83
Várzea da Palma (MG)	1,32	3,51	7,68	12,65
Varzelândia (MG)	0,59	6,44	16,96	32,36
Virgem da Lapa (MG)	0,64	3,41	4,47	6,44
Água Branca (PB)	0,59	11,60	4,91	4,92
Aguiar (PB)	0,36	1,99	14,59	3,74
Alagoa Grande (PB)	4,85	13,01	22,18	6,72
Alagoa Nova (PB)	32,42	15,23	13,15	2,48

Alagoinha (PB)	4,54	10,98	14,19	8,38
Alcantil (PB)	0,02	6,30	19,30	5,07
Amparo (PB)	1,62	8,69	33,34	6,05
Aparecida (PB)	1,39	4,22	30,93	0,43
Araçagi (PB)	3,34	19,59	26,34	4,95
Arara (PB)	3,89	20,56	31,59	1,20
Araruna (PB)	3,50	15,00	24,33	12,17
Areia (PB)	11,18	12,40	25,05	2,44
Areial (PB)	2,09	40,35	23,04	17,07
Aroeiras (PB)	0,00	17,30	17,29	19,51
Assunção (PB)	1,36	7,78	12,60	0,00
Bananeiras (PB)	8,08	9,94	32,60	5,64
Baraúna (PB)	3,23	29,62	3,26	8,93
Barra de Santa Rosa (PB)	0,89	9,94	28,80	1,01
Barra de Santana (PB)	0,06	13,71	26,69	2,28
Barra de São Miguel (PB)	0,00	2,59	38,18	20,56
Belém (PB)	3,80	9,02	30,67	0,00
Belém do Brejo do Cruz (PB)	0,00	0,31	6,39	4,63
Boa Ventura (PB)	0,24	10,93	10,58	5,37
Boa Vista (PB)	0,36	3,82	6,24	62,52
Bom Jesus (PB)	0,00	8,21	46,03	0,00
Bom Sucesso (PB)	0,09	4,08	13,91	0,00
Bonito de Santa Fé (PB)	0,00	4,86	1,15	0,00
Boqueirão (PB)	0,06	6,18	45,78	0,31
Brejo do Cruz (PB)	0,00	0,21	9,70	5,13
Brejo dos Santos (PB)	0,64	3,99	20,78	1,92
Cabaceiras (PB)	0,23	3,37	36,47	1,89
Cachoeira dos Índios (PB)	0,35	8,92	25,19	0,00
Cacimba de Areia (PB)	0,20	4,18	47,54	0,00
Cacimba de Dentro (PB)	2,07	22,63	24,44	2,45
Cacimbas (PB)	2,04	14,97	10,05	2,22
Caiçara (PB)	0,78	9,25	46,81	0,00
Cajazeiras (PB)	0,17	4,76	28,10	0,40
Cajazeirinhas (PB)	0,00	0,88	25,21	0,05
Campina Grande (PB)	0,58	12,98	31,49	26,95
Caraúbas (PB)	0,04	1,84	3,75	46,14
Carrapateira (PB)	0,03	1,82	11,71	0,00
Casserengue (PB)	0,00	29,99	10,81	0,00
Catingueira (PB)	0,00	4,71	11,21	0,00
Catolé do Rocha (PB)	0,06	0,61	24,71	3,60
Caturité (PB)	0,00	16,94	36,87	0,21
Conceição (PB)	0,00	7,19	9,30	3,63
Condado (PB)	0,06	3,80	15,47	0,04
Congo (PB)	0,00	1,30	16,14	51,76
Coxixola (PB)	0,19	4,65	4,16	1,19
Cubati (PB)	0,23	14,69	62,43	0,42

Cuité (PB)	1,23	13,31	19,41	10,54
Curral Velho (PB)	0,29	7,01	1,23	3,80
Damião (PB)	0,62	14,37	13,18	0,00
Desterro (PB)	0,78	11,85	21,36	5,04
Diamante (PB)	0,07	5,02	9,42	3,40
Dona Inês (PB)	1,49	11,39	40,76	6,11
Emas (PB)	0,05	0,78	65,05	0,00
Esperança (PB)	3,73	25,56	40,08	13,24
Fagundes (PB)	0,85	16,31	25,16	0,66
Gado Bravo (PB)	0,00	24,08	26,45	0,54
Guarabira (PB)	7,82	9,74	32,68	1,25
Gurinhém (PB)	0,50	9,50	51,01	2,34
Gurjão (PB)	0,00	2,76	3,92	0,00
Ibiara (PB)	0,06	8,54	5,26	3,60
Igaracy (PB)	0,07	4,17	38,92	0,00
Imaculada (PB)	0,71	12,79	10,46	0,00
Ingá (PB)	0,49	13,06	52,98	2,79
Itabaiana (PB)	1,85	10,47	34,64	1,24
Itaporanga (PB)	0,54	4,91	15,78	0,90
Juarez Távora (PB)	1,69	14,92	70,34	0,00
Juazeirinho (PB)	0,38	10,18	17,30	2,92
Junco do Seridó (PB)	5,48	7,09	3,99	0,31
Juru (PB)	0,43	7,60	6,23	8,67
Lagoa Seca (PB)	13,36	23,80	9,04	18,59
Lastro (PB)	0,10	3,58	40,08	0,00
Mãe d'Água (PB)	0,84	7,81	11,80	2,12
Manaíra (PB)	0,14	8,37	0,00	8,11
Marizópolis (PB)	2,55	16,32	21,93	0,00
Massaranduba (PB)	4,73	10,30	40,98	8,76
Matinhas (PB)	33,20	14,91	19,34	0,00
Mato Grosso (PB)	0,00	0,56	53,05	1,50
Mogeiro (PB)	0,95	13,01	33,11	0,00
Montadas (PB)	3,18	49,39	16,21	15,23
Monte Horebe (PB)	0,17	6,82	7,65	1,81
Monteiro (PB)	0,29	6,46	0,00	2,29
Mulungu (PB)	0,56	5,65	29,09	1,84
Natuba (PB)	19,01	7,52	32,10	3,36
Nazarezinho (PB)	0,78	2,24	50,68	0,32
Nova Floresta (PB)	11,17	12,35	1,56	0,00
Nova Olinda (PB)	0,71	16,27	57,83	0,00
Nova Palmeira (PB)	0,08	8,89	28,25	0,00
Olho d'Água (PB)	0,35	5,91	31,48	3,77
Olivedos (PB)	2,36	6,14	84,74	0,00
Ouro Velho (PB)	0,25	7,64	0,29	3,48
Passagem (PB)	0,04	1,55	38,71	0,00
Patos (PB)	0,14	2,53	32,61	1,26

Paulista (PB)	0,00	1,82	28,10	0,00
Pedra Branca (PB)	0,30	15,37	47,88	8,61
Pedra Lavrada (PB)	0,00	14,39	15,32	0,00
Piancó (PB)	0,16	2,87	28,13	0,87
Picuí (PB)	1,96	8,58	43,77	4,98
Pilões (PB)	29,09	12,60	16,36	0,48
Pirpirituba (PB)	3,57	9,05	24,82	1,15
Pocinhos (PB)	0,98	12,61	10,77	2,01
Pombal (PB)	0,15	3,38	19,00	0,08
Prata (PB)	0,49	6,89	0,00	0,00
Princesa Isabel (PB)	0,39	14,01	4,78	5,79
Puxinanã (PB)	7,99	34,40	17,78	6,27
Queimadas (PB)	0,45	22,69	30,51	4,04
Quixaba (PB)	0,00	2,93	23,38	0,00
Remígio (PB)	5,94	16,51	30,18	6,23
Riachão (PB)	0,00	13,82	60,68	0,00
Riachão do Bacamarte (PB)	0,00	11,78	36,81	0,00
Salgadinho (PB)	1,55	11,07	7,27	0,00
Salgado de São Félix (PB)	0,37	10,71	26,26	19,17
Santa Cecília (PB)	0,00	10,72	5,58	3,74
Santa Cruz (PB)	0,09	2,61	35,96	6,13
Santa Inês (PB)	0,00	5,53	2,46	2,08
Santa Luzia (PB)	0,19	2,91	7,93	0,00
Santa Teresinha (PB)	0,40	5,17	23,65	0,00
Santana de Mangueira (PB)	0,34	5,96	20,68	1,29
Santana dos Garrotes (PB)	0,36	6,26	41,64	0,00
Santo André (PB)	0,20	8,71	9,38	0,00
São Bentinho (PB)	0,00	3,21	22,46	0,09
São Bento (PB)	0,00	1,71	10,86	19,22
São Domingos do Cariri (PB)	0,44	4,49	30,81	2,20
São Francisco (PB)	0,17	7,53	32,94	4,36
São João do Cariri (PB)	0,04	2,00	2,51	6,04
São João do Rio do Peixe (PB)	0,45	7,80	45,38	1,37
São João do Tigre (PB)	0,02	1,84	0,10	0,15
São José da Lagoa Tapada (PB)	0,24	1,39	61,46	0,08
São José de Caiana (PB)	0,22	5,15	3,78	5,80
São José de Espinharas (PB)	0,54	2,86	63,54	0,00
São José de Piranhas (PB)	0,08	4,46	12,44	1,24
São José de Princesa (PB)	1,25	12,90	18,72	1,53
São José do Bonfim (PB)	0,26	3,42	43,57	0,00
São José dos Cordeiros (PB)	0,07	6,82	2,54	0,02
São José dos Ramos (PB)	2,21	13,74	45,76	1,50
São Sebastião de Lagoa de Roça (PB)	7,19	47,94	25,43	1,95

São Sebastião do Umbuzeiro (PB)	0,00	2,86	0,00	0,21
São Vicente do Seridó (PB)	0,17	16,31	12,21	6,62
Serra Branca (PB)	0,25	6,71	3,40	1,78
Serra Grande (PB)	0,28	6,96	3,06	5,66
Serra Redonda (PB)	5,39	11,98	15,50	1,03
Serraria (PB)	7,98	7,36	31,88	7,06
Sertãozinho (PB)	6,15	6,88	11,55	0,83
Solânea (PB)	3,45	16,79	19,87	8,35
Sossêgo (PB)	1,68	14,35	1,03	10,58
Sousa (PB)	2,77	7,32	39,25	0,00
Sumé (PB)	0,30	5,06	18,03	3,04
Tavares (PB)	0,67	27,37	5,36	3,30
Teixeira (PB)	3,00	17,79	14,02	1,96
Tenório (PB)	8,44	8,65	0,00	6,15
Uiraúna (PB)	0,00	3,29	40,43	5,82
Umbuzeiro (PB)	0,07	16,27	25,05	8,19
Várzea (PB)	0,00	5,21	20,90	0,00
Zabelê (PB)	0,05	3,68	0,00	0,00
Afogados da Ingazeira (PE)	1,25	11,77	42,81	4,16
Afrânio (PE)	0,20	9,91	2,97	10,64
Agrestina (PE)	0,64	6,61	27,42	17,82
Águas Belas (PE)	0,34	10,53	58,56	0,00
Altinho (PE)	1,25	7,56	84,63	0,73
Araripina (PE)	0,63	34,68	12,73	4,35
Arcoverde (PE)	0,90	10,96	35,97	11,15
Belém do São Francisco (PE)	2,31	4,09	14,89	0,72
Belo Jardim (PE)	4,72	13,72	30,34	4,41
Betânia (PE)	0,00	7,41	34,87	1,21
Bom Jardim (PE)	17,07	17,53	17,03	2,70
Brejinho (PE)	9,78	12,47	8,74	3,49
Buíque (PE)	3,53	15,14	37,03	11,19
Cabrobó (PE)	1,85	3,39	2,38	7,52
Caetés (PE)	0,19	35,42	28,03	3,03
Calumbi (PE)	0,54	14,63	10,09	1,16
Camocim de São Félix (PE)	1,82	32,82	46,65	0,00
Capoeiras (PE)	0,00	23,90	33,91	4,11
Carnaíba (PE)	2,25	22,63	26,04	3,70
Carnaubeira da Penha (PE)	2,50	4,81	22,27	2,21
Caruaru (PE)	6,69	10,49	41,48	9,32
Cumarú (PE)	0,54	14,89	56,25	0,47
Custódia (PE)	0,91	6,35	39,08	9,43
Dormentes (PE)	0,13	11,44	9,07	13,88
Flores (PE)	0,50	14,39	25,34	8,34
Floresta (PE)	0,64	2,50	65,48	1,74
Gravatá (PE)	4,86	20,13	30,72	1,29

Iati (PE)	0,27	9,68	74,30	0,16
Ibimirim (PE)	1,67	11,35	32,49	0,58
Ibirajuba (PE)	0,08	9,43	79,99	1,14
Iguaracy (PE)	1,15	5,78	29,25	4,17
Ingazeira (PE)	0,21	5,33	30,43	6,66
Ipubi (PE)	1,25	16,72	13,65	9,00
Itaíba (PE)	1,03	12,21	63,85	0,28
Itapetim (PE)	8,45	11,07	34,46	3,71
Jatobá (PE)	2,56	12,09	40,78	10,73
João Alfredo (PE)	4,30	12,89	33,99	8,56
Jupi (PE)	0,53	44,37	21,53	7,28
Jurema (PE)	7,27	22,80	48,61	4,22
Lagoa Grande (PE)	3,07	5,54	3,93	5,06
Lajedo (PE)	3,69	32,57	39,16	5,88
Mirandiba (PE)	1,46	6,93	34,03	2,91
Moreilândia (PE)	0,00	2,77	6,26	14,37
Orobó (PE)	6,55	15,41	32,10	1,95
Panelas (PE)	3,92	12,16	66,62	2,69
Paranatama (PE)	2,45	18,34	47,40	2,37
Parnamirim (PE)	0,00	2,48	10,42	18,89
Passira (PE)	0,70	17,92	43,99	8,37
Pombos (PE)	6,87	17,37	24,91	8,52
Quixaba (PE)	0,45	12,83	27,77	2,64
Riacho das Almas (PE)	0,68	38,09	23,08	16,77
Sairé (PE)	9,29	8,84	49,62	15,36
Salgadinho (PE)	0,61	14,41	26,46	7,95
Santa Cruz da Baixa Verde (PE)	3,34	29,08	15,23	3,74
Santa Filomena (PE)	0,00	7,56	5,92	20,66
Santa Maria da Boa Vista (PE)	8,59	3,09	2,38	3,74
Santa Terezinha (PE)	5,24	13,93	18,09	1,87
São Bento do Una (PE)	0,00	25,87	25,85	19,21
São José do Belmonte (PE)	3,05	9,48	28,34	4,38
São José do Egito (PE)	0,89	11,20	43,21	5,97
Serra Talhada (PE)	0,28	4,57	5,85	2,25
Serrita (PE)	0,10	5,73	8,27	13,58
Sertânia (PE)	2,45	3,97	38,18	8,45
Surubim (PE)	0,61	22,04	33,93	26,98
Tacaratu (PE)	25,50	9,13	35,26	0,77
Taquaritinga do Norte (PE)	3,70	3,64	49,75	15,19
Terezinha (PE)	0,30	15,38	67,23	1,41
Terra Nova (PE)	0,00	7,12	0,96	6,93
Trindade (PE)	1,61	30,36	12,81	2,38
Triunfo (PE)	9,71	15,20	16,08	3,08
Tupanatinga (PE)	3,11	10,17	45,51	4,39
Tuparetama (PE)	0,53	7,96	30,40	0,00

Verdejante (PE)	1,21	8,67	21,13	10,42
Vertentes (PE)	0,40	8,69	58,25	6,20
Acauã (PI)	0,15	4,41	0,00	10,48
Alagoinha do Piauí (PI)	11,07	20,42	31,30	0,41
Alegrete do Piauí (PI)	0,50	15,64	10,45	16,29
Alto Longá (PI)	1,49	2,90	35,38	18,98
Altos (PI)	1,63	4,70	7,51	0,98
Alvorada do Gurguéia (PI)	4,99	10,78	0,00	3,14
Amarante (PI)	1,10	8,15	17,54	2,78
Anísio de Abreu (PI)	0,03	28,91	4,04	4,05
Aroeiras do Itaim (PI)	0,00	9,65	21,03	3,94
Arraial (PI)	0,29	10,80	41,09	6,21
Assunção do Piauí (PI)	0,18	12,06	0,00	13,13
Avelino Lopes (PI)	0,05	4,08	11,46	3,03
Barra D'Alcântara (PI)	0,00	8,15	6,32	1,95
Barras (PI)	1,23	8,86	17,41	4,59
Batalha (PI)	1,18	3,45	15,48	3,43
Bela Vista do Piauí (PI)	0,09	8,56	14,29	0,13
Belém do Piauí (PI)	0,37	0,55	7,44	30,53
Benedítnos (PI)	1,00	1,90	15,41	2,37
Betânia do Piauí (PI)	0,07	5,49	11,88	8,26
Boa Hora (PI)	2,10	21,21	6,31	1,88
Bocaina (PI)	2,42	8,54	21,79	12,03
Bom Jesus (PI)	2,11	31,40	4,46	0,61
Bom Princípio do Piauí (PI)	1,85	1,73	7,56	0,00
Bonfim do Piauí (PI)	0,13	25,11	0,74	1,67
Boqueirão do Piauí (PI)	4,05	3,53	4,96	0,00
Brasileira (PI)	1,80	3,38	10,40	1,86
Brejo do Piauí (PI)	0,49	8,62	14,84	0,00
Buriti dos Lopes (PI)	1,72	9,95	6,53	5,59
Buriti dos Montes (PI)	0,08	6,05	5,68	4,06
Cabeceiras do Piauí (PI)	3,58	10,38	26,69	5,58
Cajazeiras do Piauí (PI)	0,13	4,61	5,57	3,51
Campinas do Piauí (PI)	0,18	1,56	32,58	3,66
Campo Alegre do Fidalgo (PI)	0,12	7,30	8,46	1,13
Campo Grande do Piauí (PI)	5,40	21,02	7,56	2,17
Campo Maior (PI)	0,50	9,17	45,03	1,22
Canavieira (PI)	0,20	2,73	35,33	3,99
Canto do Buriti (PI)	1,87	30,54	11,83	1,59
Capitão de Campos (PI)	32,79	10,78	10,13	5,78
Capitão Gervásio Oliveira (PI)	0,24	1,85	3,69	3,83
Caracol (PI)	0,24	16,31	7,44	4,09
Caraúbas do Piauí (PI)	0,54	3,13	8,52	6,76
Caridade do Piauí (PI)	0,00	5,39	18,88	5,66
Castelo do Piauí (PI)	0,56	1,71	0,00	0,34

Caxingó (PI)	0,35	9,15	7,47	1,95
Cocal (PI)	4,75	7,35	14,14	0,88
Cocal de Telha (PI)	1,86	3,01	10,45	6,75
Cocal dos Alves (PI)	24,91	5,54	13,78	0,88
Coivaras (PI)	1,28	7,45	7,56	0,00
Colônia do Piauí (PI)	0,09	6,20	9,07	12,37
Conceição do Canindé (PI)	0,56	7,41	18,99	2,33
Coronel José Dias (PI)	0,57	2,62	30,72	0,32
Corrente (PI)	0,63	11,14	2,61	4,63
Cristalândia do Piauí (PI)	0,59	3,43	18,26	0,00
Cristino Castro (PI)	1,75	1,46	9,47	2,77
Curimatá (PI)	0,18	3,62	15,49	5,66
Currais (PI)	0,18	39,93	0,06	2,57
Curral Novo do Piauí (PI)	0,06	3,22	1,89	3,51
Demerval Lobão (PI)	1,36	1,68	3,64	1,51
Dirceu Arcoverde (PI)	0,02	6,37	22,89	0,73
Dom Expedito Lopes (PI)	18,07	10,21	2,28	1,00
Dom Inocêncio (PI)	0,01	2,38	22,47	0,73
Domingos Mourão (PI)	0,91	4,71	44,86	4,95
Elesbão Veloso (PI)	0,41	2,28	30,63	2,12
Fartura do Piauí (PI)	0,02	8,56	4,72	1,61
Flores do Piauí (PI)	0,21	15,00	7,67	3,16
Floriano (PI)	0,83	3,71	15,54	4,14
Francinópolis (PI)	1,18	6,01	10,77	0,00
Francisco Ayres (PI)	0,00	7,59	4,94	0,00
Francisco Macedo (PI)	0,14	6,36	25,64	0,87
Francisco Santos (PI)	21,07	15,42	17,60	14,04
Geminiano (PI)	3,92	11,67	11,71	4,53
Guaribas (PI)	0,39	11,50	0,00	2,08
Ilha Grande (PI)	9,63	3,16	36,80	8,49
Inhuma (PI)	6,28	11,20	2,58	2,63
Ipiranga do Piauí (PI)	12,38	15,28	9,63	1,56
Isaías Coelho (PI)	0,14	6,15	27,06	3,07
Itainópolis (PI)	1,68	14,26	18,13	5,23
Itaueira (PI)	0,35	14,01	15,40	0,00
Jacobina do Piauí (PI)	0,00	2,09	19,86	5,62
Jaicós (PI)	6,56	8,79	14,32	5,92
Jatobá do Piauí (PI)	0,91	3,28	49,81	1,92
João Costa (PI)	1,11	4,11	25,51	5,36
José de Freitas (PI)	1,31	26,38	19,40	0,97
Juazeiro do Piauí (PI)	1,22	5,07	2,57	0,40
Júlio Borges (PI)	0,05	5,34	4,76	8,02
Jurema (PI)	0,00	17,05	4,58	6,19
Lagoa de São Francisco (PI)	3,87	11,83	6,47	2,06
Lagoa do Barro do Piauí (PI)	0,74	1,60	15,17	4,01

Lagoa do Piauí (PI)	3,43	3,84	23,13	2,41
Lagoa do Sítio (PI)	4,46	8,63	4,70	7,93
Luís Correia (PI)	5,56	6,61	21,46	3,35
Manoel Emídio (PI)	0,30	5,44	10,33	6,70
Massapê do Piauí (PI)	0,47	5,40	14,62	0,78
Milton Brandão (PI)	2,27	5,08	23,74	0,00
Monsenhor Gil (PI)	1,98	6,21	8,89	2,42
Monsenhor Hipólito (PI)	18,20	16,96	21,63	2,67
Morro Cabeça no Tempo (PI)	0,00	7,26	8,36	7,39
Nazaré do Piauí (PI)	0,60	7,44	55,07	4,13
Nossa Senhora de Nazaré (PI)	0,60	2,09	38,66	0,00
Nova Santa Rita (PI)	0,00	8,64	3,12	1,43
Novo Oriente do Piauí (PI)	0,65	6,85	20,33	3,51
Novo Santo Antônio (PI)	0,00	0,31	0,00	2,97
Oeiras (PI)	1,34	8,72	10,44	1,46
Paes Landim (PI)	0,31	8,42	14,84	13,16
Pajeú do Piauí (PI)	0,34	5,54	2,09	0,00
Palmeira do Piauí (PI)	3,28	20,74	13,11	0,84
Paquetá (PI)	2,00	13,59	37,95	5,61
Parnaguá (PI)	0,02	1,80	12,68	3,71
Parnaíba (PI)	12,20	5,71	12,98	2,71
Passagem Franca do Piauí (PI)	0,42	1,43	9,33	0,00
Patos do Piauí (PI)	1,05	9,10	27,09	4,55
Pau D'Arco do Piauí (PI)	2,05	3,13	19,37	1,25
Paulistana (PI)	0,32	4,69	13,69	8,24
Pavussu (PI)	0,82	14,64	10,08	1,23
Pedro II (PI)	2,41	7,97	4,11	0,17
Pedro Laurentino (PI)	0,50	1,35	35,86	3,57
Picos (PI)	2,31	23,12	18,70	3,08
Pimenteiras (PI)	1,26	2,30	6,95	3,05
Pio IX (PI)	15,47	6,47	13,32	11,89
Piracuruca (PI)	2,42	8,78	13,09	1,96
Piripiri (PI)	2,45	7,75	14,62	3,40
Prata do Piauí (PI)	0,24	3,65	19,13	0,20
Queimada Nova (PI)	0,38	6,52	2,47	4,46
Redenção do Gurguéia (PI)	0,05	5,35	13,98	0,89
Regeneração (PI)	0,22	25,07	7,83	6,39
Riacho Frio (PI)	0,00	2,30	16,36	5,34
Ribeira do Piauí (PI)	0,05	0,85	15,62	0,00
Rio Grande do Piauí (PI)	0,50	16,39	3,53	1,74
Santa Cruz do Piauí (PI)	0,96	12,72	32,89	1,07
Santa Cruz dos Milagres (PI)	0,26	0,15	28,58	0,00
Santo Antônio dos Milagres (PI)	3,70	19,35	0,00	7,69
Santo Inácio do Piauí (PI)	1,07	5,20	52,43	2,69

São Francisco de Assis do Piauí (PI)	0,18	3,95	33,87	4,27
São Francisco do Piauí (PI)	0,25	13,48	28,96	7,77
São Gonçalo do Gurguéia (PI)	0,21	16,98	13,85	0,57
São Gonçalo do Piauí (PI)	4,59	31,23	0,00	13,74
São João da Fronteira (PI)	0,84	1,34	19,02	1,50
São João da Serra (PI)	0,04	0,66	0,00	1,58
São João do Piauí (PI)	0,00	4,43	20,29	0,98
São José do Divino (PI)	0,32	3,58	17,48	2,64
São José do Peixe (PI)	0,12	10,21	13,41	0,55
São José do Piauí (PI)	7,99	31,51	8,12	3,67
São Lourenço do Piauí (PI)	0,13	5,84	17,12	0,78
São Luis do Piauí (PI)	0,00	11,59	4,14	8,46
São Miguel da Baixa Grande (PI)	0,00	8,42	43,36	0,00
São Miguel do Tapuio (PI)	0,48	11,47	0,00	4,87
São Pedro do Piauí (PI)	0,77	17,09	6,23	0,92
São Raimundo Nonato (PI)	1,77	13,13	18,96	1,57
Sebastião Barros (PI)	0,00	3,23	13,64	7,34
Sebastião Leal (PI)	0,01	35,96	3,07	0,40
Sigefredo Pacheco (PI)	1,14	3,13	22,01	0,00
Simões (PI)	0,41	12,92	11,41	8,46
Simplício Mendes (PI)	0,62	8,13	15,27	2,82
Tamboril do Piauí (PI)	0,38	15,75	3,97	8,32
Teresina (PI)	10,58	3,82	15,44	0,23
Valença do Piauí (PI)	2,97	4,81	10,14	0,00
Várzea Branca (PI)	0,08	13,89	0,30	1,26
Várzea Grande (PI)	0,25	11,29	10,32	6,32
Vera Mendes (PI)	0,34	11,14	15,96	1,51
Vila Nova do Piauí (PI)	1,67	14,54	11,50	19,75
Wall Ferraz (PI)	2,61	16,68	22,81	0,00
Acarí (RN)	0,29	1,64	10,63	0,00
Açu (RN)	2,89	7,70	40,17	0,73
Afonso Bezerra (RN)	2,13	8,55	28,54	1,54
Alto do Rodrigues (RN)	11,31	7,57	26,47	6,53
Angicos (RN)	0,07	6,71	29,79	0,00
Apodi (RN)	6,05	16,41	21,42	2,56
Areia Branca (RN)	6,85	9,63	18,42	1,75
Augusto Severo (RN)	0,25	2,56	38,96	1,19
Baraúna (RN)	5,95	19,10	41,60	0,43
Bento Fernandes (RN)	0,20	8,71	29,35	0,31
Bom Jesus (RN)	1,78	14,38	51,57	0,95
Caiçara do Norte (RN)	2,70	9,61	29,97	0,00
Caiçara do Rio do Vento (RN)	0,04	3,39	7,78	0,88
Caicó (RN)	0,24	2,71	20,56	3,06
Campo Redondo (RN)	1,49	15,03	45,53	4,89

Caraúbas (RN)	0,76	7,67	37,34	3,67
Carnaúba dos Dantas (RN)	0,18	3,83	30,20	0,00
Carnaubais (RN)	3,36	5,34	16,62	1,07
Coronel João Pessoa (RN)	1,35	10,18	11,31	4,35
Cruzeta (RN)	0,44	7,86	16,74	0,07
Currais Novos (RN)	0,35	1,41	30,57	0,00
Doutor Severiano (RN)	0,37	9,41	8,37	1,89
Equador (RN)	1,53	0,46	1,98	2,74
Florânia (RN)	0,46	5,82	18,13	0,12
Frutuoso Gomes (RN)	1,12	11,46	19,78	0,22
Governador Dix-Sept Rosado (RN)	0,38	11,20	3,94	0,00
Grossos (RN)	0,24	4,50	48,40	0,61
Ielmo Marinho (RN)	1,08	12,82	36,25	4,01
Ipanguaçu (RN)	12,93	7,23	15,09	0,00
Itaú (RN)	1,83	10,19	52,57	0,00
Jaçanã (RN)	10,66	11,22	13,86	14,98
Jandaíra (RN)	0,58	10,98	35,89	5,39
Januário Cicco (RN)	1,83	27,26	46,20	0,00
Jardim de Angicos (RN)	0,20	1,73	7,74	0,00
Jardim de Piranhas (RN)	0,30	3,81	9,96	0,00
Jardim do Seridó (RN)	0,22	7,73	67,26	0,00
João Câmara (RN)	1,75	8,57	10,89	13,79
Jucurutu (RN)	0,23	3,37	16,26	4,55
Lagoa de Pedras (RN)	5,72	21,91	27,27	6,05
Lagoa de Velhos (RN)	0,00	8,78	40,06	0,00
Lagoa Nova (RN)	22,94	43,83	6,31	1,24
Lajes (RN)	0,64	6,13	35,00	0,00
Macaíba (RN)	9,47	18,52	18,14	2,33
Major Sales (RN)	0,56	20,30	33,25	0,00
Martins (RN)	1,36	8,55	39,36	0,00
Monte Alegre (RN)	4,15	13,15	42,93	6,61
Mossoró (RN)	1,55	20,17	25,96	1,61
Nova Cruz (RN)	1,35	16,42	28,45	3,48
Olho d'Água do Borges (RN)	2,12	8,40	50,52	0,00
Paraú (RN)	0,05	3,13	6,93	2,34
Passa e Fica (RN)	0,33	38,78	43,76	0,00
Patu (RN)	0,07	7,28	50,73	2,06
Pedra Grande (RN)	2,59	8,86	28,34	0,00
Pedro Avelino (RN)	0,06	4,62	34,32	0,00
Pendências (RN)	0,83	0,40	40,80	25,40
Pureza (RN)	9,95	14,47	20,82	4,51
Rafael Godeiro (RN)	0,00	10,74	60,17	0,00
Riacho de Santana (RN)	0,78	12,02	27,40	0,56
Santa Cruz (RN)	0,48	4,07	36,17	14,08
Santana do Matos (RN)	0,85	5,38	34,08	2,73

Santana do Seridó (RN)	0,90	0,14	0,42	12,83
Santo Antônio (RN)	1,65	13,15	39,26	15,55
São Fernando (RN)	0,01	2,63	25,02	0,00
São Francisco do Oeste (RN)	0,29	12,38	37,14	0,00
São João do Sabugi (RN)	0,02	3,00	3,96	1,46
São José do Campestre (RN)	0,13	7,40	58,36	1,20
São José do Seridó (RN)	0,33	6,11	24,30	0,17
São Miguel (RN)	0,00	31,80	16,31	3,28
São Miguel do Gostoso (RN)	6,06	7,47	9,95	0,00
São Paulo do Potengi (RN)	0,37	7,71	40,02	8,09
São Pedro (RN)	0,52	11,46	43,01	0,00
São Tomé (RN)	0,32	4,10	32,15	3,49
São Vicente (RN)	3,30	6,88	8,77	0,00
Senador Elói de Souza (RN)	2,27	13,08	56,37	0,00
Serra Caiada (RN)	1,19	17,10	38,56	12,03
Serra de São Bento (RN)	4,38	17,07	58,91	0,19
Serrinha (RN)	1,08	11,10	52,25	3,42
Severiano Melo (RN)	11,12	8,77	32,95	0,47
Sítio Novo (RN)	0,86	4,68	51,63	4,48
Timbaúba dos Batistas (RN)	0,00	3,42	34,88	0,00
Touros (RN)	18,13	13,26	6,98	7,48
Triunfo Potiguar (RN)	0,21	2,75	28,67	0,00
Umarizal (RN)	1,52	10,08	26,68	1,08
Upanema (RN)	1,10	13,93	41,55	0,00
Várzea (RN)	6,69	4,94	61,59	9,51
Venha-Ver (RN)	0,59	21,08	12,80	10,00
Aquidabã (SE)	0,55	7,90	44,27	9,55
Canindé de São Francisco (SE)	1,05	6,95	56,27	0,34
Macambira (SE)	0,20	20,06	5,33	0,80
Nossa Senhora da Glória (SE)	0,29	23,84	39,98	5,83
Nossa Senhora das Dores (SE)	1,98	7,39	5,88	15,81
Poço Redondo (SE)	0,50	16,18	42,75	4,03
Ribeirópolis (SE)	0,54	18,60	24,82	2,48
Simão Dias (SE)	1,23	25,77	27,51	0,98
Tobias Barreto (SE)	0,44	7,03	24,85	8,26

APÊNDICE B - KMO E TESTE DE ESFERICIDADE DE BARTLETT'S**KMO and Bartlett's Test**

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,526
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	3647,198
	df	276
	Sig.	0,000

APÊNDICE C - VARIÂNCIA TOTAL EXPLICADA

Total Variance Explained									
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,533	10,554	10,554	2,533	10,554	10,554	1,955	8,146	8,146
2	1,832	7,635	18,189	1,832	7,635	18,189	1,800	7,500	15,646
3	1,758	7,324	25,513	1,758	7,324	25,513	1,722	7,174	22,820
4	1,669	6,952	32,466	1,669	6,952	32,466	1,549	6,453	29,273
5	1,472	6,133	38,599	1,472	6,133	38,599	1,506	6,273	35,546
6	1,425	5,937	44,536	1,425	5,937	44,536	1,496	6,235	41,781
7	1,243	5,178	49,714	1,243	5,178	49,714	1,429	5,952	47,733
8	1,123	4,679	54,393	1,123	4,679	54,393	1,400	5,834	53,567
9	1,099	4,578	58,971	1,099	4,578	58,971	1,173	4,889	58,456
10	1,040	4,335	63,306	1,040	4,335	63,306	1,164	4,850	63,306
11	,976	4,066	67,372						
12	,914	3,807	71,179						
13	,876	3,652	74,831						
14	,853	3,555	78,386						
15	,757	3,154	81,540						
16	,724	3,018	84,558						
17	,646	2,691	87,249						
18	,619	2,578	89,827						
19	,581	2,421	92,249						
20	,538	2,244	94,492						
21	,404	1,684	96,177						
22	,382	1,593	97,770						
23	,286	1,193	98,963						
24	,249	1,037	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

APÊNDICE D - IDENTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS PARA CADA FATOR

	Componente									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Proporção de aplicação de calcário ou outros corretivos do solo - sim (estabelecimento)	,815	-,128	-,103							
Proporção de adubação - sim, adubação química (estabelecimento)	,721					-,129		,122		
Proporção irrigação (estabelecimento)	,687		,104	-,248		,235				
Proporção dos que não fazem reflorestamento para proteção de nascentes (estabelecimento)		,909								
Proporção dos que não fazem proteção e/ou conservação de encostas (estabelecimento)		,902							,148	
Proporção de caprino por número de cabeça por área			,878	,126	-,108					
Proporção de ovino por número de cabeça por área			,852		,130			,143		
Proporção dos que não fazem pousio ou descanso de solos (estabelecimento)		,105		,645				-,120	,192	
Proporção do uso de agrotóxicos - sim (estabelecimento)	,247			-,604	,273		,152		,211	,144
Proporção dos que não fazem cultivo mínimo (estabelecimento)			,138	,591		,109		,429		
Proporção dos que não fazem rotação de culturas (estabelecimento)	-,297		,112	,400		,226		-,264	,193	,205
Proporção de pastagens naturais (hectare)	-,136				,736	,135		,103		,174
Proporção de bovino por número de cabeça por área					,703	-,165		,106	,146	-,281
Proporção dos que não fazem recuperação de mata ciliar (estabelecimento)	-,110	,141	,160	-,284	-,441		,292	,414		
Proporção de lavouras temporárias (hectare)			,112	-,152	,112	-,774	-,106	,214	,162	
Proporção dos que não fazem área com plantio direto na palha (hectare)			,110			,746	-,102	,169	,194	-,108
Proporção de madeira em tora (estabelecimento)			,118				,813			
Proporção de lenha (estabelecimento)			-,100		-,113		,775			
Proporção de cultivo convencional (estabelecimento)					,121			,831		
Proporção de lavouras permanentes (HA)	,176		,115	,105	-,130	-,185	-,181	-,312	,574	-,142
Proporção dos que não fazem estabilização de voçorocas (estabelecimento)	-,145	,106	-,107	,124		,134		,111	,558	,130
Proporção dos que não fazem manejo florestal (estabelecimento)					-,137			,212		,627
Proporção de pastagens plantadas em más condições (hectare)			-,133	,113	-,223	,220	-,103	,166	-,230	-,608
Proporção dos que não fazem plantio em nível (estabelecimento)	-,138	,242	,161			,209	-,165	-,117	-,233	,394