



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS - CFCH
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGeo

VÁLTER CARDOSO TAVARES

**ESTIMATIVA DE EROÇÃO DOS SOLOS E SUA COMPARAÇÃO COM A
APTIDÃO AGRÍCOLA NA MICROBACIA DO RIO BOA VISTA – QUEIMADAS/ PB**

RECIFE

2020

VÁLTER CARDOSO TAVARES

**ESTIMATIVA DE EROÇÃO DOS SOLOS E SUA COMPARAÇÃO COM A
APTIDÃO AGRÍCOLA NA MICROBACIA DO RIO BOA VISTA – QUEIMADAS/ PB**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito à obtenção de título de doutor em Geografia.

Área de Concentração: Regionalização e Análise Regional

Linha de Pesquisa: Análise, Conservação e Monitoramento de Ecossistemas

Prof^a. Dr^a. Danielle Gomes da Silva Listo

RECIFE

2020

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva, CRB4-1291

T231e Tavares, Válder Cardoso.
 Estimativa de erosão dos solos e sua comparação com a aptidão agrícola na
 microbacia do Rio Boa Vista – Queimadas/PB / Válder Cardoso Tavares. – 2020.
 165 f. : il. ; 30 cm.

 Orientadora: Prof^a. Dr^a. Danielle Gomes da Silva Listo.
 Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de
 Pós-Graduação em Geografia, Recife, 2020.
 Inclui referências, apêndice e anexo.

 1. Geografia. 2. Solos – Erosão. 3. Solos – Composição. 4. Solos – Degradação.
 5. Desertificação. I. Listo, Danielle Gomes da Silva (Orientadora). II. Título.

910 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2021-037)

VÁLTER CARDOSO TAVARES

**ESTIMATIVA DE EROSÃO DOS SOLOS E SUA COMPARAÇÃO COM A
APTIDÃO AGRÍCOLA NA MICROBACIA DO RIO BOA VISTA – QUEIMADAS/PB**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de doutor em geografia.

Aprovada em: 11/09/2020.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Danielle Gomes da Silva Listo (Orientadora – Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Renata Nunes Azambuja (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Sergipe

Profa. Dra. Janaína Barbosa da Silva (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Rodrigo Dutra Gomes (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Lucas Costa de Souza Cavalcanti (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

RESUMO

O presente trabalho aborda a estimativa de erosão dos solos e sua comparação com a aptidão agrícola na microbacia do Rio Boa Vista – Queimadas/ PB. O processo erosivo natural e, sobretudo, antrópico provoca significativas alterações na composição do solo. Ao longo de toda a Bacia é possível identificar o nível de assoreamento do Rio ocasionado pela erosão do solo, sobretudo a erosão laminar. A ação humana, portanto, acelera e intensifica o processo erosivo, tendo como consequências a redução da fertilidade do solo e das áreas disponíveis para a agricultura, o assoreamento dos rios, os impactos deletérios na produção agrícola e na qualidade de vida dos agricultores, entre outras. Nesse sentido, a desertificação se associa ao fator erosivo do solo visto que a mesma é entendida como a degradação das terras áridas, semiáridas e subúmidas secas. Este trabalho tem como objetivo principal realizar a mensuração da taxa de erosão do solo e analisar a deposição de sedimentos no leito da Bacia do Rio Boa Vista através da USLE e estabelecer uma relação com o fenômeno da desertificação. Em que pese a metodologia, lançou-se USLE, da análise química do solo, do NDVI e de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, no que diz respeito ao uso e ocupação do solo. Ademais, foi realizada a análise química do solo, o diagnóstico ambiental e o plano de manejo da área de estudo. Os mapas do NDVI e de uso e ocupação do solo permitiram identificar a grande quantidade de solo exposto e, por outro lado, a presença cada vez mais escassa de vegetação nativa. Em relação à fertilidade dos solos da Bacia em estudo, oito propriedades amostradas apresentaram um pH aceitável ao desenvolvimento das culturas, com exceção de uma propriedade, onde o pH apresentou-se levemente básico, mas sem maiores problemas para o desenvolvimento das plantas. Em que pese o teor de Cálcio (Ca) nos solos, todas as propriedades amostradas apresentaram teor deste nutriente apropriado para o desenvolvimento das culturas. No que tange ao Magnésio (Mg), somente uma propriedade apresentou teor deste nutriente abaixo do recomendável. O Potássio (K), por sua vez, foi encontrado em concentrações recomendadas para o desenvolvimento das plantas em apenas duas propriedades. No que concerne ao Fósforo (P) e a Matéria Orgânica, somente duas propriedades apresentaram valores adequados, respectivamente. Em relação ao nível de Sódio (Na) no solo, nenhuma propriedade apresentou valores considerados tóxicos para o desenvolvimento das culturas (i.e. acima de 1%), não obstante uma das propriedades encontrar-se no limiar. Já o Alumínio não foi encontrado em nenhuma propriedade amostrada. Este fato é sobremaneira relevante, pois este nutriente é tóxico para as plantas e inibe o seu desenvolvimento. Por último, a Percentagem de Saturação por Base (V%), a qual determina se um solo é eutrófico ou distrófico, apresentou valores superiores a 70% - sinalizando, assim, que os solos da Bacia estudada são considerados férteis. Destarte, é possível inferir que não há desertificação na Bacia em questão com base no conceito da FAO.

Palavras-chave: Erosão do solo. Desertificação. Degradação das terras.

ABSTRACT

The present work addresses the estimate of soil erosion and its comparison with agricultural suitability in the Boa Vista River Basin - Queimadas / PB and its interrelation with desertification. The natural and, above all, anthropic erosive process causes significant changes in the composition of the soil. Throughout of whole Basin, it is possible to identify the level of silting of the River caused by soil erosion, especially laminar erosion. Human action, therefore, accelerates and intensifies the erosion process, resulting in the reduction of soil fertility and areas available for agriculture, the silting of rivers, the deleterious impacts in agricultural production and the quality of life of farmers, among others. In this sense, desertification is associated with the soil erosion factor, since it is understood as the degradation of arid, semi-arid and sub-humid dry lands. This work has as main objective to measure the rate of soil erosion and to analyze the deposition of sediments in the bed of the River Basin Boa Vista through the USLE and to establish a relationship with the phenomenon of desertification. In spite of the methodology, were used the USLE, the chemical soil analysis, NDVI and remote sensing and geoprocessing, with regard to land use and occupation. In addition, chemical analysis of the soil, environmental diagnosis and management plan of the study area were carried out. The NDVI and land use and occupation maps made it possible to identify the large amount of exposed soil and, on the other hand, the increasingly scarce presence of native vegetation. Regarding to the fertility of the soils of the Basin in study, eight properties sampled showed an acceptable pH for the development of the crops, with the exception of one property, where the pH was slightly basic, but without major problems for the development of the plants. Despite the calcium content (Ca) in soils (Ca) in the soils, all the properties sampled had content of this nutrient appropriate for the development of the cultures. Regarding Magnesium (Mg), one property had a lower content of this nutrient than recommended. Potassium (K), in turn, was found in concentrations recommended for the development of plants in only two properties. Regarding Phosphorus (P) and Organic Matter, only two properties showed adequate values, respectively. Regarding the level of sodium (Na) in the soil, any properties presented values considered toxic for the development of the crops (i.e. above 1%), despite one of the properties being at the threshold. Aluminum was not found in any sampled property. This fact is extremely relevant, as this nutrient is toxic to plants and inhibits their development. Finally, the Base Saturation Percentage (V%), which determines whether a soil is eutrophic or dystrophic, showed values above 70% - thus signaling that the soils in the studied Basin are considered fertile. Thus, it is possible to infer that there is no desertification in the Basin in question based on the FAO concept.

Keywords: Soil erosion. Desertification. Land degradation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Concepção de geossistema segundo Bertrand	22
Figura 2 - Distribuição das Terras Secas do Planeta de Acordo com as Zonas de Aridez.....	35
Figura 3 - As Áreas Suscetíveis à Desertificação.....	47
Figura 4 - Os núcleos de Desertificação	49
Figura 5 - Localização da Área de Estudo.....	71
Figura 6 - Foto do Antigo Açude de Queimadas – PB.....	73
Figura 7 - Tomada aérea do município de Queimadas - PB.....	73
Figura 8 - Formação geológica do município de Queimadas – PB.....	80
Figura 9 - Mapa litológico da Bacia do Rio Boa Vista	81
Figura 10 - Processo de extração de rochas para a construção civil.....	82
Figura 11- Mapa geomorfológico do Município de Queimadas	83
Figura 12 - Complexo Pedra do Touro na Serra de Bodopitá	84
Figura 13 - Mapa hipsométrico da Bacia do Rio Boa Vista.....	85
Figura 14 - Mapa dos solos da Bacia do Rio Boa Vista.....	86
Figura 15- Mapa de isoietas de Bacia do Rio Boa Vista.....	88
Figura 16 - Mapa de drenagem Bacia do Rio Boa Vista	91
Figura 17 - Plantação de Algaroba às margens da Bacia do Rio Boa Vista.....	92
Figura 18 - Caleta de solo em campo	101
Figura 19 - Mapas de uso e ocupação dos solos da Bacia do Rio Boa Vista referente ao ano de 1988.....	107
Figura 20 - Mapas de uso e ocupação dos solos da Bacia do Rio Boa Vista ao ano de 1998.....	109
Figura 21 - Mapas de uso e ocupação dos solos da Bacia do Rio Boa Vista referente ao ano de 2008.....	111
Figura 22 - Mapas de uso e ocupação dos solos da Bacia do Rio Boa Vista referente ao ano de 2019.....	113
Figura 23 A-B-C: Trechos de sedimentação da Bacia do Rio Boa Vista.....	115
Figura 24 - A-B-C - Diferentes tipos de cultivo ao longo da Bacia do Rio Boa Vista	116
Figura 25 - Barramento do Açude do Sr. José Maria	118
Figura 26 - Barramento da propriedade do Sr. José Carlos do Rêgo	119
Figura 27 - Canal de drenagem tomado pela sedimentação devido ao barramento	120
Figura 28 - Barramento Olho D'água Salgado	121

Figura 29 - Barramento do Açude do Brito	122
Figura 30 - Mapa do NDVI da Bacia do Rio Boa Vista.....	123
Figura 31 - Mapa de perda de solo da Bacia do Rio Boa Vista.....	126
Figura 32 - Degradação do solo a Serra de Bodopitá.....	127
Figura 33 - Efeito do pH do solo sobre a disponibilidade dos nutrientes essenciais às raízes das plantas cultivadas	130

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Uso e ocupação dos solos da Bacia Boa Vista referente ao ano de 1988 (%).....	108
Gráfico 2 – Uso e ocupação dos solos da Bacia Boa Vista referente ao ano de 1998 (%).....	110
Gráfico 3 – Uso e ocupação dos solos da Bacia Boa Vista referente ao ano de 2008 (%).....	112
Gráfico 4 – Uso e ocupação dos solos da Bacia Boa Vista referente ao ano de 2019 (%).....	114

LISTA DE QUADROS

Quadro1- Principais Acontecimentos Internacionais e Nacionais de Combate à Desertificação	36
Quadro 2 - As principais causas da desertificação no Brasil.....	41
Quadro 3 - As Seis Áreas Piloto Estudadas por Vasconcelos Sobrinho	50
Quadro 4 - Os Núcleos de Desertificação Reconhecidos pelo MMA	51
Quadro 5 - Crescimento da população de Queimadas nos períodos de 1970 a 2006.....	74
Quadro 6 - Índice de Desenvolvimento Humano do Município de Queimadas – PB.....	75
Quadro 7 - Composição setorial do PIB/ 2001 a 2005 de Queimadas	76
Quadro 8 - PIB e PIB per capita do Município de Queimadas (2001 – 2005).....	76
Quadro 9 - Espécies da flora da Caatinga localizadas no município de Queimadas/PB.....	77
Quadro 10 - Classificação da Caatinga segundo aspectos fisionômicos	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação de classes para o Mapa de IDVI.....	94
Tabela 2 - Resultado da análise do solo da Bacia do Rio Boa Vista.....	128
Tabela 3 - Análise do Ca no solo da Bacia do Rio Boa Vista	130
Tabela 4 - do Mg no solo da Bacia do Rio Boa Vista	131
Tabela 5 - Análise do Na no solo da Bacia do Rio Boa Vista	132
Tabela 6 - Análise do K no solo da Bacia do Rio Boa Vista.....	132
Tabela 7 - Análise do P no solo da Bacia do Rio Boa Vista	133
Tabela 8 - Análise do Al no solo da Bacia do Rio Boa Vista.....	134
Tabela 9 - Análise da M.O no solo da Bacia do Rio Boa Vista	135
Tabela 10 - Percentagem (%) de Saturação por Bases (V).....	136

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

MA	Millennium Ecosystem Assessment
UNEP	United Nations on Environment Programme
USLE	Universal Soil Loss Equation
EUPS	Equação Universal de Perda de Solo
NRSDC	National Runoff and Soil Data Center
UNCOD	United Nations Conference on Desertification
COP 3	Conference of Parties
PAN-BRASIL	Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development
UNCCD	United Nations to Combat Desertification
IPS	Inter Press Service
IA	Índice de Aridez
SUDENE	Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste
IBDF	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
EMATER	Empresa Brasileira de Extensão Rural
BNDES	
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos
PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
IOCS	Instituto nacional de Obras contra às Secas
DNOCS	Departamento Nacional de Obras contra as Secas
ASA	Articulação no Semiárido Brasileiro
P1MC	Programa Um Milhão de Cisternas
P1+2	Uma Terra e Duas Águas
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
PAD	Programa Água Doce
PISF	Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ANA	Agência Nacional das Águas

AESA	Agência Executiva das Águas do Estado da Paraíba
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
CPRM	Secretaria de Geologia e Transformação Mineral
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
DOL	Distúrbios Ondulatórios de Leste
VCAS	Ciclônicos de Ar Superior
FF	Frentes Frias
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
CO	Carbono Orgânico
MA	Matéria Orgânica
pH	Potencial Hidrodeniônico
Ca	Cálcio
Mg	Magnésio
Na	Sódio
K	Potássio
P	Fósforo
Al	Alumínio
V (%)	Porcentagem de Saturação por Bases

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	19
2.1	Objetivo Geral	19
2.2	Objetivos específicos	19
3	HIPÓTESE.....	20
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
4.1	Abordagem (geo) sistêmica	21
4.2	Processos erosivos no Semiárido Brasileiro	24
4.3	A produção de sedimentos em bacias hidrográficas.....	27
4.4	Os barramentos antrópicos ao longo das bacias hidrográficas no Semiárido.....	29
4.5	Desertificação: gênese e definição	32
4.6	Causas e corolários da desertificação	40
4.7	A relação entre desertificação e degradação das terras	43
4.8	Desertificação e variabilidade climática no Semiárido brasileiro	44
4.9	Áreas suscetíveis à desertificação e os núcleos de desertificação no Brasil	46
4.10	Política pública no Semiárido e o meio ambiente	52
4.11	Políticas públicas para a agricultura familiar no Semiárido	55
4.12	Políticas de recursos hídricos para o Semiárido	61
4.13	Gerenciamento dos recursos hídricos no Semiárido.....	64
4.14	Gestão dos recursos hídricos na Paraíba.....	68
5	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	70
5.1	Localização geográfica e origem do Município de Queimadas - PB	70
5.2	Aspectos socioeconômicos	74
5.3	A Vegetação	77
5.4	Geologia	79

5.5	Pedologia	86
5.6	Clima	87
5.7	Hidrografia	90
6	METODOLOGIA.....	93
6.1	Mapas do NDVI	93
6.2	A USLE e sua compreensão metodológica	95
6.3	Os procedimentos da análise química do solo.....	101
6.4	A percepção ambiental	104
6.5	Uso e ocupação do solo	105
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES	107
7.1	Uso e ocupação do solo da Bacia do Rio Boa Vista.....	107
7.2	Os barramentos na Bacia do Rio Boa Vista.....	117
7.3	NDVI da Bacia do Rio Boa Vista.....	122
7.4	Equação Universal de Perda de Solos (USLE/ EUPS).....	125
7.5	O diagnóstico da química do Solo da Bacia do Rio Boa Vista	128
7.6	pH (Potencial Hidrodeniônico).....	129
7.7	Cálcio (Ca).....	130
7.8	Magnésio (Mg)	131
7.9	Sódio (Na)	132
7.10	Potássio (K)	132
7.11	Fósforo (P).....	133
7.12	Alumínio (Al)	134
7.13	Matéria Orgânica (MO).....	134
7.14	Porcentagem (%) de Saturação por Bases (V).....	135
7.15	Erosão e a fertilidade do solo	136
7.16	A percepção dos agricultores da Bacia do Rio Boa Vista	138
8	PROPOSTA DE PLANO DE MANEJO PARA A BACIA DO RIO	

	BOA VISTA.....	141
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	144
	REFERÊNCIAS	146
	APÊNDICE A - DIAGNÓSTICO SÓCIO-AMBIENTAL DA MICROBACIA	
	DO RIO BOA VISTA, QUEIMADAS-PB.....	163
	ANEXO A – ANÁLISE QUÍMICA DE SOLO.....	165

1 INTRODUÇÃO

O processo erosivo natural e, sobretudo antrópico, provoca significativas alterações na composição do solo. O mesmo sofre influência da dinâmica climática, da intensidade e da distribuição anual da chuva; das propriedades e das características do solo e das condições topográficas - no que tange o comprimento de rampa e da declividade. A ação humana pode acelerar e intensificar o processo erosivo, tendo como consequências a redução da fertilidade do solo e das áreas disponíveis para a agricultura, o assoreamento dos rios, em razão da carga de sedimentação oriundas das encostas, os impactos deletérios na produção agrícola e na qualidade de vida dos agricultores, entre outras (DEMARCHI, 2012).

Nesse sentido, a desertificação se associa ao fator erosivo do solo visto que a mesma é entendida como “a degradação das terras em áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas resultantes de vários fatores, incluindo variações climáticas e atividades humanas (UNCCD, 2006, p. 209). De acordo com o *Millennium Ecosystem Assessment* – MA (2005) entre 10 e 20% das terras secas (áridas, semiáridas e subúmidas secas, incluindo as hiperáridas também), em escala mundial, já se encontram degradadas por meio de ações antrópicas.

Segundo a *United Nations on Environment Programme* – UNEP¹ (2003) os fatores que mais contribuem para a degradação das terras dizem respeito ao sobrepastoreio, ao desmatamento, à gestão inadequada de agricultura, ao consumo de lenha, entre outros.

Nesta pesquisa, optou-se pelo conceito da FAO (1980) em que pese à degradação das terras, visto que a mesma se confunde com o próprio conceito de desertificação estabelecido pela UNCCD (2006). De acordo com a FAO a degradação de terras corresponde à deterioração ou a “perda total da capacidade dos solos” em vista do uso presente e futuro destes.

De acordo com Bertone e Lombardi Neto (1999), a erosão hídrica dos solos e a consequente deposição de sedimentos decorrem de processos naturais, mas estão sendo agravados pela ação antrópica através do desmatamento, uso intensivo do solo e pelas práticas de manejo agrícolas insustentáveis. Não obstante essas atividades provocarem a degradação do solo in situ, os problemas delas decorrentes desencadeiam inconvenientes fora da área erodida (e.g. assoreamento de canais fluviais, diminuição da vida útil de reservatórios, etc.). Ademais, a acumulação de sedimentos em corpos hídricos afeta a qualidade da água (CLARK, 1985; RITCHIE E MCHENRY, 1990).

¹ Programa das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente – PNUD.

Já segundo Cantalice (2002) a erosão laminar é uma das formas de erosão mais deletérias ao solo, pois remove a camada mais superficial do mesmo – onde se encontra a Matéria Orgânica (MO), os nutrientes e os insumos agrícolas – e altera as condições para a ocorrência dos processos microbianos que incidem na fertilidade do solo.

Bernard e Liavri (2000) asseveram que os custos econômicos provenientes dos impactos erosivos somam a importância de U\$ 400 bilhões de dólares por ano, em escala global. Desta feita, o panorama atual de degradação das terras exige o desenvolvimento de modelos de predição e quantificação das perdas de solo por erosão que permitam a adoção de sistemas de cultivo e de manejo do solo, bem como práticas conservacionistas adequadas que atenuem o processo de degradação e, por conseguinte, aumentem a produtividade agrícola e a renda no campo.

Nessa direção, fez-se mister lançar mão do modelo mais conhecido e utilizado na estimativa de erosão, qual seja a *Universal Soil Loss Equation* - USLE (Equação Universal de Perda de Solo – EUPS), a qual foi desenvolvida pelo *National Runoff and Soil Data Center* (Centro Nacional de Dados sobre Escoamento e Solo - Purdue University) nos Estados Unidos, em 1954 e sistematizada por Wischmeier e Smith (1978). Para a aplicação da USLE são levados em consideração as variáveis seguintes: a erosividade da chuva, comprimento de rampa e declividade do terreno, uso e manejo do solo, bem como práticas conservacionistas empregadas.

Além da USLE, técnicas de geoprocessamento (implantadas nos Sistemas de Informação Geográficas – SIGs) são importantes aliadas do planejamento e avaliação do uso e ocupação do solo, permitindo a realização de estimativas de perdas de solos por erosão, a classificação das terras de acordo com a capacidade de uso, etc. (DEMARCHI, 2012). Ademais, a análise química dos solos é de fundamental relevância no que diz respeito à fertilidade e à produtividade dos mesmos e auxiliar nos resultados de outras ferramentas investigativas, no sentido de compreender o processo erosivo dos solos.

A Bacia do Rio Boa Vista, localizada no município de Queimadas/ PB, se situa no âmbito da degradação do solo supracitada (i.e. erosão laminar). Ao longo de toda a microbacia é possível identificar o nível de assoreamento do Rio ocasionado pela erosão do solo, sobretudo a erosão laminar. Destarte, os processos erosivos contribuem para um solo menos permeável, comprometendo a recarga dos sistemas hídricos e desencadeando o assoreamento e, pari passu, o desaparecimento de rios temporários e o declínio da produção agrícola (FIDALGO e ABREU, 2005).

Todo o processo de erosão do solo da Bacia em questão está atrelado às práticas agrícolas não sustentáveis, como o desmatamento e as frequentes “queimadas” que são muito recorrentes na área de estudo. A partir desse pressuposto, é possível elaborar um diagnóstico ambiental da área com base na metodologia supracitada no sentido de realizar um plano de manejo do uso do solo voltado para a preservação ambiental e, concomitantemente, para uma agricultura sustentável. Outrossim, propor políticas hídricas no sentido de recuperar o canal de drenagem da Bacia que encontra-se preenchido pela carga de sedimentação, e criar um canal de participação democrático na tomada de decisões por parte dos agricultores para que haja um dialogo bilateral entre estes e os órgãos competentes.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar a mensuração da taxa de erosão do solo e analisar a deposição de sedimentos no leito da Microbacia do Rio Boa Vista e estabelecer uma relação com a aptidão agrícola da microbacia em questão.

2.2 Objetivos específicos

- Averiguar como é realizado o processo de desmatamento para a implantação da agricultura de sequeiro e, concomitantemente, como ocorre o uso do solo na Bacia do Rio Boa Vista;
- Identificar os barramentos ao longo do canal de drenagem e compreender suas implicações para a dinâmica hídrica da Bacia;
- Realizar o diagnóstico da análise química dos solos da Bacia do Rio Boa Vista no sentido de buscar evidências a cerca da fertilidade e da produtividade dos mesmos;
- Analisar a relação da perda de solos por meio da erosão com a aptidão agrícola dos mesmos na Bacia em questão.

3 HIPÓTESE

Tendo em vista o processo de erosão e sedimentação que acometem a microbacia do Rio Boa Vista, devido ao processo de desmatamento e às queimadas como processo de implantação da agricultura, é possível inferir que a erosão dos solos e, concomitantemente, a degradação dos mesmos contribuem significativamente com a perda total e/ ou parcial da aptidão agrícola dos mesmos.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Abordagem (geo) sistêmica

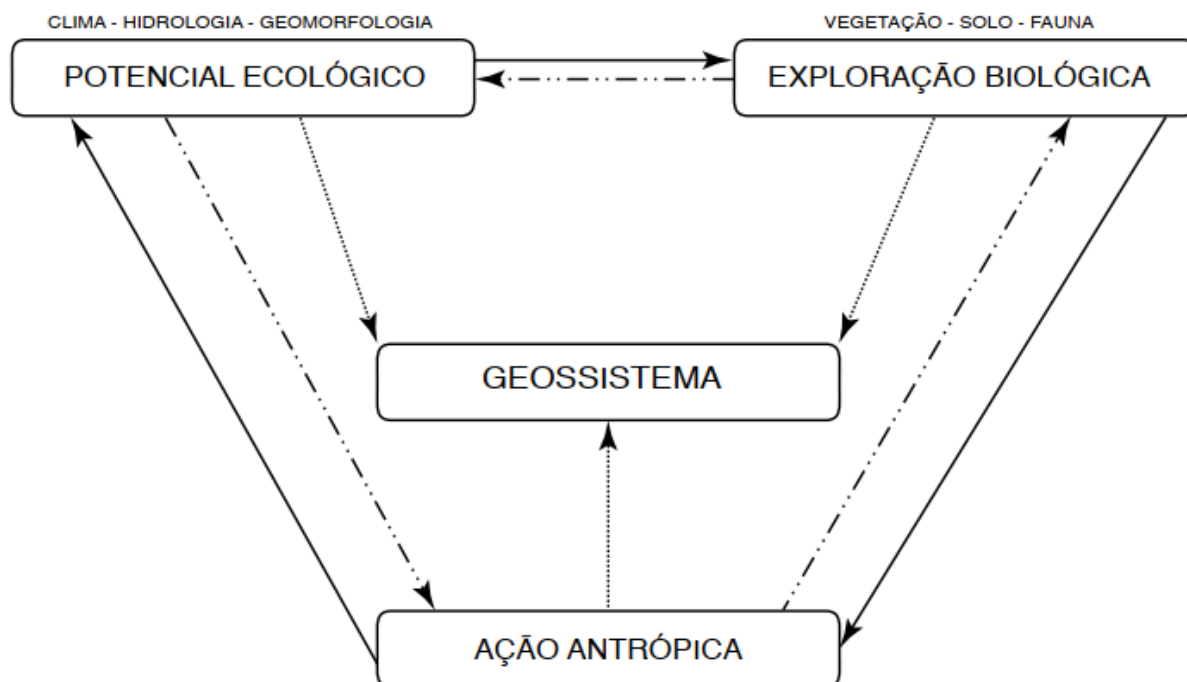
A teoria geossistêmica teve início a partir da proposta do geobotânico russo Viktor Borisovich Sotchava com base em um estudo em 1960, alicerçado na Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1973). Ainda para o autor, a mesma é basilar para o estudo do objeto de pesquisa, considerando a relação dinâmica existente entre os elementos que o compõe. Esta necessidade se apresenta diante da ineficiência teórico-metodológica da ciência cartesiana em apresentar soluções práticas aos problemas socioambientais, haja vista sua abordagem mecanicista e isolada das séries causais. Conforme Rodrigues (2001) a Teoria Geral dos Sistemas consiste na ideia precursora de uma série relevante para os estudos da Geografia Física, visto que a mesma remonta a fase através da qual é iniciada a valorização da mensuração/ quantificação e a incorporação definitiva da dimensão temporal aos estudos em geografia.

A concepção geossistêmica em Sotchava constitui-se em uma tentativa de inter-relacionar e aprofundar os estudos realizados pela Geografia Física, haja vista a tessitura dos geossistemas por meio de sua dinâmica espontânea/ antropogênica e pelo regime natural objetivo até a efetivação de uma integração maior entre os estudos do meio natural e do meio social (MONTEIRO, 2000).

Bertrand (1971) retoma o conceito de geossistema elaborado por Sotchava (1963), incorporando ao mesmo a dimensão da ação antrópica. Dessa forma, o geossistema consiste em uma categoria espacial de componentes, em menor ou maior grau, homogêneos e cuja dinâmica resulta da interação entre o potencial ecológico, a exploração biológica e a ação antrópica.

Segundo Bertrand (1971) a paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados, mas, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpetua evolução. A Figura 1 descreve a concepção de geossistema segundo Bertrand (1971), destacando os fatores de primeira e segunda hierarquia.

Figura 1 - Concepção de geossistema segundo Bertrand



Fonte: Bertrand (2004)

Na Figura 1 observa-se a concepção teórica de geossistema, em evidência o clima, a hidrografia e a geomorfologia como fatores de primeira ordem na hierarquia sistêmica. A ação desses fatores coadunados determina os fatores de segunda ordem, a saber: a vegetação, o solo e a fauna, constituindo o geossistema. A ação antrópica transita nos dois níveis hierárquico, atuando como um fator potencial no sentido de promover alterações na dinâmica desse sistema (SANTOS e GIRÃO, 2015). Ainda de acordo com os autores, o geossistema encontrar-se-á em estado de clímax quando do equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica. Entretanto, este aspecto torna-se improvável de acontecer visto que esses dados sobre a dinâmica desse sistema são sobremaneira instáveis, variando no espaço/ tempo.

A abordagem (geo) sistêmica corresponde ao caminho pelo qual é passível apreender como os elementos físico-químicos se estruturam e funcionam em sua organização espacial (CHRISTOFOLETTI, 1999). Ainda conforme o autor, na composição dos sistemas uma miríade de aspectos são relevantes (i.e. a matéria, a energia e a estrutura).

Para Vicente e Perez Filho (2003) o paradigma sistêmico, nos estudos de geografia, resvala na própria necessidade de reflexão no que tange a inteligibilidade analítica ambiental por meio da interação de seus componentes naturais e antrópicos, resultando em organizações espaço/ temporais. É mister, segundo os autores, estudar os componentes da natureza de

maneira holística e não de forma isolada. Destarte, para Morin (1977) só é possível compreender o sistema tendo em vista o todo integrado, i.e., deve-se depreender a integração das partes e suas inter-relações.

Ainda segundo Morin (op. cit., 1977) para se fazer a abstração do sistema como um todo é necessário a compreensão não tão somente das partes, mas a partir da intensidade das interações e inter-relações que ocorrem entre as mesmas. E para compreender as características constitutivas do sistema é mister que se conheça não apenas as partes isoladamente, mas suas relações e o todo, visto que as partes se sobrepõem (i.e. não são justapostas) à soma das mesmas e é sempre maior que o todo devido as relações, interações e processos que ocorrem entre elas.

Tricart (1977) se refere à abordagem sistêmica como um instrumento lógico de que se dispõe para estudar os problemas do meio ambiente e a dinâmica das paisagens físicas, uma vez que as mesmas fornecem condições de visão do conjunto e a evolução da paisagem.

O estudo geossistêmico constitui um marco inicial em relação aos estudos do meio físico. O artigo “*Paysage et Géographie Physique Globale: esquisse méthodologique*”² do professor francês George Bertrand, publicado em 1968, na França, foi o primeiro a influenciar a comunidade dos geógrafos brasileiros (MONTEIRO, 2000).

Outro aspecto importante em que pese o estudo dos geossistemas diz respeito à distinção conceitual entre “ecossistema” e “geossistema”, retomado por Christofolletti (1997) para o qual os geossistemas apresentam uma expressão espacial na superfície, a qual é dinamizada por meio da interação areal dos fluxos de matéria e energia entre os componentes que o compõe (i.e. sejam bióticos ou abióticos). Destarte, os geossistemas constituem-se em uma tessitura espacial mais abrangente e complexa, comparado aos ecossistemas – entendidos como uma unidade composta de organismos interagindo com o meio ambiente físico – os quais permutam materiais entre seus componentes a partir de fluxos de energia (CHRISTOFOLETTI, op. cit., 1997).

De acordo com Lima (2001) a concepção de geomorfologia está intrinsecamente relacionada à abordagem (geo) sistêmica. Ainda segundo o mesmo autor, as bacias hidrográficas consistem em sistemas abertos que recebem energia por meio de agentes climáticos e perdem energia através do deflúvio, sendo assim descritas em razão de variáveis interdependentes, as quais oscilam em torno de um padrão e, dessa forma, mesmo quando ocorrem perturbações por meio da ação antrópica, encontram-se em equilíbrio dinâmico.

² Paisagem e Geografia Física Global: arcabouço metodológico.

Destarte, qualquer alteração no recebimento ou na liberação de energia (i.e. a modificação na forma do sistema) implica mudança compensatório que tende a minimizar o efeito da modificação e restaurar o estado de equilíbrio dinâmico.

4.2 Processos erosivos no Semiárido Brasileiro

O processo erosivo pelo qual incide no solo constitui uma das formas mais incisivas de degradação das terras e sofre influência direta de vários fatores, quais sejam a topografia, o uso e ocupação das terras e o clima (OLIVEIRA et al., 2009). Para Silva et al. (2012) o estudo da erosão dos solos é sobremaneira relevante, visto que abrange os aspectos socioeconômicos e analisa as perdas de solo em terras agricultáveis, bem como o assoreamento de rios e de reservatórios de água.

Segundo Montenegro et al. (2013) a erosão do solo constitui um fator deletério para o meio ambiente e, desta forma, requer estudos acerca da mesma no sentido de promover a manutenção dos ecossistemas terrestres. Ademais, a gravidade da erosão do solo varia ao longo do tempo e em diferentes localizações na superfície do solo, dependendo de fatores como o clima, o escoamento superficial, a composição do solo, a topografia, a cobertura vegetal, o manejo do solo e as práticas de conservação.

Bertoni e Lombardi Neto (1993) argumentam que os fatores que causam a erosão são manifestados pelas forças ativas, constituídas pela chuva, pela capacidade de infiltração do solo, pela declividade e pelo comprimento de rampa. Outrossim, as forças passivas também podem possibilitar, a depender da situação, a erodibilidade do solo através da densidade da cobertura vegetal e da capacidade do solo em resistir à ação erosiva.

A erosão do solo constitui uma forte ameaça aos ecossistemas terrestres, *sui generis* para o desenvolvimento sustentável da agricultura, e representa um sério problema ambiental (SUN et al., 2013). Diante do exposto, a erosão do solo pode desencadear uma série de consequências ao meio ambiente, a saber: a diminuição da produtividade das terras devido à perda da fertilidade do solo, o declínio da qualidade ambiental e da produtividade de biomassa que afetam a segurança alimentar e ecológica, respectivamente, e a depauperação da matéria orgânica (PIMENTEL et al., 2006; LAL, 2004).

A degradação do solo está relacionada com a perda de vegetação e de matéria orgânica, compactação do solo e aumento da erosão do mesmo pelas erosões hídricas e eólicas (DE ORO et al., 2019). Tanto a erosão hídrica como a erosão eólica constituem uma causa incisiva da degradação do solo e da redução da produtividade das plantas em áreas agrícolas. Ambas as erosões são dois tipos comuns e podem ocorrer em zonas climáticas

específicas, a saber: a erosão eólica ocorre em regiões mais secas, ao passo que a erosão hídrica ocorre em regiões mais chuvosas. Entretanto, em ambientes semiáridos a erosão é complexa e ocorre tanto a erosão hídrica quanto a erosão eólica em escala espacial e temporal (TUO et al., 2016; VAN PELT et al., 2017).

Em relação à erosão hídrica, especificamente, a mesma corresponde a 50% da erosão global do solo (BLANCO et al., 2008). A erosão hídrica promove a destruição, o transporte e a deposição do solo através da chuva e do escoamento (FOSTER e MEYER, 1972). Segundo Govers et al. (2007) o processo de erosão hídrica envolve a desagregação do solo, o transporte e a deposição de sedimentos, sendo dividida em quatro processos erosivos, quais sejam entressulcos, sulcos, ravinas e voçorocas.

A erosão em sulcos constitui-se na segunda fase do processo físico da erosão hídrica, que é caracterizada pela mudança na forma de escoamento. A partir da difusão na superfície do solo – fase inicial da erosão em entressulcos – o mesmo alcança a segunda fase, constituída por pequenas depressões da superfície do solo e pelos sulcos de erosão. Destarte, a lâmina de escoamento desenvolve maior grau de tensão de cisalhamento haja vista o aumento da espessura, elevando a capacidade do escoamento em desagregar o solo (CANTALICE et al., 2005).

As ravinas, por sua vez, correspondem ao aprofundamento dos sulcos, com profundidade que varia entre 0,50 cm a 1,5 m e apresenta um aumento progressivo (i.e. à montante como à jusante) e, concomitantemente, progressivo (i.e. à jusante como à montante), ainda que o movimento progressivo seja preponderante (VIEIRA, 1998).

Em relação às voçorocas, Oliveira et al. (1996) as descrevem como canais incisos interligados à dissecação do relevo, as quais são decorrentes da ação integrada dos processos geomorfológicos (e.g., escoamento de fluxos de água superficiais e subsuperficiais e movimentos de massa nos domínios da encosta). Segundo Suertegaray (2008) as voçorocas podem ser originadas pelo aprofundamento e pelo alargamento das ravinas ou pela erosão causada por meio do escoamento subsuperficial, o qual origina os dutos (pipes). As voçorocas podem atingir o lençol freático e constitui um processo de erosão acelerado e de instabilidade nas paisagens.

Para Oliveira (2014) a diferença entre ravinas e voçorocas reside no fato de que as primeiras possuem incisões de até 50 cm de largura e de profundidade, ao passo que as voçorocas possuem incisões superiores a 50 cm. O autor ainda sustenta que as ravinas são consideradas canais originados pela ação do escoamento superficial, enquanto que as voçorocas são canais esculpidos pelo o afloramento do lençol freático.

Em relação à erosão eólica, *sui generis*, a mesma constitui um dos aspectos mais grave da degradação do solo e ameaça a sustentabilidade dos serviços ambientais e o desenvolvimento socioeconômico das regiões áridas do Planeta (ZHANG et al., 2018). De acordo com Webb et al. (2006) aproximadamente um terço da superfície terrestre é acometida pela erosão eólica. A mesma diminui a produção primária e os serviços ambientais que auxiliam nas áreas agrícolas.

Em que pese a erosão laminar, a mesma é desencadeada pela concatenação da ação da energia da gota da água da chuva com o movimento da água no declive. Este processo ocorre através da remoção das camadas finas da superfície do solo, sendo imperceptível de ser detectada através da simples averiguação visual, porém pode ser detectada por meio do aumento da turbidez da água nos corpos hídricos, da coloração mais clara do solo, pela exposição das raízes das plantas e pela queda da produtividade agrícola. (SOARES, 2002; BERTONI e LOMBARDI NETO, 1992). Ainda segundo os mesmos autores este tipo de erosão é sobremaneira atuante em áreas destinadas à agricultura, onde os solos apresentam-se descobertos em determinados períodos.

Segundo Cantalice (2002) a erosão laminar é uma das formas de erosão mais deletérias ao solo, pois remove a camada mais superficial do mesmo – onde se encontra a matéria orgânica, os nutrientes e os insumos agrícolas – e altera as condições para a ocorrência dos processos microbianos que incidem na fertilidade do solo.

A degradação do solo por meio da erosão, em todos os seus aspectos, contribui para perda da fertilidade do solo e, conseqüentemente, da sua produtividade em ambientes semiáridos (FAO, 2014). Nas regiões semiáridas, os solos apresentam pouca cobertura vegetal e, desta forma, ficam expostos a eventos de precipitação torrencial, os quais são vulneráveis à ocorrência de processos físicos e químicos que alteram as condições da camada superficial, ocasionando a diminuição das taxas de infiltração, o aumento das taxas de escoamento superficial e, conseqüentemente, os processos erosivos (RIES e HIRT, 2008).

De acordo com Martins et al. (2017), na Região Semiárida do Brasil o escoamento superficial constitui uma das formas mais triviais de degradação do solo visto que, não obstante ser um processo lento, é na camada superficial onde se encontram a matéria orgânica e os nutrientes do solo. Diante disso, a chuva tende a formar os escoamentos superficiais os quais carregam os sedimentos retirados da superfície, ocasionando o processo erosivo do solo.

4.3 A produção de sedimentos em bacias hidrográficas

A bacia hidrográfica é constituída por meio de um conjunto de superfícies vertentes e um sistema de drenagem, formado por um curso de água principal e que converge para o seu exutório (TUCCI e SILVEIRA, 2009). Já para Barrela (2001) a bacia hidrográfica diz respeito a um conjunto de terras drenadas por um curso de água e os seus principais afluentes, através dos quais a água proveniente das precipitações quer escorrem na superfície, formando os rios, quer se infiltram no solo para alimentar os aquíferos e/ o lençol freático.

A produção de sedimentos é definida como sendo uma quantidade de sedimentos que deixa a área de captação da bacia e atinge a área de drenagem. A mesma pode ser definida como, também, como uma parcela representativa do total de sedimentos produzido na bacia em decorrência dos processos erosivos (PARSON et al., 2006).

Em uma bacia hidrográfica a produção de sedimentos consiste no resultado do processo erosivo do solo, oriundo de uma complexa interação entre uma miríade de processos hidrogeológicos (BHUNYA et al., 2010). Em escala de bacia hidrográfica, a taxa de sedimentação é definida com base na relação entre a produção de sedimentos e a erosão bruta (LIU et al., 2006). Outrossim, a produção de sedimentos em escala de bacia hidrográfica é influenciada através de uma miríade de fatores os quais regulam os processos de produção de sedimento e da transferência de sedimentos das áreas de vertentes para a calha fluvial (RODRÍGUEZ-BLANCO, et al., 2010).

Para Teodoro et al. (2007) a produção de sedimentos em escala de bacia hidrográfica é influenciada pelo comportamento hidrológico que corresponde à função das características geomorfológicas (e.g. geologia, área, forma, relevo, rede de drenagem, tipo de solo, etc.). Ademais, a produção de sedimentos é influenciada pelas condições climáticas (i.e. precipitação, evapotranspiração e radiação solar) e pelas ações antrópicas. Ainda de acordo com os autores, as características geomorfológicas de uma bacia hidrográfica podem ser agrupadas em três categorias, quais sejam as geométricas, o relevo e a rede de drenagem.

Para Rodríguez-Blanco (op. cit., 2010) o aporte de sedimentos em uma bacia hidrográfica depende dos aspectos hidrogeológicos, sendo que a magnitude desses aspectos são influenciadas por processos distintos, a saber: a intensidade com o qual o solo é desagregado pela ação da precipitação e do escoamento superficial (erosão bruta); os processos de transferências dos sedimentos da bacia - vertente para a calha fluvial; e pela propagação na calha fluvial. A identificação da fonte dos sedimentos em uma bacia hidrográfica é basilar para o estabelecimento de processos erosivos atrelados à produção dos

sedimentos. A fonte dos sedimentos em uma bacia hidrográfica rural, e.g., depende do uso e ocupação do solo, bem como das pastagens, lavouras e florestas (MINELLA, et al., 2007).

Os sedimentos transportados, os quais atingem os cursos de água, apresentam granulometria diversificada e são sujeitos a sofrerem o processo de transporte que pode variar com as condições locais e de escoamento (CARVALHO, 2008). Ainda de acordo com o autor, há uma ressalva quanto à relevância da granulometria do material, i.e., os materiais mais finos são transportados em suspensão ao passo que os mais grossos são transportados por carga de fundo da bacia de drenagem.

Para Berlamont et al. (1993) os sedimentos podem ser classificados em duas categorias, quais sejam coesivos e não coesivos. Os primeiros representam uma mistura de argila, areia fina, silte e matéria orgânica, onde as forças da coesão as mantêm unidas. Já a segunda categoria, por sua vez, são formados por materiais de diâmetros maiores (e.g. areia grossa e cascalho), tornando difícil a atuação das forças de coesão nas partículas.

Os sedimentos que apresentam granulometria mais fina nos canais de drenagem se deslocam com uma velocidade igual a do escoamento superficial, ao passo que os sedimentos que apresentam granulometria mais grossas movem-se ocasionalmente ou permanecem em repouso por um longo período (CUNHA FILHO, 2009). Os sedimentos transportados em suspensão, constituído de areia, silte e argila, são transportados para os cursos de água através do escoamento superficial. Estes sedimentos transportados em suspensão são reflexos das características climáticas, topográficas, litológicas e das práticas antrópicas (POWELL, 2009).

O transporte de sedimentos em suspensão no que tange às bacias hidrográficas na área rural é responsável pela degradação dos ambientes aquáticos, pelos processos de sedimentação de reservatórios, de rios etc. A compreensão da dinâmica da produção de sedimentos é sobremaneira importante para o planejamento dos processos de conservação do solo e da água nas bacias hidrográficas (OEURNING, et al., 2010).

A produção de sedimentos é resultante de processos naturais, porém tende a ser acelerado pela ação antrópica. O sedimento formado por materiais de granulometria mais grossa (e.g. areia ou material superior a esse) são transportados por arraste sobre o canal de drenagem através de três movimentos: saltação, rolamento e/ ou deslizamento (POWELL, 2009). O material transportado junto e ao longo do canal de drenagem, movendo-se por rolagem, deslizamento ou saltos é definido como “sedimento de fundo”. O movimento de deslocamento do sedimento de fundo apresenta uma intrínseca relação com as mudanças na morfologia dos canais de drenagem (GORDON et al., 2004).

Os sedimentos transportados por carga de fundo estão sujeitos a uma miríade de fatores, os quais são atribuídos às variações longitudinais e transversais no canal de drenagem. Entre estes fatores, podem ser destacados a forma do fundo do canal, a variação do local de tensão de cisalhamento do escoamento à montante, as flutuações da turbulência e a composição granulométrica do sedimento constituinte do leito do canal de drenagem (DIPLAS et al., 2008).

As taxas de transporte de sedimento de fundo estão intrinsecamente relacionadas à composição granulométrica do leito do canal de drenagem. Quando o sedimento de fundo é composto de tamanhos heterogêneos e não coesivos, o sedimento com maior diâmetro é deslocado de maneira mais fácil haja vista sua maior exposição às forças de elevação e de arraste. Já os sedimentos de tamanho menor sofrem o efeito do sombreamento das partículas maiores, desencadeando menor exposição à força de arraste (PARKER e TORO-ESCOBAR, 2002).

O transporte de sedimento de fundo é influenciado por uma gama de variáveis quando os mesmos atingem a insuficiência dos corpos receptores em transportar os sedimentos, iniciando-se a deposição em reservatórios, canais de drenagem, etc. e contribuindo para a diminuição da capacidade hidráulica destes (CHARLTON, 2007). Estes efeitos são sintomáticos da dinâmica da produção de sedimentos que, em suspensão ou em carga de fundo, podem desencadear uma sorte de problemas (e.g. assoreamento de rios, barramentos, etc.) (CARVALHO, 2008).

Os sedimentos de carga de fundo representam entre 5% a 25% das taxas de produção de sedimentos. Nos cursos de água do Semiárido, estudos demonstram que os sedimentos em suspensão respondem por mais 90% dos totais dos sedimentos (YANG, 1996; POWELL et al., 1996).

Nas regiões semiáridas do mundo, o processo de sedimentação ocorre em áreas da Austrália, da Ásia, da África e das Américas. Nestas áreas, não obstante os danos causados pelos processos erosivos, os estudos a cerca do transporte e da sedimentação ainda são incipientes (CUNHA FILHO, 2009).

4.4 Os barramentos antrópicos ao longo das bacias hidrográficas no Semiárido

Os barramentos antrópicos (e.g. barragens, etc.) provocam o bloqueio do transporte de sedimentos, com exceção da carga de sedimentos em suspensão que ultrapassa as barreiras não obstante o aumento da sedimentação a jusante dos barramentos (FRYIRS et al., BRIERLEY et al., 2007).

Os barramentos interferem na movimentação de sedimentos no interior de uma bacia hidrográfica e atuam como elementos de desconectividade, os quais interrompem (parcial ou totalmente) a taxa de sedimentos e, como consequência, determina como uma instabilidade geomorfológica pode ser reverberada na bacia, moldando a direção e o ritmo das mudanças geomorfológicas. A desconectividade, portanto, gerada por estes barramentos pode ser alterada em diferentes escalas espaço-temporais, refletindo na facilidade e na frequência com que estes impedimentos podem ser rompidos e redepositados (FRYIRS et al., 2007). A partir deste entendimento, julga-se necessário o reconhecimento da existência de limiares de mudança, as quais operam em relação às respostas do sistema aos eventos geradores de forças de distúrbios.

Brierley et al. (2006) e Fryirs et al., 2007) distinguem as feições geomorfológicas, as quais impedem a transmissão de sedimentos, com base no tipo de ligação que as mesmas interrompem, quais sejam longitudinais, laterais e verticais. A ligação “longitudinal” representa a interação no interior da rede de canais: entre o alto curso e o baixo curso, o canal secundário e o principal. Já a ligação “lateral” consiste na relação do canal com a paisagem ao seu redor: entre a encosta e o canal ou entre as planícies de inundação e o canal. E, por sua vez, a ligação “vertical” tange à interação superficial e subsuperficial de água e de sedimentos (e.g. a textura do leito) em que pese o regime de transporte no canal.

As formas que podem interromper/ diminuir a conectividade entre os compartimentos da paisagem são classificados por Brierley et al. (2006) e Fryirs et al. (2007) segundo sua posição na paisagem. Assim, os denominados “*buffers*”, “*barries*” e “*blankets*” operam, respectivamente, como elementos de desconexão lateral, longitudinal e vertical. Destarte, os *buffers* dizem respeito às formas que impedem a entrada de sedimentos na rede de canais (e.g. as planícies de inundação); os *barries* podem impedir a movimentação dos sedimentos ao longo do canal (e.g. as soleiras rochosas); os *blankets*, por sua vez, evitam as intervenções verticais e o retrabalhamento dos sedimentos, e.g., a sedimentação em lençol na zona hiporreica.

Em estudo realizado no Semiárido, Souza (2014) constatou que os barramentos encontram-se limitados às regiões semiáridas da bacia estudada e, precisamente, nas partes mais baixas da mesma. Ainda de acordo com o autor, a bacia apresenta um déficit hídrico maior na região em questão. Segundo o mesmo, os barramentos são classificados em pequenos (i.e. rudimentares com paredes de terra) e em grandes barramentos, os quais são mais sofisticados e usualmente construídos à base de concreto.

A construção de uma barragem ou de um açude em um curso de água, e.g., promove alterações nas características hidráulicas de um determinado trecho da bacia hidrográfica, à montante, com o aumento da área em volume de água e, conseqüentemente, com a diminuição da velocidade média do curso de água à jusante. Destarte, há uma desaceleração do movimento das partículas sólidas na direção do escoamento, provocando a deposição das mesmas ao longo do reservatório. Assim, as partículas de maior diâmetro tendem a ser depositadas na entrada do reservatório, ao passo que as partículas mais finas tendem a se acumular em posições mais baixas do reservatório ou permanecem em suspensão, podendo chegar às estruturas de descarga (PAIVA e PAIVA, 2003).

O estudo a cerca da quantidade de sedimento transportada pelos rios é mister para o planejamento e o aproveitamento dos recursos hídricos de uma região, visto que os danos provocados pelos sedimentos dependem da quantidade e da natureza dos mesmos, os quais, por sua vez, dependem dos processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos (SCAPIN et al., 2004).

Para Silva et al. (2004), uma parte do sedimento que adentra os canais de drenagem é conduzida pela massa de água em suspensão, sobretudo o material particulado de granulometria mais fina, junto com os materiais provenientes do solo e dissolvidos. As duas frações (i.e. sólidos particulados e sólidos dissolvidos) perfazem os sólidos totais em suspensão e compreendem tanto a fração mineral como a fração orgânica do sedimento.

Segundo Scapin et al. (2004) um dos principais problemas ocasionados pelos sedimentos carregados pelos rios consiste no assoreamento dos rios e dos reservatórios de água. Os problemas oriundos dos sedimentos aumentam à medida que há um maior desenvolvimento e ocupação do espaço geográfico, tanto em relação à erosão quanto no tocante à sedimentação (CARVALHO, 1994).

De acordo com Carvalho (2000) os sedimentos que alcançam os rios e os reservatórios de água são oriundos da área de drenagem contribuinte e são transportados, sobretudo, por meio da rede principal de canais fluviais. Ainda segundo o autor, a produção de sedimentos é derivada da área de drenagem ou diz respeito a uma bacia hidrográfica em sua totalidade, dependendo da erosão, do escoamento das águas da chuva e do conseqüente carreamento para o canal de drenagem.

Para Icold (1989) os principais fatores que contribui para a produção de sedimentos no canal de drenagem são: a precipitação (quantidade, intensidade e frequência); o tipo de solo e a formação geológica; a cobertura do solo; o uso do solo (e.g. práticas de cultivo, pastagem, exploração florestal, etc.); a topografia (geomorfologia); a natureza do canal de drenagem

(e.g. densidade, declividade, etc.); o escoamento superficial; as características dos sedimentos (i.e. granulometria, mineralogia, etc.); e a hidráulica do canal.

4.5. Desertificação: gênese e definição

Os primeiros registros a cerca da desertificação remontam à década de 1930, em menção ao evento coloquialmente conhecido como “Dust Bowl”³. O mesmo ocorreu na região Oeste dos Estados Unidos e atingiu vários estados, nomeadamente Oklaroma, Kansas, Novo México e Colorado Macedo (2007).

De acordo com Tavares e Araújo (2015, p. 03),

No período entre 1931 e 1934, o Dust Bowl provocou mais de 200 tempestades de poeira, com ventos de até 193 Km/ h, criando redemoinhos de mais de seis metros de altura. Todavia, foram atribuídas, a priori, como causas principais do fenômeno o vento e a seca. Mas, sabe-se que, na realidade, o motivo principal foi longos séculos de práticas agrícolas incorretas, que deixaram os solos desnudos e expostos.

John Steinbeck, nesse contexto, em seu livro intitulado “The Grapes of Wrath”, retrata o Dust Bowl da seguinte forma:

Nas estradas, onde o gado transitava e onde as rodas dos carros moíam o chão e as patas dos cavalos calcavam a terra, rompiam-se a crosta de lama e formavam-se a poeira. Tudo o que se movia lançava poeira no ar; um viajante levantava uma camada de poeira que lhe chegava até a cintura; uma carroça a fazia subir até aos taipais e um automóvel deixava uma nuvem de poeira atrás de si. Portanto, só muito tempo depois a poeira se assentava (STEINBECK, 1939, p. 3).

Os efeitos dessa tormenta foram assustadores e deixaram os moradores com poucas perspectivas diante de toda a devastação que provocou, sobretudo, a região de Oklaroma. Portanto, um dos aspectos que mais chama a atenção no livro de Steinbeck (1939) é a persistência dos agricultores em permanecer na região e tentar retomar suas vidas.

Para Maracajá (2007) há cerca de 2000 anos a.C, já havia indícios de desmatamentos para a construção de cidade, bem como projetos de irrigação e degradação do solo, os quais são enumerados como propulsores do fenômeno da desertificação.

O termo “desertificação” foi cientificamente mencionado pela primeira vez em 1927, pelo pesquisador francês Louis Lavauden, ao abordar o Sahara Argelino: “Na zona sobre a qual expomos, a desertificação é puramente artificial (MAINGUET, 2003).

O termo em questão foi popularizado pelo pesquisador francês André Aubréville, o qual utilizou o termo “desertificação” em 1949, em seu livro intitulado “Climats, Forêts et

³Tigela de Poeira (tradução nossa).

Désertification de l'Afrique Tropicale". Em sua obra, o autor evidencia o desflorestamento exacerbado de árvores por meio da gestão deletéria dos recursos naturais e a prática das queimadas em áreas em processo de degradação na África Tropical. As áreas degradadas estavam se tornando relativamente semelhantes a desertos. O mesmo ainda observou a erosão do solo através do processo laminar e, *pari passu*, pelo ravinamento haja vista o desmatamento e o incremento do déficit hídrico dos solos, tendo em vista uma maior exposição destes a radiação solar e a ação dos ventos secos (AUBREVILLE, 1949).

A preocupação de Aubreville em relação à problemática da expansão dos desertos, sobretudo nas bordas dos grandes desertos do mundo, como o Sahel nas bordas do Saara (África) e nas regiões de climas semiárido e subúmido, ganhou novos signatários ao longo de toda segunda metade do século XX. Estes estudiosos buscaram desenvolver alternativas no sentido de combater os efeitos do processo de expansão dos desertos nas regiões estudadas. Nessa direção, havia toda uma preocupação em desvencilhar desertificação de deserto e estabelecer um conceito específico para o mesmo. Nesse sentido, um fator determinante para o estabelecimento do conceito "desertificação" reside no fato de que este fenômeno é dinâmico e está associado a períodos de longas estiagens, na ordem de décadas (CONTI, 1995).

A princípio, os estudos de Aubreville não foram levados em consideração, haja vista que o mundo estava saindo da Segunda Guerra Mundial e as preocupações estavam voltadas para a reconstrução dos países. Os problemas ambientais ficaram em segundo plano (SZILAGYI, 2007). Porém, as discussões sobre os problemas de caráter ambiental e, especificamente, a desertificação, só voltaram à baila novamente após uma grande seca durante os anos de 1968 a 1973 que assolou a região do Sahel Africano, ceifando centenas de milhares de seres humanos. Nesse contexto, Mendonça (2004, p. 43) argumenta:

Durante aqueles anos marcados pela seca, muitos seres humanos, principalmente crianças, perderam suas vidas nas mais miseráveis condições de higiene e alimentação, enquanto se assistia ao desenvolvimento das sociedades de consumo americana e europeia, baseada na propriedade e no bem-estar individual em detrimento de condições de vida socialmente igualitárias.

De acordo com o Relatório Millennium Ecosystem Assessment - MA (2005) as secas no Sahel reduziu a produtividade, deixando rala a cobertura vegetal e aumentando o albedo, reduzindo assim a ciclagem hídrica e a circulação da monção e, desta forma, implicando no decréscimo da precipitação.

Ainda de acordo com o MA (2005, *op. cit.*), a redução da cobertura vegetal pode

também ser atribuída às atividades humanas, como por exemplo, as práticas insustentáveis do uso das terras (sobrepastoreio, aragem intensa, monocultura, entre outras). Essas práticas, particularmente, em relação às secas ou ao aumento da densidade populacional na região do Sahel, contribuíram para a degradação do solo, o aumento da erosão hídrica e os elevados níveis de poeira suspensas no ar. Isso leva a acreditar que a combinação de fatores humanos e naturais leve a perdas severas de produtividade e, conseqüentemente, a fomes para grandes contingentes populacionais.

Nos anos de 1960 a 1970, respectivamente, houve uma grande seca na região subsaariana, acometendo vários países africanos. Destarte, este acontecimento ocorrido na África suscitou nas Nações Unidas o interesse de realizar algumas conferências e assembleias nos anos de 1972 e 1974, com o objetivo de discutir os problemas de âmbito ecológico-social, bem como de preparar documentos e relatórios de efeitos práticos a serem analisados e votados na 1ª Conferência das Nações Unidas de Combate à Desertificação – UNCOD (*UNITED NATIONS CONFERENCE ON DESERTIFICATION*), que ocorreu em Nairóbi – Quênia, na África, em 1977 (TAVARES, 2014).

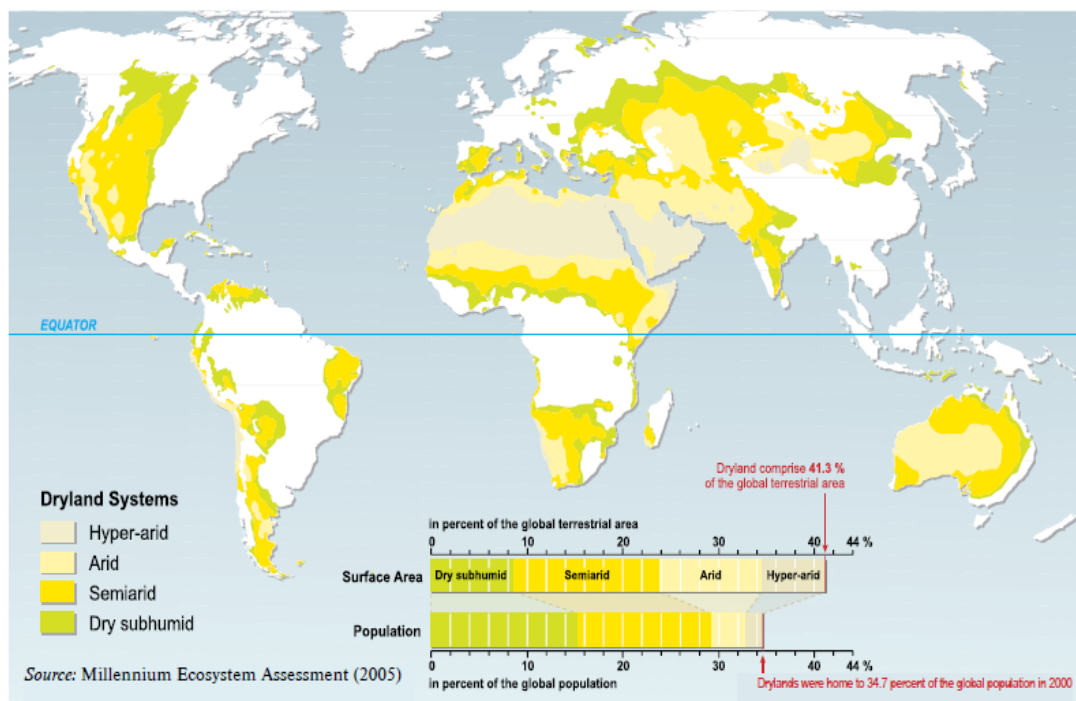
Nas discussões de Nairóbi, portanto, a UNCOD classificou a desertificação como sendo:

[...] a diminuição ou a destruição do potencial biológico das terras, podendo conduzir definitivamente para condições desérticas. A degradação, em grande extensão, do ecossistema pode implicar a redução e a destruição do potencial biológico, o que trará prejuízos para a produção de plantas e de animais para diversos fins, quando a produtividade é necessária para fornecer suporte ao crescimento das populações (UNEP, 1978, p.79).

De acordo com as definições oficiais da Conferência de Nairóbi, a desertificação é “a degradação das terras em áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas resultante de vários fatores, incluindo variações climáticas e atividades humanas” (UNCCD, 2006, p. 209). Portanto, as terras secas (incluindo as três categorias supramencionadas) de acordo com o MA (2005) compreende uma área de 41,3% da superfície terrestre do planeta, onde vivem 34,7% da população mundial referente aos dados do ano de 2000.

Como se pode ver na Figura 2, há uma grande predominância de terras semiáridas (cor amarela), áridas (cor creme) e subúmidas secas (cor verde) no orbe terrestre. No que tange as terras hiperáridas (cor cinza) há uma menor preponderância em relação às demais. Portanto, “As terras secas, de uma forma geral, cobrem aproximadamente 41% da superfície e compreendem 44% das terras cultiváveis do mundo, onde vive uma população de 2 bilhões de pessoas” (MA, 2005, p. 31; JOHNSON et al., 2006, p. 1).

Figura 2 - Distribuição das Terras Secas do Planeta de Acordo com as Zonas de Aridez



Fonte: Millennium Ecosystem Assessment (2005)

Geograficamente, as terras secas do planeta são encontradas em quatro áreas, quais sejam:

- 1) sob o cinturão das zonas atmosféricas de alta pressão subtropical, marcadas pelos Trópicos de Câncer e Capricórnio (desertos com movimento de ventos);
- 2) no interior das bacias de drenagens das médias latitudes (desertos continentais);
- 3) nas superfícies a sotavento das cadeias montanhosas (desertos com presença de chuvas) e
- 4) às margens dos continentes ocidentais, afetados pelas correntes oceânicas frias: desertos costeiros (HERRMANN; HUTCHINSON, 2006, p. 12).

Para Alves (2007), do ponto de vista etimológico, a desertificação é derivada de duas palavras latinas, quais sejam *desertus* – adjetivo, particípio passado do verbo *desere* (desertar, deixar, abandonar), conotando abandonado, desabitado, inculto, selvagem e /ou *desertus* – substantivo, denotando solidão, desolação, área vazia. Por sua vez, a palavra latina *ficare* - fixação, sufixo verbal oriundo da forma passiva do verbo, conotando ação de se fazer, ser feito, ser produzido.

Foi a partir da 1ª Conferência das Nações Unidas de Combate à Desertificação que o termo “desertificação” passou a ser usado oficialmente em escala internacional de forma muito recorrente, tanto nos meios acadêmicos, quanto em outras instâncias. Portanto, alguns encontros e conferências ocorreram após esta Conferência, no sentido de consolidar a

terminologia em questão. Na Quadro abaixo os eventos e as datas (internacionais e nacionais) que sucederam a UNCCD.

Quadro 1 - Principais Acontecimentos Internacionais e Nacionais de Combate à Desertificação

Período	Evento	Informação
Agosto/ setembro de 1977	Conferência das Nações Unidas sobre desertificação – UNCOD em Nairóbi/ Quênia.	A desertificação foi considerada pela primeira vez um problema de caráter mundial. Concomitantemente, foi criado o Plano de Ação de Combate à Desertificação – PACD.
Fevereiro de 1992	Conferência Internacional sobre o Impacto das Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável em Regiões Semiáridas (ICID), realizada em Fortaleza – Brasil.	Consolidação das bases técnicas e políticas para reivindicar a realização de uma convenção específica para as áreas afetadas pela desertificação; elaboração de novas estratégias para a região Nordeste do Brasil.
Junho de 1992	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – UNCED, realizada no Rio de Janeiro e conhecida como ECO-92.	Estabelece a necessidade de criação de um Comitê Internacional para preparar um mecanismo vinculante para o problema da desertificação.
Março de 1994	Conferência Nacional e Seminário Latinoamericano da desertificação (CONSLAD), realizado em Fortaleza – Brasil.	Inserção do bloco da América Latina na Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD); elaboração do documento “Subsídios para a elaboração de um Plano Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca”, que foi um marco inicial para a formulação de uma política brasileira de combate à desertificação.
17 de junho de 1994	Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD), realizada em Paris - França.	Abertura mundial das assinaturas dos países que se comprometeram em aderir ao programa; a data foi escolhida como o Dia Mundial de Luta Contra à Desertificação.

15 de outubro de 1994	Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD), realizada em Paris – França	Início do período de assinaturas da Convenção.
17 de outubro de 1994	Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD), realizada em Paris – França.	Assinatura da Convenção pelo Brasil.
Janeiro de 1996	1ª Conferência da América Latina e Caribe sobre a UNCCD em Buenos Aires – Argentina.	Assinatura da Convenção pelo Brasil.
Dezembro de 1996	1ª Conferência da América Latina e Caribe sobre a UNCCD em Buenos Aires – Argentina.	A convenção entra em vigor.
12 de junho de 1997	1ª Conferência da América Latina e Caribe sobre a UNCCD em Buenos Aires – Argentina.	Ratificação da Convenção pelo Congresso Nacional Brasileiro.
Outubro de 1997	1ª Conferência das Partes para a Convenção de Combate à Desertificação (COP 1 - Conference of Parties) realizada em Roma – Itália	Estabelece as normas da COP, os órgãos subsidiários e designa-se ao secretariado.
Dezembro de 1997	1ª Conferência das Partes para a Convenção de Combate à Desertificação (COP 1 - Conference of Parties) realizada em Roma – Itália	As diretrizes para a Política Nacional de Controle da Desertificação são publicadas no Diário Oficial do Brasil, marcando a oficialização dessa política pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).
Dezembro de 1998	COP 2, realizada em Dakar – Senegal	Consultas sobre a estratégia a médio prazo do secretariado.
Novembro de 1999	COP 3, realizada em Recife – Brasil	Primeira revisão dos mecanismos de estratégias e atividades (documento “iniciativa do Recife”) para reforçar as obrigações da COP.
Dezembro de 2000	COP 4, realizada em Bonn – Alemanha	O “Anexo de Aplicação para a Europa Central e Oriental” (Anexo V) e a

		“Iniciativa do Recife são adotadas; um grupo de trabalho ad hoc começa a avaliar a aplicação da Convenção”.
Outubro de 2001	COP 5, realizada em Genebra – Suíça	É criado o Comitê de Avaliação da aplicação da Convenção.
Agosto/setembro de 2002	Conferência de Johannesburgo – África do Sul, conhecida como Rio +10.	Apelo ao Fundo para o Meio Ambiente Mundial (FMAM) para que sirva de mecanismo financeiro da Convenção.
Agosto/setembro de 2003	COP 6, realizada em Havana – Cuba.	O FMAM é designado como mecanismo financeiro da Convenção.
Setembro de 2004	Brasília – Brasil	É Criado o Programa de Ação Nacional de combate à Desertificação e Mitigação dos efeitos da seca (PAN-BRASIL).
2006	Ano Internacional dos Desertos e da Desertificação	Iniciativa da Convenção de Combate à desertificação (UNCCD).

Fonte: Souza (2008)

Após a Primeira Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação, se passou pouco mais de três décadas para que a Convenção das Nações Unidas pudesse ter um reconhecimento mais notório. É Importante mencionar também que o Brasil, nesse contexto, realizou a assinatura da Convenção em 1996. Cabe ainda destacar que em 1999 o país realizou a terceira Conferência das Partes das Nações Unidas (COP 3 - Conference of Parties) em Recife (PE/ BR).

Foi no Brasil que se realizou o maior encontro das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, promovido pela UNCED (United Nations Conference on Environment and Development), a Rio-92 ou ECO-92 como ficou conhecida. Este encontro precede os demais e foi realizado na cidade do Rio de Janeiro em 1992. O mesmo contou com mais de cem chefes de Estado. Um dos documentos fruto desse evento é conhecido como a Agenda 21, a qual dedica o capítulo 12 de forma exclusiva ao combate à desertificação. Por último, é relevante salientar que em 2004 o país elaborou o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, denominado de PAN-BRASIL (TAVARES, 2014).

É importante esclarecer e, concomitantemente, desvencilhar nesse contexto dois fenômenos distintos, a saber: a desertificação e a desertização. Do ponto de vista semântico,

pode parecer que são dois processos ambivalentes, porém há diferenciação entre ambos. O segundo (desertização) é um processo natural que consiste na formação de desertos, onde são preponderantes os fatores climáticos e naturais e ausência de fatores antrópicos. Já a desertificação, por sua vez, está intrinsecamente relacionada a fatores de âmbito antrópico e climático. Nesse sentido:

Deserto e desertificação, embora tenham a mesma etimologia e, de certa forma, fundamentos semelhantes, designam coisas distintas. Deserto é um fenômeno de certa forma acabado e resultante da evolução de processos que alcançaram certa estabilidade final, e que pode ser definido como um clímax ecológico, isto é, por uma espécie de equilíbrio homeostático natural. Desertificação, ao contrário, como a substantivação da palavra deserto indica um fenômeno em transformação dinâmica cuja evolução ambiental está apontada para a direção do deserto. Trata-se, pois, de um fenômeno espacial em desequilíbrio natural onde a retroalimentação negativa do (s) ecossistema (s) não é totalmente recompensada pela retroalimentação positiva. Isto não significa, necessariamente, que o ecossistema em estágio de desertificação atingirá, naturalmente, o clímax de deserto (NIMER, 1988, p. 10).

Nesse sentido, Le Houérou (1996) argumenta que a terminologia desertização é comum, uma vez que compreendida como extensão das paisagens e formas peculiarmente desérticas, não levando em consideração a ocorrência deste processo em regiões com precipitações mais elevadas.

A desertização e a desertificação correspondem a dois fenômenos díspares, visto que as áreas em processo de desertificação como, por exemplo, o Semiárido brasileiro, não necessariamente irá transformar-se em desertos. Para tanto, essas áreas teriam que passar por mudanças climáticas abruptas e constantes ao longo do tempo para alcançar tal estágio, levando a Região a ser enquadrada no clima árido ou desértico e, ademais, sofrer regressões consideráveis na precipitação e em mudanças nos aspectos geomorfológico e ambiental (NIMER, 1988).

O fenômeno da desertificação pode ser visto como um processo de retroalimentação, no qual a degradação crescente das terras causa a diminuição da cobertura vegetal, o decréscimo da precipitação, o aumento da erosão do solo, a capacidade de retenção de água pelos solos, a redução da biomassa - com menores aportes de matéria orgânica e a perda da fertilidade do solo. Portanto, trata-se de um processo de simplificação ecológica, onde a ação antrópica tem desempenhado uma função basilar, acelerando seu desenvolvimento e agravando as suas consequências por meio de práticas inadequadas do uso dos recursos naturais.

4.6 Causas e corolários da desertificação

Há uma intrínseca inter-relação entre as causas e as consequências da desertificação por meio mecanismos de retroalimentação (SAMPAIO et al., 2003), sendo vários e complexos os fatores que determinam as causas da mesma. Esses fatores podem ser de ordem social, econômica, cultural e política.

De acordo com a United Nations to Combat Desertification – UNCCD, “a desertificação é causada pela interação complexa entre fatores físicos, biológicos, políticos, sociais, culturais e econômicos” (SPRING e BRAUCH, p. 13, 2009).

Em conformidade com a United Nations Environment Programme - UNEP (2003, apud, TAVARES, 2015, p. 2),

As causas da desertificação no mundo incluem o sobrepastoreio (680 milhões de hectares), o desmatamento (580 milhões de hectares), a gestão inadequada da agricultura (550 milhões de hectares), o consumo de lenha como combustível (137 milhões de hectares) e a indústria e urbanização (19.5 milhão de hectares).

Ainda segundo a UNEP (2003, apud BIED-CHARRETON, 2017), cerca de 130 milhões de hectares (1,3 milhão de Km²) estão severamente acometidos pela desertificação, 1.300 milhão de hectares de terras ou 13 milhões de Km² estão suscetíveis à desertificação, sendo 120 milhões de hectares levemente desertificados, 130 milhões de hectares moderadamente desertificados, 70 milhões de hectares fortemente desertificados e 5 milhões de hectares muito fortemente desertificados. Ademais, 975 milhões de hectares estão ameaçados pela desertificação.

Hodiernamente, 12 milhões de hectares de terras agrícolas são perdidos devido à seca e à desertificação, onde vive 1,5 bilhão de pessoas distribuídas em mais de cem países, segundo dados da United Nations Convention to Combat Desertification - UNCCD (IPS – INTER PRESS SERVICE, 2017). Ainda de acordo com o IPS (2017), mais da metade das terras agrícolas do Planeta estão afetadas pela degradação do solo e a deterioração das terras secas pode conduzir a desertificação de 3,6 bilhões de hectares de terras em escala mundial, uma vez que mais 2,6 bilhões de pessoas no mundo dependem da agricultura para (sobre) viver.

Para Mérega (2003) as causas da desertificação dizem respeito a três fatores, quais sejam socioeconômico (que envolve todos os aspectos antrópicos), biológico (flora e fauna) e físico (clima e solo). De acordo com Silva (1993) as principais causas da desertificação consistem, fundamentalmente, em: a) pré-disposição geoecológica que está relacionada com a interação entre clima e solo e b) a ação antrópica, por meio de formas diversas de atividades

humanas sobre o meio ambiente, tornando-o geoecologicamente frágil.

Melo (2000) destaca uma gama de fatores antrópicos que promovem o fenômeno da desertificação. Para Vasconcelos Sobrinho (1976) em estudo realizado no Nordeste do Brasil, as causas da desertificação estão sempre relacionadas a duas categorias, quais sejam as naturais e aquelas induzidas pelo ser humano. Para o mesmo “o fator decisivo, apesar de tudo, de todas essas inclemências, é ainda o homem” (SOBRINHO, 1976, p. 16).

O Quadro 2 sintetiza os fatores naturais e antropogênicos que atuam de forma decisiva para o desencadeamento da desertificação segundo os quatro autores supracitados.

Quadro 2 - As principais causas da desertificação no Brasil

Causas da desertificação
• Características gerais dos climas áridos, semiáridos e subsumidos secos • Efeitos da radiação solar, como o aumento da refletância da superfície do solo (Albedo); • Características no regime de chuvas, tais como precipitação escassa, ocorrência de períodos secos e chuvas torrenciais; • Aspectos geomorfológicos, como a influência do relevo e a superfície dos solos influenciadas pela ação do processo erosivo; • Características do solo – processo de formação do solo, formação de matéria orgânica, elevação da salinidade, vulnerabilidade a erosão hídrica e eólica; • Características fitogeográficas – baixa densidade da cobertura vegetal, produção escassa de biomassa e a predominância de espécies xerófilas; • Características hidrológicas; • Influência dos processos naturais de erosão hídrica e eólica; • O uso de sistemas produtivos inadequados; • A superexploração dos recursos naturais; • Os incêndios florestais; • O uso excessivo e indevido de pesticidas e fertilizantes inorgânicos, causadores do empobrecimento biológico e dos solos; • Excessiva carga animal – quando o número de animais excede a capacidade de suporte das terras; • Desenvolvimento de sistemas e métodos de irrigação inadequados, originando processos de salinização do solo;

- Condicionantes de caráter político – ausência de políticas de regulamentação para a proteção do solo e dos recursos naturais, entre outros.
- Baixa umidade relativa do ar;
- Intensa luminosidade e fotoperiodismo;
- Velocidade e temperatura dos ventos - a interação dos mesmos associados aos solos desnudos provoca a erosão eólica que, por sua vez, contribui para a retirada dos nutrientes da camada laminar do solo pelos ventos, tornando-o suscetível à desertificação.
- Balanço hídrico deficitário;
- Variações climáticas globais;
- Evapotranspiração;
- O consumo do espaço pela agricultura – as práticas agrícolas extensivas aliadas à baixa produtividade do solo provocam a erosão do solo, fazendo com que a recuperação ou a reconstituição da vegetação seja lenta ou mesmo impossível;
- A seca – esse fenômeno esporádico acentua mais ainda as limitações ecológicas suscitadas pelas estiagens, uma vez que os ecossistemas expostos às intempéries tornam-se cada vez mais vulneráveis devido ao forte rigor climático;
- Desmatamento – a cobertura vegetal é responsável diretamente pela absorção de água por meio dos lençóis freáticos. Ademais, protege os solos das gotas de chuvas (erosão hídrica) que o degrada. A cobertura vegetal também regula a umidade, temperatura e precipitações de diversas áreas do planeta. Portanto, o desmatamento impede o desempenho de todas as funções mencionadas e contribui, decisivamente, com o fenômeno da desertificação;
- Queimadas – é mencionada pelos pesquisadores como uma das principais causas da desertificação. Ela deixa os solos cada vez mais expostos às ações externas, além de provocar a perda de nutrientes do solo.

Fonte: Mérega (2003); Silva (1993); Melo (2000); Vasconcelos Sobrinho (1976)

Todos esses fatores concatenados podem levar a aceleração do fenômeno da desertificação em diversas regiões do planeta. Como foi mostrado acima, as causas da desertificação são muito amplas, estando ligadas, respectivamente, aos fatores naturais e antrópicos. Destarte, o fenômeno em pauta é resultado de uma série de fatores combinados, já

mencionado, e que podem levar algumas áreas a assemelhar-se a regiões desérticas.

Na atualidade, os dados conhecidos acerca das consequências da desertificação revelam a gravidade do problema. É estimado que a desertificação afeta um quarto da superfície terrestre, onde vive um quinto da população mundial (D’DORICO et al., 2013). Os custos econômicos com a degradação das terras e a desertificação são estimados na cifra dos US\$ 490 bilhões de dólares por ano (IPS, 2017).

4.7 A relação entre desertificação e degradação das terras

A desertificação e a degradação das terras correspondem ao fenômeno que pode ser similar na aparência, mas diferenciado no escopo e na escala de tempo. Enquanto a desertificação, em consonância com a Convenção, está relacionada apenas às terras secas, a degradação, por sua vez, via de regra, pode afetar qualquer ambiente, muito embora a UNCCD (UNITED NATIONS CONFERENCE TO COMBAT DESERTIFICATION) atribua a degradação das terras aos ecossistemas de terras secas. Porém, é consenso na literatura que a mesma possa ocorrer em outras áreas além das terras secas (NKONYA et al., 2011). A desertificação implica irreversibilidade em escalas longas de tempo, ao passo que a degradação das terras pode ser descrita como um processo a curto-prazo. De acordo com a definição da UNCCD:

Por degradação das terras entende-se a redução ou a perda, nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, da produtividade biológica ou econômica e da complexidade das terras agrícolas de sequeiro, das terras agrícolas irrigadas, das pastagens naturais, das pastagens semeadas, das florestas e das matas nativas devido ao sistema de utilização das terras ou a um processo ou combinação de processos, incluindo os que resultam da atividade do homem e das suas formas de ocupação do território, tais como: I. a erosão do solo causada pelo vento e/ ou pela água; II. a deterioração das propriedades físicas, químicas e biológicas ou econômicas do solo, e III. a destruição da vegetação por períodos prolongados (BRASIL, 2004, p. 18).

Para Sampaio (2003) a degradação das terras é definida como a redução ou perda da produtividade biológica ou econômica e da complexidade das terras, implicando mudanças temporais. Para o mesmo, a desertificação, em seu turno, é um processo resultante de uma dinâmica, podendo ser caracterizada por uma série temporal de eventos.

A degradação reduz a produtividade das terras e, particularmente, nas áreas secas, pode deixar o solo exposto e vulnerável aos eventos climáticos, como as secas. A degradação, ademais, compromete a produtividade biológica e econômica das terras agrícolas, as pastagens naturais, as matas e florestas, entre outros - que são processos conduzidos por atividades humanas. As últimas estimativas sinalizam que 12 milhões de hectares são

transformados em novos “desertos” por ano, por meio de atividades antrópicas (UNCCD, 2013), e que um quarto das terras agrícolas do mundo estão altamente degradadas (FAO, 2011).

De acordo com o Nkonya et al. (2011) a degradação das terras é um fenômeno influenciado pelos fatores naturais e socioeconômicos. Já para Brasil (2004), a degradação das terras está intrinsecamente ligada ao solo, sendo estas (as terras) um sistema bioproductivo terrestre que compreendem, além do solo, a biota, seus componentes e suas paisagens e características climáticas, os processos hidrológicos e ecológicos.

Ainda de acordo com a Convenção, o uso das terras resultam em serviços essenciais, como por exemplo, a produção de alimentos. A degradação das terras compromete e afeta diretamente os benefícios humanos oriundos do uso das terras e, em última instância, leva ao fenômeno da desertificação. Nesse sentido, no Nordeste do Brasil há um alto nível de degradação das terras, o que contribui para a elevação do fenômeno da desertificação e sua visibilidade na Região do Semiárido Brasileiro.

Em termos mundiais, a degradação das terras e a desertificação nas regiões de terras secas afetam a vida de 250 milhões de pessoas em mais de cem países (WAY, 2006). A mesma destaca sete práticas insustentáveis do uso das terras relacionadas à pobreza, quais sejam:

- Sobrepastoreio das áreas de pastagem;
- Expansão do cultivo por meio da extensificação das terras, ampliando também o processo de degradação da mesma;
- Práticas de gestão de ocupação e cultivo das terras que degradam o solo e provocam a acidificação;
- Redução dos períodos sem cultivo (pousio);
- Retirada de lenha sem o reflorestamento;
- Diminuição das águas subterrâneas pela ausência de vegetação do solo;
- Desenvolvimento insustentável da população.

4.8 Desertificação e variabilidade climática no Semiárido brasileiro

Segundo o Quarto Relatório de Avaliação do International Panel on Climate Change (IPCC, 2007), o Semiárido brasileiro poderá tornar-se uma das regiões mais acometidas pelas mudanças climáticas e tornar-se mais árido também, podendo ocasionando um aumento na frequência e na intensidade das secas e, conseqüentemente, reduções na disponibilidade de recursos hídricos. Para Marengo (2011), essas alterações no clima da região poderão resultar

no impacto sobre a vegetação, a biodiversidade e sobre as atividades que dependem dos recursos naturais.

O Semiárido apresenta os maiores índices de vulnerabilidade socioeconômica com grande parte da população desenvolvendo atividades agrícolas, como a agricultura de sequeiro, por exemplo, com baixo grau de tecnificação e elevada dependência da disponibilidade de recursos naturais. Dessa forma, os potenciais impactos negativos sobre os recursos hídricos e suas consequências na agricultura de sequeiro poderão comprometer a população da região.

A produtividade agrícola, portanto, pode afetar diametralmente a segurança alimentar e a economia do País. Dessa forma, com base nos cenários futuros, há estimativas de declínio na produção agrícola, que irá influenciar no PIB do país (CERRI e CERRI, 2007). Segundo estudo realizado por Deconto (2008), caso não se adotem medidas de mitigação e adaptação, haverá alterações na lógica da produção agrícola no Brasil, com consequentes perdas de R\$ 7,4 bilhões em 2020 e R\$ 14 bilhões em 2070 na safra de grãos.

O Semiárido brasileiro, portanto, é uma das regiões mais vulneráveis à variabilidade climática atual e às mudanças climáticas futuras no país. Não obstante o Semiárido ser dotado de níveis de precipitação significativamente elevadas - de 400 mm a 800 mm por ano e, em algumas ocasiões, até 1.000 mm anuais – (MMA, 2010), as atividades agrícolas estão fortemente limitadas por padrões de precipitação insuficientes e pouco confiáveis, concentradas em poucos meses (três a quatro), bem como níveis de evapotranspiração elevados. Portanto, a falta de acesso aos recursos hídricos e os recorrentes eventos climáticos extremos, como as secas, têm afetado durante séculos as atividades agrícolas na região semiárida do país, causando, dentre outros fatores, má-nutrição, migração e mortes prematuras da população da região do Semiárido brasileiro.

As variabilidades temporais e espaciais, em termos de precipitações pluviométricas, constituem um atributo específico do clima do Semiárido brasileiro, onde a assimetria temporal/espacial da chuva constitui um fator determinante, haja vista a dependência da agricultura de sequeiro em relação à umidade do solo durante a época de cultivo (MARENGO et al., 2011).

Em relação à variabilidade interanual, Kayano e Andreoli (2009) sustentam que na Região semiárida do Brasil este tipo de variabilidade climática é sobremaneira acentuada, com anos extremamente secos e outros muito chuvosos. Dois eventos climáticos, portanto, que atuam de forma determinante para a situação do clima do Semiárido brasileiro diz respeito ao El Niño e à La Niña. O El Niño é o aquecimento das águas no Pacífico Tropical da Costa

Oeste do Peru e Equador até o Oeste do Pacífico, ao passo que a La Niña consiste no resfriamento anômalo das águas do oceano Pacífico, conforme Cirilo et al. (2007).

Ainda de acordo com o autor supracitado, nos anos em que predominam a ação do El Niño a pressão atmosférica apresenta valores mais tênues no Pacífico, provocando o aumento da evaporação deste Oceano e, por conseguinte, mudança nos ventos alísios. Estes fatores concatenados provocam a elevação de movimentos ascendentes e a formação de nuvens de chuva. Entretanto, esses movimentos também propiciam a movimentação descendente, inibindo a formação de chuva em algumas partes da atmosfera tropical. Estes movimentos ocorrem no Semiárido brasileiro, ocasionando alteração nos níveis de precipitação. Por outro lado, nos anos em que ocorre a La Niña, esses níveis altos criam uma forte subsidência inibindo a formação de nuvens e produzindo também movimentos ascendentes no Semiárido brasileiro.

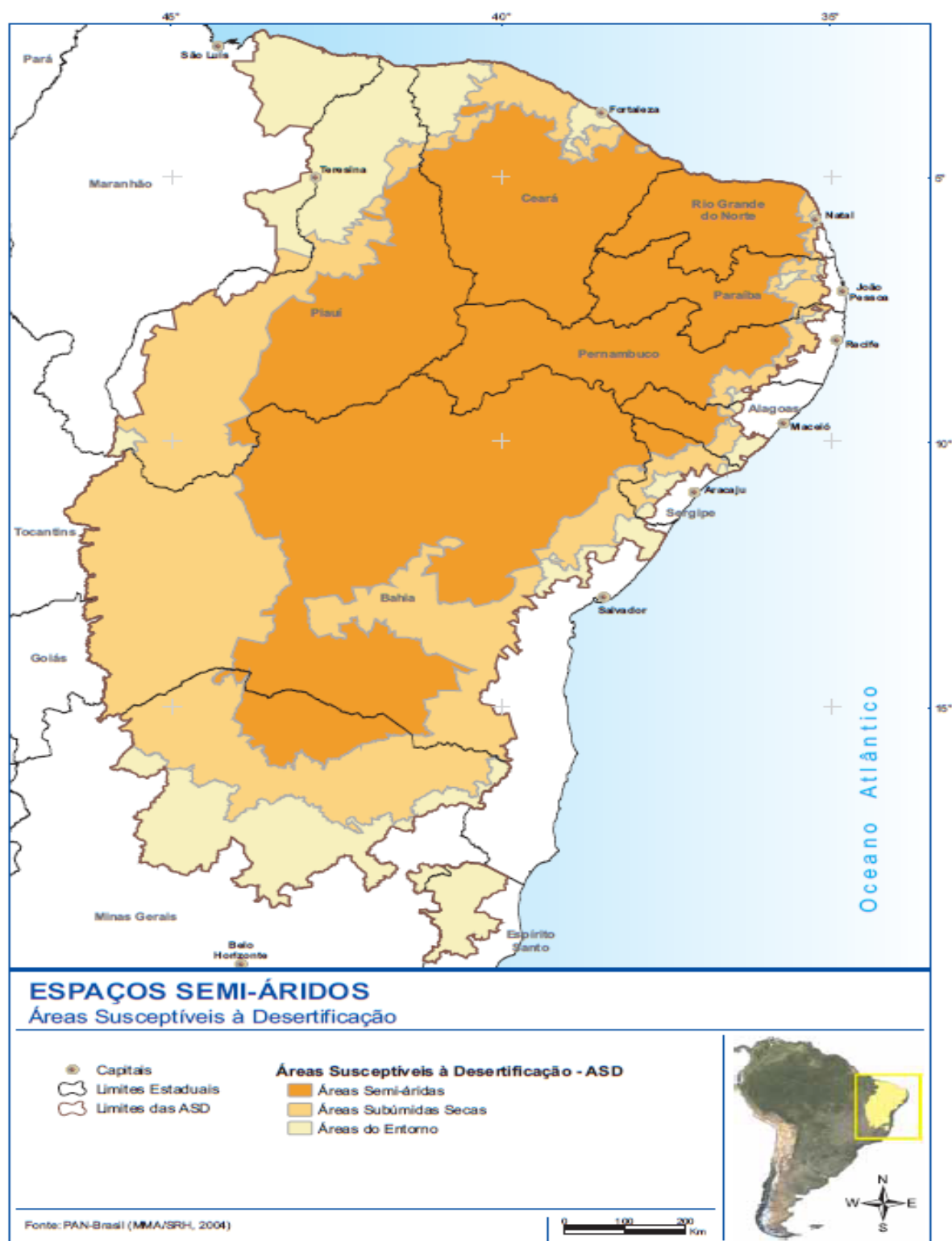
4.9 Áreas suscetíveis à desertificação e os núcleos de desertificação no Brasil

De acordo com Santana (2007), as áreas suscetíveis à desertificação no Brasil foram estabelecidas segundo critérios da UNCCD, a qual adota o Índice de Aridez (IA) que constitui a base da classificação climática segundo Thornthwaite. O Índice de Aridez é calculado pela razão entre a precipitação pluviométrica e a evapotranspiração potencial.

Em relação às regiões climáticas de abrangência da UNCCD, quais sejam áridas, semiáridas e subúmidas secas, o Brasil possui apenas clima semiárido e subúmido seco, ou seja, com o Índice de Aridez entre 0,20 e 0,65 segundo a convenção supracitada. Além das áreas classificadas em semiáridas e subúmidas secas, outra categoria de área foi atrelada a estas, a saber “as áreas de entorno”. As mesmas, apesar de não enquadrar-se no escopo do padrão climático considerado suscetível à desertificação, foram incluídas haja vista apresentarem características similares às áreas semiáridas e subúmidas secas. Outrossim, elas apresentam elevada ocorrência de secas e nichos de vegetação comuns à vegetação semiárida do Brasil, qual seja a Caatinga.

Na Figura 3 são elencadas as áreas suscetíveis à desertificação, com ênfase para as áreas semiáridas, subúmidas secas e de entorno como podem ser observadas abaixo.

Figura 3 - As Áreas Suscetíveis à Desertificação



Fonte: Santana (2007)

Em que pese à totalização das Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD's), as mesmas correspondem a 1.340.863 Km² (16% do território brasileiro), abrangendo 1.488 municípios (27%) dos nove Estados da Região Nordeste, além de porções dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo na região Sudeste do Brasil (MESSINIS, 2012). De um total superior

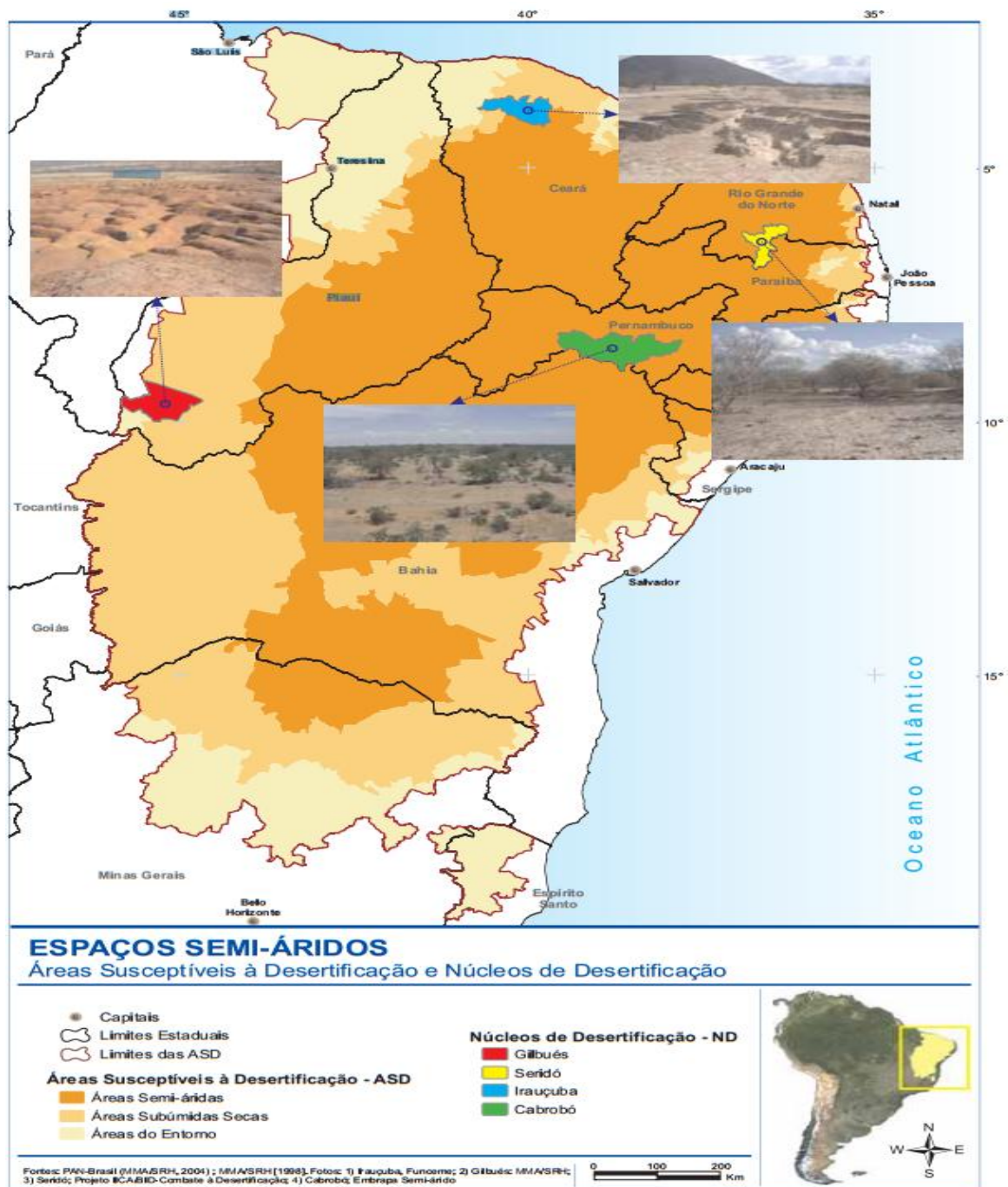
a 1,3 milhão em Km² de ASD's, 180.000 Km² já se encontram em processo grave a muito grave de desertificação, nucleados, sobretudo, nos estados do Nordeste, que apresentam 55% do seu território acometidos por distintos graus de deterioração ambiental (BRASIL, 2004).

Para Angelotti e Melo (2009) mais de 660.000 km² já estão em processo de desertificação. Cerca de 400.000 km² já atingiram estágio avançado, o que significa a interferência direta na vida de mais de 2,6 milhões de pessoas.

Destarte, mais de 30 milhões de pessoas (17% da população brasileira) são atingidas pelo fenômeno da desertificação. O fenômeno em questão ocorre nas áreas Semiáridas, Subúmidas Secas e em Áreas do Entorno, nas quais a razão entre a precipitação anual e a evapotranspiração potencial está compreendida entre 0,05 e 0,65 em termos de Índice de Aridez (SANTANA, 2007).

A Figura 4 mostra os quatro núcleos de desertificação proposto pelo Ministério do meio Ambiente (2004) e as áreas suscetíveis à desertificação (ASD).

Figura 4 - Os núcleos de Desertificação



Fonte: Santana (2007)

As áreas mais críticas estão nos Núcleos de Desertificação cujos solos encontram-se degradados de forma extremamente grave - um processo de desertificação praticamente irreversível. São elas: Gilbués (PI), Seridó (RN/PB), Irauçuba (CE), Cabrobó (PE), Cariris Velhos (PB) e Sertão do São Francisco (BA), como mostra a Figura 4.

O pioneiro no estudo da desertificação no Brasil diz respeito ao ecólogo João Vasconcelos Sobrinho, através de sua obra “Processo de desertificação ocorrentes no

Nordeste do Brasil: sua gênese e sua origem” de 1982. O mesmo selecionou seis áreas, conhecidas como “Áreas Piloto”, onde existem processos de degradação do solo e da cobertura vegetal. As seis áreas correspondem aos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Paraíba e Bahia (MMA, 2007). “Sua trajetória começou em 1971, quando da publicação da sua obra intitulado de “Núcleos de Desertificação nos Polígonos das Secas”, onde Vasconcelos Sobrinho apresentou as primeiras ideias sobre os Núcleos de Desertificação” (MARIN et al., 2012, p. 92).

No Quadro 3 são apresentadas as áreas piloto que foram elaboradas pelo pesquisador João Vasconcelos Sobrinho, bem como suas características.

Quadro 3 - As Seis Áreas Piloto Estudadas por Vasconcelos Sobrinho

Áreas Piloto	Estado	Regiões Naturais e/ ou Microrregiões Homogêneas	Municípios
01	Piauí	Caatinga e Cerrado	Giubué, Simplício Mendes, Cristino Castro, Ribeiro Gonçalves, Correntes e Bom Jesus.
02	Ceará	Inhamuns	Tauá, Arneiros, Mombaça, Aiuaba, Catarina, Saboeiro e Irauçuba.
03	Rio Grande do Norte	Seridó	Juazeirinho, Acari, Parelhas, Equador, Carnaúba dos Dantas, Caicó e Jardim do Seridó.
04	Paraíba	Cariris Velhos	Juazeirinho, São João do Cariri, Serra Branca, Cabaceiras, Camalaú e Picuí.
05	Pernambuco	Sertão Central	Salgueiro, Parnamirim, Cabrobró, Itacuraba, Belém do São Francisco, Petrolina, Afrânio, Oiricuri e Araripina.
06	Bahia	Sertão do São Francisco	Uauá, Macaruré, Chorrochó, Abaré, Rodeias, Curuçá, Glória, Jeremoabo e Juazeiro.

Fonte: MMA (2007)

Na Quadro 4, são elencados os quatro núcleos de desertificação reconhecidos pelo Ministério do Meio Ambiente. O órgão supracitado não considerou os núcleos dos Cariris Velhos (PB) e tampouco o núcleo do Sertão do São Francisco (BA).

Quadro 4 - Os Núcleos de Desertificação Reconhecidos pelo MMA

Núcleos	Superfície (Km²)	População (hab.)	Causas Principais da Desertificação e/ ou Degradação
1. Gilbués – PI	6.131	10.000	Região devastada por mineradoras
2.Irauçuba – CE	4.000	34.250	Ocupação desordenada do solo
3. Seridó – RN	2.341	244.000	Solos aluviais utilizados para extração de argila e lenha
4.Cabrobó – PE	5.960	24.000	O solo frágil não suportou a pecuária e agricultura
Total	18.431	312.250	

Fonte: PAN – BRASIL (2004)

É importante destacar que no mapeamento Brasil realizado nas Áreas em Processo de Desertificação em 1998, foram considerados apenas quatro núcleos como observado no Quadro 4. Por motivos não esclarecidos pelo Ministério do Meio Ambiente dois núcleos ficaram de fora, quais sejam Cariris Velhos e Sertão do São Francisco, recebendo assim menos atenção pelo ministério supracitado e outras instituições (RIBEIRO et al., 2003).

As causas da desertificação, observados nesses quatro núcleos, são variáveis, uma vez que a natureza dos solos e a geologia de cada região são distintos. O processo de ocupação das áreas onde se encontram os quatro núcleos também varia muito de um para outro, muito embora as atividades que neles predominam estejam quase totalmente relacionadas à agropecuária.

De acordo com Marin et al. (2012) o processo de desertificação no Núcleo de Gilbués (PI) está atrelado aos processos de erosão do solo, que se originam a partir da formação, gênese e morfologia de seus solos e na interface solo/ paisagem. Não obstante a dinâmica geológica desencadear os processos de desertificação no Sul do Piauí, as ações antrópicas (e.g., a agricultura e a pecuária) na faixa das encostas e a extração de diamantes nos leitos dos rios contribuem para o agravamento da desertificação. Ainda segundo os autores, a agricultura é pouco praticada haja vista as condições químicas do solo. Entretanto, a ação antrópica de maior evidência diz respeito à pecuária nas fixas das encostas, sobretudo por meio do corte e, conseqüentemente, pela substituição da vegetação nativa.

Em relação ao Núcleo de Irauçuba (CE), em razão do relevo no qual ocorrem esses solos, os processos de erosão não implicam formação de voçorocas como observado no

Núcleo de Gilbués. Todavia, a erosão que ocorre neste Núcleo é do tipo laminar, a qual constitui uma das formas mais agressivas aos solos, sendo pouco perceptível visualmente. Ademais, as perdas de grande vulto são pouco observáveis a curto prazo, visto que não apresentam sulcos em profundidade. Este processo só se torna perceptível por meio do acúmulo das perdas de solo por anos a fio de cultivo e, por conseguinte, pelo efeito decorrente da redução gradual que se mostra visível da profundidade do solo (ARAÚJO et al., 2005).

Em que pese o Núcleo de Seridó (RN), as ações antrópicas decorrentes do corte da vegetação para o uso da lenha, a utilização do solo (i.e., a extração de argila do solo) na indústria de cerâmica e a pecuária extensiva contribuem para o cenário de desertificação. No que concerne à atividade cerâmica, quantidades exorbitantes de argila são extraídas dos baixios (i.e., Neossolos Flúvicos), originando crateras assimétricas visíveis e não utilizáveis para a prática agrícola. Já em relação à pecuária extensiva, a mesma impulsiona o consumo da vegetação herbácea e deixa o solo exposto, ocasionando a erosão (hídrica) do solo (MARIN et al., 2012).

O Núcleo de Cabrobó, por sua vez, enquadra-se no contexto da desertificação por meio das condições climáticas, edáficas e da ocupação humana. O solo, o relevo, a precipitação, a temperatura e os ventos geram na área do Núcleo condições locais para um estado de intensidade em menor ou maior grau de desertificação, ocasionando a variação da fisionomia da paisagem (MARIN et al., op. cit, 2012).

4.10 Política pública no Semiárido e o meio ambiente

Uma das primeiras políticas públicas para o semiárido brasileiro diz respeito à implantação da Algaroba (*Prosopis Juliflora*) no final de década de 1970 e meados de 1980 (GOMES et al., 2008). Ainda segundo os autores, a mesma foi introduzida no Brasil em 1942, oriunda da região desértica de Piura no Peru, e foi disseminada no Semiárido ao longo das décadas seguintes.

O ápice da disseminação da Algaroba no Semiárido ocorreu entre as décadas de 1970 e 1980 por meio de um programa de reflorestamento do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), à época, no sentido de sanar a degradação da Caatinga. Este programa financiou uma miríade de grandes latifundiários a despeito de desenvolver a pecuária no Semiárido brasileiro (GOMES et al., 2008).

Ainda segundo os autores supracitados, a inserção da Algaroba no Semiárido ocorreu em três momentos distintos, quais sejam: de 1940 a 1960. Este período caracterizou-se pela introdução da espécie florística na região do Semiárido brasileiro; de 1961 a 1965: este

período foi caracterizado pela implementação de ações governamentais atinentes à expansão da cultura em questão; e a partir de 1966: este período caracterizou-se pelos investimentos em pesquisa.

Segundo Sebastião Silva (2000), no primeiro momento houve um grande investimento no sentido de promover a difusão de conhecimentos da espécie, como os usos variados e a sua utilização. Estime-se que neste período foram distribuídas entre 8 a 10 milhões, aproximadamente, nas áreas que abrangem o Semiárido e especificamente nos estados do Piauí, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Paraíba.

Já no segundo momento foram distribuídas 6 milhões de mudas, dentre as quais 3,5 milhões foram direcionadas e plantadas nos municípios do Semiárido. E, por fim, no terceiro momento de expansão da Algaroba houve investimentos em pesquisa, estímulo à produção e divulgação de trabalhos técnicos no sentido de propagar as descobertas e características da Algaroba. Entretanto, desde 1955, foram realizados alguns estudos sobre a Algaroba no Brasil com base em estudos fundamentados a partir de experiências estadunidenses com uma das muitas espécies de Algaroba e constatou-se que a mesma constituía uma espécie invasora para o Semiárido. No entanto, havia um alinhamento entre técnicos, agentes governamentais, elites políticas e agrárias em manter o projeto da Algaroba como estratégia de desenvolvimento (GOMES, et al., 2008).

Em uma pesquisa desenvolvida por Pedado em 2004, chegou-se à conclusão de que:

As invasões de algaroba (*Prosopis Juliflora*) formam densos maciços populacionais que competem com as espécies nativas da caatinga; a presença dessa espécie torna uma caatinga arbórea de várzea (mata ciliar) tão pobre quanto uma caatinga arbórea-arbustiva de encosta degradada, além de alterar a fitodiversidade da área invadida ao ponto de torná-la um conjunto florístico distinto no conjunto das comunidades de caatinga (SOUZA, 2008, p. 103).

Segunda Souza (2008) uma parte considerável da capacidade de diminuição e/ ou mesmo a eliminação da maioria das espécies da Caatinga nas áreas de presença de Algaroba ocorre devido a uma característica inerente a essa espécie, qual seja a alelopatia – que diz respeito ao processo de liberação de alguns elementos químicos, os quais criam um ambiente de baixa tolerância para grande parte de outras espécies e, *sui generis*, da Caatinga tipo arbustiva e arbórea.

Ainda segundo o autor, embora a Algaroba apresente uma capacidade elevada para a colonização de uma miríade de espécies ambientais, os lugares de maior proliferação dessa espécie e onde ela apresenta maior porte estão relacionados a ambientes com presença de lençol freático superficial, como é o caso das várzeas dos rios e riachos. Destarte, é

sobremaneira trivial as cacimbas e poços adjacentes secarem em razão de um período de chuva escassa e da Algaroba apresentar raízes de grande expansão horizontal, ocasionando a absorção de água próxima a mesma. Portanto, com base nessa assertiva, pode-se inferir que a Algaroba é altamente invasiva e competitiva em relação à vegetação da Caatinga. Ademais, a presença da Algaroba torna mais difícil e complexa a ocorrência dos diversos estágios de sucessão ecológica nessas paisagens.

A substituição da vegetação da Caatinga pela Algaroba contribuiu sobremaneira para a depauperação de espécies endêmicas da flora nativa, ocasionando a degradação do habitat de vários animais nativos, o agravamento do processo erosivo e a consequente perda de fertilidade do solo.

De acordo com Gomes (1979), a Região Semiárida do estado da Paraíba recebeu, em 1979, através do decreto-lei 1.134/1970 (Lei Federal de incentivos fiscais para empreendimentos florestais) um total de 293 projetos de reflorestamento para a substituição da Caatinga pela Algaroba. Deste total 83 foram executados, ao passo que 210 foram abandonados. Entretanto, houve um grande desmatamento da vegetação nativa sem que tenha havido reposição florestal.

Desde a primeira fase, a difusão da Algaroba foi conduzida por uma corrente discursiva cujo leitmotiv propugnava: “a Algaroba é a salvação do Nordeste”, ensejada em um ambiente constituído por técnicos das agências governamentais (Ministério da Agricultura), agências de desenvolvimento (SUDENE – Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste) e instituições de pesquisas (as universidades – e.g. a Universidade Federal de Viçosa). Por outro lado, outros agentes sociais (e.g. políticos, elites agrárias e gestores públicos) estavam concatenados nesta associação que apregoava o desenvolvimento para o Semiárido. A conjuntura político-social, à época, era dominada pela ciência e pela técnica que convergiam para um discurso salvacionista (GOMES et al., 2008).

Ainda segundo os autores, esse discurso foi reafirmado na Paraíba por meio dos presidentes das associações rurais dos pequenos municípios. Os documentos assinados e enviados às autoridades brasileiras afirmavam que: “a nenhuma planta é atribuída características como resistente à seca e à salinidade; desenvolvimento rápido e produção em período de seca como a Algaroba” (GOMES et al., 2008, p. 7).

Para os mesmos autores, o discurso coletivo dos presidentes destas associações estava vinculado a um campo de interesses que, historicamente, no passado demonstraram coexistência através da dominação entre indivíduos e, hodiernamente, entre instituições. Destarte, com base neste discurso a Algaroba seria a panaceia para o Semiárido da Paraíba.

De acordo com o Decreto-Lei Nº 289/1967 que instituiu o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, reza em seu artigo 2º: o IBDF destina-se a formular a política florestal bem como a orientação, coordenação, execução ou a fazer executar as medidas cabíveis quanto à utilização racional, à proteção e à conservação dos recursos naturais renováveis ao desenvolvimento florestal do país (BRASIL, 1967).

O presente artigo do decreto-lei supramencionado se mostra paradoxal visto que não houve por parte do IBDF nenhuma preocupação com a proteção da Caatinga, visto que nas décadas de 1960 e 1970 já havia estudos, e.g., Andrade-Lima (1960), Ab'Sáber (1974): o qual estabeleceu os seis domínios morfoclimáticos, dentre os quais a Caatinga) que descreviam as peculiaridades deste bioma. O mesmo, ao que parece, representava um entrave para o desenvolvimento do Nordeste semiárido, inferindo-se que por essa razão foi implantado o projeto de introdução da Algaroba no Semiárido brasileiro.

Segundo Brasil (1967), o artigo 3º do Decreto-Lei Nº 289/1967 estabelece como objetivo: (III) – o florestamento e reflorestamento com fins econômicos; (IV) – o florestamento e reflorestamento com fins ecológicos, turísticos e paisagísticos, respectivamente.

Fica patente, diante do exposto, que o inciso IV aplicou-se amplamente no Semiárido uma vez que o projeto da Algaroba tinha um objetivo muito claro qual seja a incrementação da pecuária, ao passo que o inciso IV não era objeto do plano desenvolvimentista para a Região em questão.

4.11 Políticas públicas para a agricultura familiar no Semiárido

Em que pese às políticas públicas para o Semiárido em relação à agricultura familiar existem várias políticas direcionadas, com destaque para o PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) o qual constitui a primeira política dirigida à agricultura familiar no Brasil e, *sui generis*, no Semiárido. O mesmo tem como objetivo promover o desenvolvimento sustentável nas áreas rurais, aumentando a capacidade produtiva dos agricultores familiares e proporcionando aos mesmos a melhoria da renda no campo (MDA, 2015).

Considera-se a agricultura familiar como um segmento de grande relevância para o abastecimento interno do país e, sobretudo, para a renda de milhares de agricultores rurais. O termo “agricultura familiar” foi introduzido no Brasil a partir da década de 1990, constituindo uma categoria social a partir da qual serve como um fulcro para elaboração de políticas públicas e/ ou pesquisas científicas. Ademais, constitui uma categoria sindical ou profissional,

a qual norteia um conjunto de ações e propostas dos sindicatos e de outras organizações no âmbito da representação social dos agricultores (SCHRÖDER, 2010). Para Schneider (2012) a agricultura familiar e, *pari passu*, os agricultores sempre existiram, porém este conceito só conformou-se como categoria política a partir da década de 1990.

No âmbito da política agrícola, em 1991 foi promulgada a Lei Federal Nº 8.171 que dispõe sobre a política agrícola no Brasil. O artigo 19 da lei supracitada, no que tange à proteção do meio ambiente e a conservação dos recursos naturais, circunscreve que o poder público deverá:

I – integrar, a nível de Governo Federal, os Estados, o Distrito Federal, os Territórios, os Municípios, e as comunidades na preservação do meio ambiente e conservação dos recursos naturais; II – disciplinar e fiscalizar o uso racional do solo, da água, da fauna e da flora; IV – promover e/ ou estimular a recuperação das áreas em processo de desertificação; V – promover programas de educação ambiental, a nível formal e informal, dirigidos à população; VI – fomentar a produção de sementes e mudas de essência nativa; VII – coordenar programas de estímulo e incentivo à preservação das nascentes dos cursos d’água e do meio ambiente, bem como o aproveitamento de dejetos animais para conversão em fertilizantes. (BRASIL, 1991, p. 7).

A Lei em questão corresponde a um avanço em que pese à interface sociedade/natureza, mas não foi levada a cabo pelas instâncias competentes. Outrossim, tampouco houve esforço sinérgico entre os órgãos competentes e a sociedade civil no sentido de promover um meio ambiente ecologicamente equilibrado conforme o disposto no artigo 225 da Constituição Federal de 1988, cabendo ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 2017).

A mesma propugna pela preservação do meio ambiente e dos recursos naturais; pela fiscalização do uso racional do solo, bem como da flora e da fauna; a promoção e recuperação das áreas em processo de desertificação; a promoção de programas de educação ambiental; a fomentação da produção de sementes e mudas nativas; a preservação dos cursos d’água; e o aproveitamento de dejetos de animais como adubo em oposição aos agrotóxicos. Entretanto, pouco foi feito nas áreas rurais do Semiárido até os dias atuais. Se por um lado o Decreto-Lei 1.134/1970 (Lei Federal de incentivos fiscais para empreendimentos florestais) incentivou a substituição da Caatinga pela implantação da Algaroba, por outro a lei em questão, ao menos, traz no bojo a importância da flora nativa.

A Lei 8.171/1991 (que dispõe sobre a política agrícola), em seu artigo 21, estabelece que é de incumbência do poder público a identificação, em todo o território nacional, das áreas desertificadas, as quais só poderão ser exploradas mediante a adoção de um plano de

manejo adequado, com o emprego de tecnologias capazes de mitigar o processo da desertificação e a recuperação das áreas degradadas (BRASIL, 1991).

O semiárido brasileiro, portanto, está distante de ser contemplado com estas políticas haja vista a escassez de técnicos agrícolas para os municípios do Semiárido e a efetivação das políticas voltadas para o uso e manejo adequado do solo, bem como a implementação de políticas de combate e mitigação da desertificação.

Ainda em relação às políticas agrícolas sustentáveis, em 1992 ocorreu, na cidade do Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e o Desenvolvimento, conhecida como ECO-92. Fruto das discussões realizadas nesta conferência foi criado um documento base, a saber a Agenda 21. O capítulo 14 deste documento fala sobre o desenvolvimento rural e a agricultura sustentável e destaca alguns pontos pertinentes, dentre os quais:

- O aumento da produção de alimentos de forma sustentável e a incrementação da segurança alimentar;
- A reforma da política agrícola e a conservação da terra [...];
- A ampliação dos sistemas de controle do desmatamento e o manejo adequado das matas.

O mesmo ainda propõe a proteção do meio ambiente e a gestão adequada dos recursos naturais. Ademais, o documento estabelece como prioridade a manutenção e o aperfeiçoamento da capacidade das terras agrícolas com maior potencial produtivo e, concomitantemente, a conservação e a reabilitação dos recursos naturais das terras agrícolas com menor potencial.

De acordo com exposto acima, trata-se de duas vertentes importantes a serem analisadas: a) as terras de grande potencial, ou seja, a agricultura de grande escala em âmbito mundial para assegurar a alimentação da população global; b) as terras agrícolas com menor potencial, ou seja, a agricultura de pequena escala – a agricultura familiar, a qual é responsável por 70% do alimento que chega à mesa dos brasileiros (MDS, 2019).

Ainda que o documento mencione a agricultura de pequeno porte, a mesma sempre foi colocada em segundo plano, ao passo que a agricultura de grande porte ou o agronegócio se sobrepõe às demais dimensões agrícolas.

Em 1996, por meio do Decreto 1.946, foi criado o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF. O mesmo tem como escopo a promoção

do desenvolvimento rural sustentável no âmbito rural, o aumento da capacidade produtiva, a geração de emprego e renda e a melhoria desta última.

De acordo o artigo 2º e o parágrafo 2º do Decreto supracitado, o programa apresenta as seguintes diretrizes:

- a) melhorar a qualidade de vida no segmento de agricultura familiar, mediante promoção do desenvolvimento rural de forma sustentada, aumento de sua capacidade produtiva e abertura de novas oportunidades de emprego e renda; b) proporcionar o aprimoramento das técnicas empregadas, mediante estímulo à pesquisa, desenvolvimento e difusão de técnicas adequadas à agricultura familiar, com vistas ao aumento da produtividade do trabalho agrícola, conjugado com a proteção do meio ambiente; c) fomentar o aprimoramento profissional do agricultor familiar, proporcionando-lhe novos padrões tecnológicos e gerenciais; d) adequar e implantar a infra-estrutura física e social necessária ao melhor desempenho produtivo dos agricultores familiares, fortalecendo os serviços de apoio à implementação de seus projetos, à obtenção de financiamento em volume suficiente e oportuno dentro do calendário agrícola e o seu acesso e permanência no mercado, em condições competitivas; e) atuar em função das demandas estabelecidas nos níveis municipal, estadual e federal pelos agricultores familiares e suas organizações; f) agilizar os processos administrativos, de modo a permitir que os benefícios proporcionados pelo Programa sejam rapidamente absorvidos pelos agricultores familiares e suas organizações; g) buscar a participação dos agricultores familiares e de seus representantes nas decisões e iniciativas do Programa; h) promover parcerias entre os poderes públicos e o setor privado para o desenvolvimento das ações previstas, como forma de se obter apoio e fomentar processos autenticamente participativos e descentralizados; i) estimular e potencializar as experiências de desenvolvimento, que estejam sendo executadas pelos agricultores familiares e suas organizações, nas áreas de educação, formação, pesquisas e produção, entre outras (BRASIL, 1996, p. 1).

De acordo com o exposto nos dispositivos supracitados do Decreto que criou o PRONAF, fica patente a preocupação com a melhoria da qualidade de vida dos agricultores familiares, bem como o desenvolvimento rural sustentável e a geração de emprego e renda no campo. Ademais, cita-se a importância da infraestrutura rural e o aprimoramento profissional dos agricultores. Entretanto, quase 23 anos após a promulgação deste Decreto, os efeitos do mesmo não foram reverberados no âmbito da agricultura familiar no semiárido brasileiro.

O Semiárido é desprovido de assistência técnica rural contínua e, desta forma, julga-se longínqua a possibilidade de se alcançar um padrão de qualidade de vida plausível sem os meios necessários para tal. O órgão que atua na direção de promover assistência técnica rural, qual seja a EMATER, as mais das vezes, dispõe de apenas um representante por município para abranger toda uma extensão rural. Desta feita torna-se pertinente pensar nos reflexos deste Decreto no meio rural hodiernamente.

Para Silva e Schneider (2009) o PRONAF pode ser compreendido como sendo uma política pública que possibilita a gestão local, concedendo aos municípios e à sociedade civil organizada (e.g. os sindicatos de trabalhadores rurais, as associações rurais, as cooperativas, etc.) o engajamento nos debates e na formulação de políticas públicas para o desenvolvimento rural local, além de contribuir para a relação democrática de gestão das ações do governo, ainda que de maneira tênue, visto que necessita de fortalecimento em que pese à efetiva participação social neste processo.

Para Fernandes (2013) o PRONAF foi criado com o propósito de financiar projetos individuais ou coletivos, os quais geram renda para os agricultores familiares. O mesmo possui as mais baixas taxas de juros no que tange ao financiamento rural através de linhas de créditos através Banco do Brasil e do BNDES.

Segundo Silva e Schneider, o PRONAF

[...] em larga medida foi formulado como resposta às pressões do movimento sindical rural, realizadas desde os albores dos anos de 1990, nasceu com a finalidade de prover crédito agrícola e apoio institucional às categorias de pequenos produtores rurais que vinham sendo alijadas das políticas públicas ao longo da década de 1980 e encontrava sérias dificuldades para se manter na atividade (SILVA; SCHNEIDER, 2009, p. 147).

Conforme Abramovay (2002) o fortalecimento da agricultura familiar passa a ser objetivo do governo, visto que a mesma é fundamental para o desenvolvimento do País. O PRONAF, portanto, neste aspecto, constitui-se numa ferramenta imprescindível para tornar menos a dependência dos programas de transferência de renda dos agricultores familiares. Ademais, contribui para o fortalecimento da agricultura familiar e, conseqüentemente, para o desenvolvimento regional, auxiliando os municípios a conter o êxodo rural das populações.

Outra política pública afim ao PRONAF diz respeito ao Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), o qual foi criado pela Lei 10.696/ 2003. O artigo 19 desta Lei estabelece:

Fica instituído o Programa de Aquisição de Alimentos com a finalidade de incentivar a agricultura familiar, compreendendo ações vinculadas à distribuição de produtos agropecuários para pessoas em situação de insegurança alimentar e à formação de estoques estratégicos. § 1º Os recursos arrecadados com a venda de estoques estratégicos formados nos termos deste artigo serão destinados integralmente às ações de combate à fome e à promoção da segurança alimentar. § 2º O Programa de que trata o caput será destinado à aquisição de produtos agropecuários produzidos por agricultores familiares que se enquadrem no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF, ficando dispensada a licitação para essa aquisição desde que os preços não sejam superiores aos praticados nos mercados regionais (BRASIL, 2003, p. 1).

O PAA tem como objetivo a promoção do abastecimento alimentar local através dos produtos oferecidos localmente para agricultura familiar e apresenta como estratégia o

combate à fome e à desnutrição. Ademais, as comunidades contempladas passam a fazer parte de uma rede de proteção social capaz de oferecer refeições gratuitas ou a preços acessíveis a quem necessita, além de promover o fortalecimento da agricultura familiar, a qual concentra grande parte dos focos de vulnerabilidade social e de insegurança alimentar no campo. Destarte, o PAA promove a inclusão social no campo e desempenha uma função estratégica na integração da política nacional de segurança alimentar e da política nacional de fortalecimento da agricultura familiar, funcionando como estratégia consistente de desenvolvimento econômico local. (SESAN, 2010, p. 5).

De acordo com Sampaio (2006) PAA surgiu com o objetivo de incentivar a agricultura familiar através da remuneração adequada da produção e compra, diretamente e de forma antecipada, da produção nas próprias regiões de consumo. Ademais, tem o objetivo de distribuir os alimentos para as populações em situação de risco alimentar.

Para Mattei (2007, p. 5),

De alguma forma, pode-se dizer que a Lei que instituiu o PAA, desburocratizou o processo de aquisição dos produtos da agricultura familiar para atender os programas públicos, ao dispensar as regras de licitação requeridas pela Lei 8.666/1993. Com isso, criou-se um marco jurídico capaz de possibilitar uma maior presença do Estado no apoio aos processos de comercialização da produção dos agricultores familiares.

O PAA também tem como escopo prover a alimentação para as escolas e outros beneficiários de programas sociais por meio dos produtos da agricultura familiar, de maneira a garantir uma alimentação saudável e promover a articulação da agricultura de base familiar com os programas sociais, no sentido de operacionalizar a compra diversificada de produtos das famílias agricultoras organizadas em grupos formais (i.e. associações ou cooperativas) e garantir a doação às entidades participantes de programas sociais, bem como as entidades filantrópicas (MATTEI, 2007).

Ainda de acordo com o autor supracitado, é importante mencionar que neste programa, o governo compra os produtos agrícolas diretamente dos agricultores familiares e os distribui para as famílias de baixa renda, fortalecendo assim a agricultura familiar e promovendo o abastecimento alimentício para as famílias carentes. Este é um dos propósitos deste modelo de programa de políticas públicas governamental.

E por último, outro programa que merece destaque diz respeito ao Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), criado em 2009 pela Lei nº 11.947. O mesmo é gerenciado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) e consiste em transferência

de recursos financeiros destinados aos entes federativos - Estados, Distrito Federal e Municípios - (BRASIL, 2009).

O artigo 2º e o inciso V da Lei nº 11.947, diz:

“V – o apoio ao desenvolvimento sustentável, com incentivos para a aquisição de gêneros alimentícios diversificados, produzidos em âmbito local e preferencialmente pela agricultura familiar e pelos empreendedores familiares rurais [...]” (BRASIL, 2009, p. 1, grifo nosso).

Ainda de acordo com artigo 14 da mesma Lei, ler-se:

Art. 14. Do total dos recursos financeiros repassados pelo FNDE, no âmbito do PNAE, no mínimo 30% (trinta por cento) deverão ser utilizados na aquisição de gêneros alimentícios diretamente da agricultura familiar e do empreendedor familiar rural ou de suas organizações [...] (BRASIL, 2009, p. 4, grifo nosso).

Diante do exposto nos dispositivos da Lei supracitada, infere-se que o PNAE prioriza o desenvolvimento sustentável e o respaldo aos agricultores familiares através da compra dos seus produtos. Desta forma, o “local” é posto como essencial para a operacionalização e execução deste Programa.

De acordo com o artigo 14 da Lei 11.947, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, no âmbito do FNDE e em consonância com as diretrizes do PNAE, têm a incumbência de destinar 30% dos recursos provenientes deste fundo para a compra dos produtos da agricultura familiar. Este aspecto da lei pressupõe sobremaneira a relevância do papel da agricultura familiar no Brasil e, assim, valoriza os pequenos produtores rurais, reconhecendo sua importância fundamental para a economia do país no que tange à produção agrícola.

4.12 Políticas de recursos hídricos para o Semiárido

O primeiro órgão a estudar a problemática do Semiárido e que foi instituído enquanto política pública para a região diz respeito à Inspetoria de Obras contra as Secas (IOCS). A mesma foi criada pelo Decreto nº 7.619/1909 e teve como inspiração o “*Reclamation Service*” criado em 1902 nos Estados Unidos da América (VILLA, 2000). O surgimento do órgão supramencionado constituiu um marco em que pese à política pública federal para o semiárido do Nordeste e teve como objetivo a construção de açudes e a perfuração de poços na Região Semiárida brasileira, com vistas ao combate às secas na região Nordeste.

Esta política hídrica estava assentada na construção de barragens, açudes, poços, etc. e os recursos alocados destinavam-se, em sua grande maioria, aos grandes latifundiários da

Região Nordeste, ficando os pequenos produtores rurais à margem da política. O IOCS foi o primeiro órgão, em âmbito Federal, criado com o objetivo de sistematizar o combate às secas periódicas, as quais acometiam a região Nordeste.

Em 1945 houve uma mudança no contexto da política vigente (IOCS). Esta terminologia, a partir de então, passou a chamar-se Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS) através do Decreto-Lei nº 8.846 e tinha como escopo a definição e instauração de medidas de emergência durante os períodos de estiagem prolongados, no sentido de assistir a população acometida pela seca (AZEVEDO, 2017).

As políticas hídricas engendradas a partir do leitmotiv “luta contra as secas” e/ ou “combate às secas” corroboram as relações de poder já alicerçadas a partir do monopólio da terra, na medida em que a água estocada em açudes e/ ou barragens se encontravam nas propriedades dos grandes e médios possuidores de terra. O poder decorrente do controle da terra, agora era reforçado também pelo controle da água (AZEVEDO, 2017, op. cit.). O pequeno proprietário se submeteu ao grande latifundiário não tão somente pela terra, como também pelo acesso à água (ALBUQUERQUE, 1999).

O DNOCS não operacionalizava tão somente no sentido de construção de açudes, barragens etc., mas na pavimentação de uma estrutura para o desenvolvimento do Nordeste. Para Sampaio (1979) as grandes frentes de atuação do DNOCS estavam atreladas à construção de açudes, perfuração de poços, aberturas de rodovias, projeto de irrigação e instalação de rede hidroelétrica.

No início do século XXI, em 2003, a Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA, S/D) criou o Programa “Um Milhão de Cisternas” (cuja sigla é P1MC), através do apoio do Governo Federal e do financiamento da Federação Brasileira de Bancos (Febraban). O escopo principal do P1MC está relacionado ao melhoramento das condições de vida das famílias que habitam na Região Semiárida Brasileira, possibilitando o acesso direto à água por meio da construção de cisternas de placas (ASA, S/D).

Ainda de acordo com a ASA (S/D, op. cit.) com o armazenamento da água da chuva em cisternas de placas de cimento, as famílias do Semiárido passam a ter, em suas casas, água potável para o atendimento de suas necessidades básicas. A ASA denomina este processo de armazenamento da água da chuva em cisternas de “descentralização e democratização da água”. Destarte, as famílias do Semiárido fazem a transição de dependentes para gestoras de sua própria água, representando um avanço para as comunidades rurais do semiárido brasileiro.

O objetivo do P1MC consiste em contemplar:

[...] cerca de 5 milhões de pessoas em toda Região Semiárida com água potável para beber e cozinhar, através das cisternas de placas. A meta principal deste programa é construir um milhão de cisternas com capacidade para armazenar 16 bilhões de litros de água da chuva, além de proporcionar o acesso descentralizado de água potável para um milhão de famílias, aproximadamente cinco milhões de pessoas (ASA, 2003,s/p).

Para Azevêdo (2017) a característica principal da proposta do P1MC é apregoar um modelo segundo o qual seja incorporado, de maneira integral, pela comunidade de interesse e beneficiária desta política pública. O P1MC estabelece, junto às comunidades rurais do semiárido brasileiro, um processo de capacitação que tem como objetivo envolver diretamente um milhão de famílias. A cisterna constitui o embrião para que as famílias possam perceber que é possível conviver e se desenvolver no Semiárido.

Quatro anos após a criação do P1MC, a ASA (2007) criou o segundo Programa voltado para os recursos hídricos no Semiárido, qual seja o Programa “Uma Terra e Duas Águas” (cujas sigla é P1+2). O P1+2 constitui uma das ações da ASA para promover a convivência com o Semiárido e foi concebido no sentido de fortalecer e dar continuidade ao P1MC. O P1+2 está voltado para a pavimentação de condições às famílias agricultoras, no sentido de intensificar sua produção de alimentos para o consumo e/ ou para a venda (SOUZA, 2014).

O nome atribuído ao programa em questão procura evidenciar o seu alcance, o qual leva “duas águas” para uma “mesma terra”. A “primeira água” diz respeito àquela destinada ao consumo humano, a qual foi viabilizada pelas cisternas construídas pelo P1MC, ao passo que a “segunda água” (+2) é voltada à produção. A proposta basilar do programa reside no pressuposto de que as famílias agricultoras tenham acesso a terra por meio de tecnologias de captação e armazenamento de água da chuva e do domínio de conhecimentos para a gestão dos recursos hídricos, com vistas para o fortalecimento de estratégias de produção com base no princípio de convivência com o Semiárido (SOUZA, 2014).

O P1+2 é um programa de formação e mobilização social para a convivência com o Semiárido afim de complementar o P1MC e tem como objetivo estratégico garantir acesso e manejo sustentável a terra e à água, promovendo a segurança alimentar (i.e. por meio da produção vegetal e animal) através da construção de processos participativos da população rural (GNADLINGER et al., 2005).

Em 2003 foi criando, pelo Governo Federal e em parceria com o BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social), a Petrobras, a fundação Banco do Brasil, a Embrapa, o DNOCS, a CPRM, a UFCG (Universidade Federal de Campina Grande) e

outras instituições federais, estaduais e municipais, o Programa Água Doce (PAD). O PAD tem como objetivo estabelecer uma política permanente de acesso à água de qualidade haja vista o consumo humano por meio do aproveitamento sustentável das águas subterrâneas e, concomitantemente, incorporar ao seu escopo cuidados ambientais e sociais na gestão de sistemas de dessalinização da água, com vista a atender as comunidades rurais do Semiárido Brasileiro (MMA, 2012).

Ainda segundo o MMA (2012, op. cit.), as ações do PAD são direcionadas com base nos Planos Estaduais de Implementação e Gestão do mesmo, que tem como objetivo atender um quarto da população rural do Semiárido Brasileiro até o de 2019. Suas ações são voltadas aos municípios que se encontram em situação mais crítica de cada Estado e às áreas mais suscetíveis à desertificação.

O mais amplo projeto no que tange às políticas públicas hídricas voltadas para o Semiárido diz respeito ao Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF), instituído pelo Decreto n.º 5.995/ 2006. De acordo com a ANA⁴ (S/D), o projeto vai atender a 12 milhões de pessoas distribuídas em 390 municípios dos estados do Ceará, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Paraíba e tem o objetivo de beneficiar 294 comunidades rurais as quais se encontram às margens do canal de integração das águas. O PISF possui duas frentes de operação, quais seja o Eixo Leste que tem 217 Km, passando pelos estados de Pernambuco e Paraíba e o Eixo Norte que tem 260 Km e abrange os estados de Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará e Paraíba.

Segundo o Ministério da Integração Nacional (MI), o PISF se assenta numa estratégia para o desenvolvimento da Região do Semiárido do Nordeste e objetiva atender as necessidades de abastecimento d'água da região do Semiárido (MI, S/D). O projeto teve início em 2007 e foi concluído, em parte, em 2018.

4.13 Gerenciamento dos recursos hídricos no Semiárido

A Lei n.º 9.433/1997 institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. O artigo 1º e incisos V e VI, respectivamente, elucidam que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e que a gestão dos recursos hídricos deve ser

⁴ANA – Agência Nacional das Águas. **PISF - Projeto de Integração do rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.** Disponível em:< <http://www3.ana.gov.br/porta/ANA/noticias/ana-define-indicadores-de-avaliacao-para-do-pisf> >. Acesso em 15 de março de 2019.

descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (BRASIL, 1997).

Sendo a bacia hidrográfica o fulcro para a política de recursos hídricos, Christofolletti argumenta que:

Por vezes se pode encontrar a bacia hidrográfica sendo caracterizada como uma área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial, ou geomorfologicamente por um sistema aberto que recebe suprimento contínuo de energia através do clima reinante e, que sistematicamente, perde através da água e dos sedimentos que a deixam (1985, p. 102).

O conceito de bacia hidrografia, portanto, se estende além do exposto acima e compreende não tão somente rios e lagos, mas todo o recurso hídrico (i.e. superficial ou subterrâneo). Ademais, é mister levar em consideração um conjunto de fatores naturais - bem como as atividades humanas, as quais o integram (CAVALCANTE e SILVA, 2016). Destarte, a gestão ambiental de bacias hidrográficas se apresenta como uma ferramenta fundamental no âmbito das políticas públicas de recursos hídricos e tem na interface sociedade/ natureza o seu grande desafio.

O artigo 7º da Lei nº 9.433/1997 aborda os Planos de Recursos Hídricos, onde os programas e os projetos terão que abranger os seguintes conteúdos: “I) diagnóstico da atual situação dos recursos hídricos; II) análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo” (BRASIL, 1997, p. 1).

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos foi criado com os seguintes objetivos segundo o artigo 32 da Lei nº 9.433/1997:

“I – coordenar a gestão integrada das águas; III – implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos; IV – planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos [...]” (BRASIL, 1997, p. 7, grifo nosso).

Segundo Lanna (1995), o gerenciamento de bacia hidrográfica constitui um instrumento que baliza o poder público e a sociedade em que pese à utilização e o consequente monitoramento dos recursos ambientais/ naturais com vistas ao desenvolvimento sustentável. Todavia, os instrumentos de gestão ambiental devem estar mais abertos à participação da sociedade civil em todos os seus segmentos, não tão somente como fiscalizadores, mas também como cogestores, onde a contribuição de todos é necessária para a execução de todas as etapas.

No que tange à gestão de bacias, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos é composto da seguinte maneira:

I – o Conselho Nacional de Recursos Hídricos; II – os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal; III – os Comitês de Bacias; IV – os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais e municipais cujas competências se relacionam com a gestão de recursos hídricos; V – as Agências de Água (BRASIL, 1997, art. 33, p. 8).

O artigo 37 da Lei nº 9.433/1997, estabelece a área de atuação dos Comitês de Bacia Hidrográfica. De acordo com o artigo 37, a área de atuação compreende: “I – a totalidade de uma bacia; II – sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia ou de tributário desse tributário; ou III – grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas” (BRASIL, 1997, p. 9).

Ainda se tratando de Comitês de Bacia Hidrográfica, o artigo 39 da mesma Lei discorre sobre a composição e os representantes da mesma, a saber:

I – da União; II – dos Estados e do distrito Federal cujos territórios se situem, ainda que parcialmente em suas respectivas áreas de atuação; III – dos Municípios situados, no topo ou em parte, em sua área de atuação; IV – dos usuários das águas de sua área de atuação; V – das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia (BRASIL, 1997, p. 10).

A utilização da bacia ou microbacia hidrográfica, em que pese os planos de manejo ambiental, deve ser analisada de maneira sistêmica, tendo em vista a coadunação dos aspectos socioeconômicos que definem os processos de tessitura espacial dentro e fora da área da bacia. Em relação ao conceito de microbacia hidrográfica, Bertone e Lombardi Neto (1999, p. 334) concluem que:

A microbacia hidrográfica, unidade básica das atividades é entendida como uma área fisiográfica drenada por um curso d'água ou por um sistema de cursos de água conectados e que convergem, direta ou indiretamente, para um leito ou para um espelho d'água, constituindo uma unidade ideal para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais no meio ambiente por ela definido.

Segundo Bressan (1996), em relação ao uso da bacia ou microbacia hidrográfica, argumenta que os programas de manejo integrado de bacias hidrográficas se alicerçam na abordagem da totalidade do espaço abrangido numa área geográfica drenada por um sistema de cursos de água que convergem para um leito ou espelho de água, ou seja, cada parcela do espaço (i.e. cada propriedade) pode ser considerada em seu todo e, concomitantemente, em sua relação com as demais parcelas (i.e. conjunto de propriedades). Destarte, trata-se de uma concepção segunda a qual a unidade de planejamento e gestão consiste na bacia hidrográfica ou suas divisões (e.g. sub-bacias, microbacias, etc.).

Diante do exposto, infere-se que o uso da bacia hidrográfica ou microbacia enquanto unidade de gestão, quer seja especificamente dos recursos hídricos ou mais amplamente como

a gestão ambiental, vem sendo amiúde empregada como lastro no que tange às ações dos instrumentos de gestão ambiental. Destarte, o processo de integração entre gestão ambiental e a gestão dos recursos hídricos possibilita uma maior integração direta em relação às diferentes formas de uso e apropriação dos recursos naturais, haja vista a visão sistêmica empregada no conceito de bacia hidrográfica.

Para Magalhães (1995), o gerenciamento de bacias tem relação direta com o uso do solo, com a vegetação, o clima, a situação das matas ripárias, etc. e com a política de gestão ambiental mais abrangente do que propriamente com os recursos hídricos. Em razão disso, o enquadramento mais específico do gerenciamento de bacias, enquanto categoria específica com tratamento excepcional legislativo parece atender com maior adequação aos imperativos da gestão ambiental de forma incisiva.

Diante do exposto, artigo 2º e inciso III da Lei nº 9.433/1997 no que tange à Política Nacional de Recursos Hídricos tem como um dos seus objetivos a prevenção e a defesa contra os eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos hídricos.

A lei nº 8.171/ 1991 que dispõe sobre a Política Agrícola relata em seu artigo 20 que “as bacias hidrográficas constituem-se em unidades de planejamento do uso, da conservação e da recuperação dos recursos naturais” (BRASIL, 1991, p. 7). Destarte, é mister o trinômio planejamento/ conservação/ recuperação dos recursos naturais haja vista o gerenciamento eficaz dos recursos hídricos.

No que concerne à gestão das águas no Semiárido, as tentativas em dirimir os problemas hídricos passam pela disponibilidade de água em quantidade e qualidade de forma a reproduzir as condições necessárias de vida (SOBRAL, 2011).

Há a premência do gerenciamento dos recursos hídricos de maneira integrada com outros componentes ambientais do Semiárido (i.e. vegetação, etc.), os quais são subjacentes à gestão hídrica. De acordo com Sobral (2011, op. cit.), o estabelecimento de estratégias para a gestão dos recursos hídricos deve levar em consideração alguns pontos, quais sejam:

- a promoção da gestão integrada e participativa dos recursos hídricos, assegurando a introdução de outros sistemas de gestão;
- a avaliação de tecnologias sociais de convivência com o Semiárido e sua incorporação nas políticas públicas;
- o fortalecimento da participação dos agricultores familiares nos Comitês de Bacia Hidrográfica, no que diz respeito à tomada de decisões e a capacitação dos mesmos;

- o fortalecimento das instituições que participam da gestão dos recursos hídricos;
- a sensibilização e mobilização das comunidades do Semiárido haja vista um maior engajamento na gestão dos recursos hídricos;
- a propagação de procedimento de revitalização das bacias hidrográficas; e
- a implantação de infraestrutura hídrica (e.g. poços, açudes, barragens subterrâneas, etc.).

No contexto da gestão de recursos hídricos, o Estado do Ceará foi o pioneiro da Região Semiárida brasileira a implementar, antes mesmo da Lei nº 9.433/1997, sua própria política de gestão de recursos hídricos. Poucos anos depois, mas antes de 1997, foi a vez da Bahia, Rio Grande do Norte e Paraíba. Em síntese, essas políticas seguem os mesmos objetivos relativos à Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) e possuem os mesmos instrumentos da política nacional em questão (ANA, S/D, op. cit.).

Em termos de gerenciamento dos recursos hídricos no Semiárido, Vieira e Ribeiro (2007) faz duas pontuações, a saber:

- há no semiárido brasileiro, durante quase cem anos, toda uma infraestrutura hidráulica constituída por grandes, pequenos e médios reservatórios de água voltada para o abastecimento, a irrigação e a piscicultura, não obstante a insuficiência para garantir a integração das potencialidades hídricas regionais. Entretanto, já existe em muitas bacias e sub-bacias um sistema integrado de operação dos reservatórios, com vistas à otimização da deficiência hídrica;
- há também um número de poços públicos e privados perfurados no Semiárido, ocasionando dificuldades gerenciais relevantes, quais sejam o controle e a manutenção dessas obras; as interferências e as interações com as águas superficiais e a recarga e a contaminação do lençol freático.

Os Estados do Semiárido, em que pese à escassez de água persistente, estão implementando de forma célere seus sistemas de gestão dos recursos hídricos. Entretanto, urge a necessidade de implementação de uma política hídrica voltada também para a preservação das matas ripárias ao longo das bacias hidrográficas.

4.14 Gestão dos recursos hídricos na Paraíba

No estado da Paraíba, a Lei n.º 6.308/1996 instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos. Esta Lei antecedeu a Lei nº 9.433/1997 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A Lei da

Política Estadual de Recursos Hídricos, em seu artigo 2º apresenta como princípios: III – a bacia hidrográfica constitui uma unidade básica físico-territorial de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos; IV – o gerenciamento dos recursos hídricos ocorrerá de maneira participativa e integrada, tendo em vista os aspectos quantitativos e qualitativos dos recursos hídricos e as diferentes fases do ciclo hidrológico; V – o aproveitamento dos recursos hídricos será realizado racionalmente, de modo a garantir o desenvolvimento e a preservação do meio ambiente; e VI – o aproveitamento e o gerenciamento dos recursos hídricos serão utilizados como instrumento de combate aos efeitos adversos da poluição, da seca, de inundações, do desmatamento indiscriminado, de queimadas, da erosão e do assoreamento.

Em relação ao inciso IV do artigo 2º da Lei estadual sobre os recursos hídricos, há uma discrepância entre a Lei estadual e a Lei Federal de Recursos hídricos. No âmbito federal a gestão deve ser descentralizada e participativa, ao passo que em âmbito estadual a gestão deve ser participativa e integrada conforme o dispositivo supracitado no inciso IV da Lei estadual.

Para Mody (2004) a descentralização diz respeito à atribuição de poder e autoridade ao nível mais inferior apropriado de gestão (i.e. a bacia hidrográfica), ao passo que a participação tange a dotação de “voz” no processo de gestão aos interessados (i.e. os usuários de água). Entretanto, para o autor, a participação somente é cabal quando contempla a descentralização, ou seja, quando o poder de decisão é delegado aos interessados. Destarte, a gestão participativa desprovida de descentralização se revela inócua e demonstra a tradição da gestão centralizadora dos recursos hídricos, *sui generis*, no estado da Paraíba.

Já o inciso VI do artigo 2º discorre sobre o combate aos efeitos deletérios da poluição, da seca, de inundações, do desmatamento, das queimadas, da erosão e do assoreamento. Entretanto, este princípio não contempla, em sua plenitude e na prática, todos os corpos d’água do Estado da Paraíba. Para que este dispositivo de lei fosse levado a cabo seria necessária uma parceria do órgão gestor das águas do Estado com os diversos municípios paraibanos numa relação sinérgica.

O órgão gestor dos recursos hídricos da Paraíba, qual seja a Agência Executiva das Águas do Estado da Paraíba (AESA), foi criada em 2005 pela Lei n.º 7.779. De acordo com o artigo 3º da Lei supracitada, a AESA tem como objetivo:

“O gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais de domínio do Estado da Paraíba, de águas originárias de bacias hidrográficas localizadas em outros Estados que lhe sejam transferidas através de obras implantadas pelo Governo Federal e, por delegação, na forma da lei, de águas de domínio da União que ocorrem em território do Estado da Paraíba” (PARAÍBA, 2005, p. 1).

Hodiernamente, a AESA realiza o monitoramento de mais de 120 açudes no estado da Paraíba, totalizando um volume de armazenamento de água próximo dos 4 bilhões de metros cúbicos (ANA, 2012).

O artigo 3º da Lei nº 6.308/1996 estabelecida nos incisos III e X, respectivamente, discorre que a Política Estadual de Recursos Hídricos será desenvolvida consoante as seguintes diretrizes:

Estabelecimento em conjunto com os municípios de um sistema de alerta e defesa civil, quando da ocorrência de eventos extremos tais como secas e cheias; estabelecimento de áreas de proteção aos mananciais, reservatórios, cursos de água e demais recursos hídricos no Estado sujeitas à restrição de uso (PARAÍBA, 1996, p. 2).

No que diz respeito à execução da Política de Recursos Hídricos, o artigo 4º da Lei nº 6.308/1996 estabelece como instrumento: “I – Sistema Integrado de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos; II – Plano Estadual de Recursos Hídricos; e III – Planos e Programas Intergovernamentais” (PARAÍBA, 1996, p. 4).

Em que pese os planos e os programas intergovernamentais, de acordo com o artigo 14 da Lei supracitada, o Estado promoverá programas conjunto com outros níveis de governo (e.g. federal e municipal) mediante convênios e com vistas a:

I – Identificação de áreas de proteção e conservação de águas de possível utilização para o abastecimento das populações; II – implantação, conservação e recuperação das áreas de proteção permanente e obrigatória, nas bacias hidrográficas; V - combate e preservação das inundações, da erosão e o zoneamento das áreas inundáveis (PARAÍBA, 1996, p. 7).

Como pode-se observar no artigo 14 da Lei Estadual de Recursos Hídricos, há um afã do Estado em promover parcerias intergovernamentais (e.g. municípios, etc.), entretanto a realidade demonstra, na prática, a carência de entrosamento e parceria com grande parte dos municípios paraibanos, ficando estes desprovidos de assistência técnica no que tange à proteção e preservação dos recursos hídricos.

5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

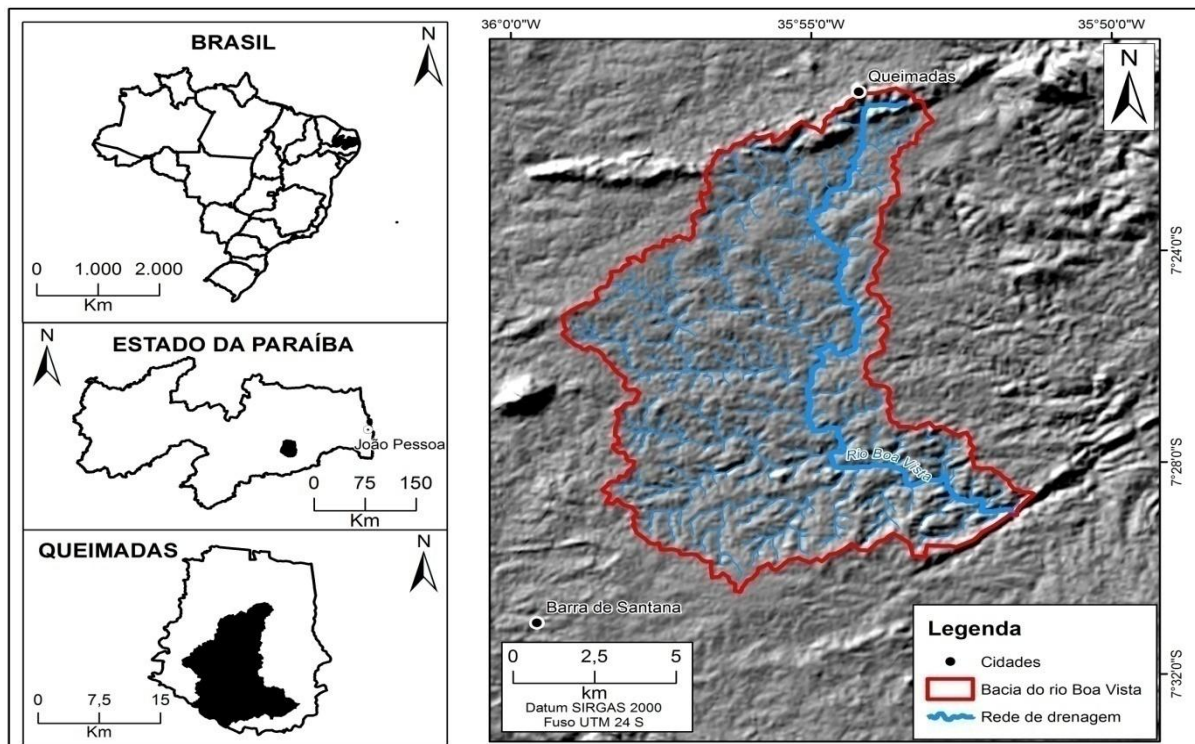
5.1 Localização geográfica e origem do Município de Queimadas - PB

O município de Queimadas está localizando na região geográfica do Planalto da Borborema, na Mesorregião do Agreste paraibano e na Microrregião de Campina Grande da qual faz parte. De acordo com o IBGE (2010) o mesmo possui as seguintes coordenadas geográficas: 7°21'05" latitude Sul e 35°54'02" longitude Oeste, totalizando uma área correspondente a 409,293 km². Limita-se intermunicipalmente: ao norte com Campina

Grande (15 km); ao sul com Barra de Santana (22 km) e Gado Bravo (23 km); ao leste com Fagundes (14 km); e a oeste com Caturité (18 km). O mesmo dista 133 km capital João Pessoa.

A Figura 5 diz respeito à localização da área de estudo, com destaque para a microbacia em questão.

Figura 5 - Localização da Área de Estudo



Fonte: Autor (2019)

O nome Queimadas provém da própria ação das práticas das “queimadas” ocorridas desde tempos pretéritos, as quais originaram a terminologia do município supracitado. Esta região era habitada por nativos da tribo Cariris, que viviam próximos à Serra do Bodopitá. De acordo com Lopes (2006) esta Serra era sobremaneira procurada pelos aborígenes⁵ devido a sua umidade e a facilidade para obter água, produto raro em épocas de estiagem. Ao ensejar a origem de Queimadas, cabe destacar o papel de um ícone muito importante dentro do contexto histórico do município. Diz respeito a Pascácio de Oliveira Ledo, que por volta de 1712 recebeu duas datas de terra⁶: a de Cabaceiras e a da Serra de Bodopitá. Esta última

¹ A palavra aborígene, no texto, está sendo utilizada em substituição à palavra indígena, por caracterizar melhor este povo ancestral.

⁶ Porção de terra doada pelo Rei de Portugal no período colonial, cuja finalidade era efetivar a ocupação do interior da Colônia brasileira.

passaria a denominar-se Tataguassu, palavra aborígine que significa "grande fogo", a qual refere-se ao fogo posto na mata por Pascácio e seus subalternos.

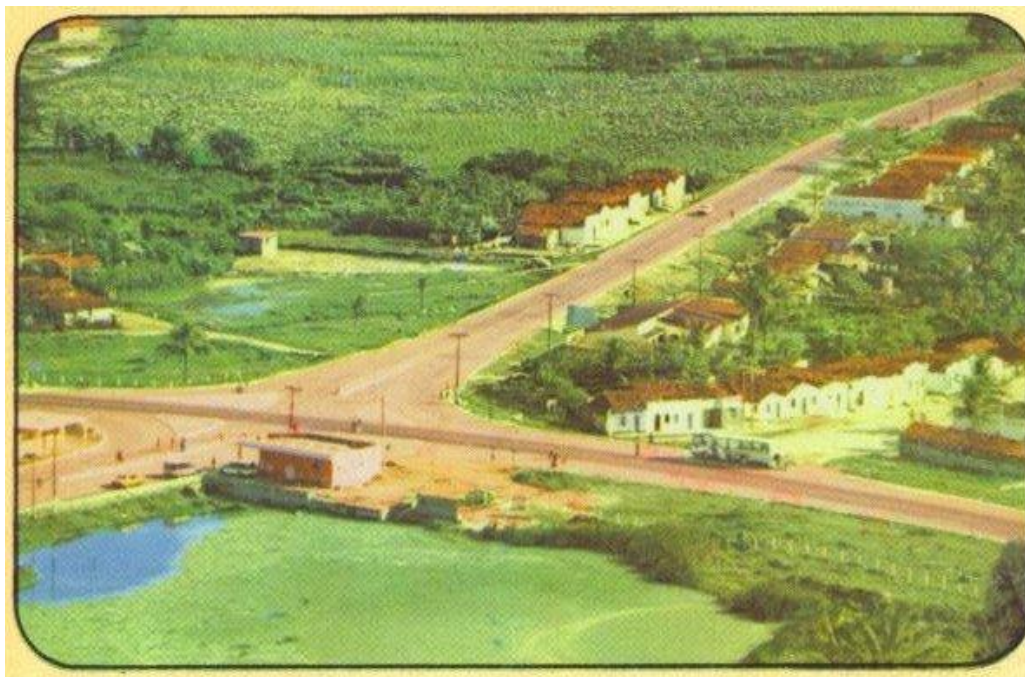
Como destaca o mesmo, foi no século XIX que a atual localidade recebeu seu nome definitivo. Registra-se que pessoas residentes no município de Fagundes - PB dirigiam-se ao “boqueirão” da Serra de Bodopitá e ao chegarem no local ateavam fogo na mata com a finalidade de utilizar a terra para implantar a agropecuária. A vegetação alvejada era a macambira que servia de alimentação para o gado em épocas escassas de chuva. Com as práticas das "queimadas", as pessoas de outras localidades dialogavam: "Vamos às queimadas". A partir de então, surgiu a terminologia atual do município de Queimadas.

A utilização recorrente das “queimadas” como técnica agrícola de limpeza para o manuseio do solo pelos agricultores perpassa os séculos e prevalece até os dias atuais. Esta técnica consiste na derrubada de árvores e conseqüentemente na queima da mesma, no sentido de abrir espaço para a agropecuária. Ademais são utilizadas também as “coivaras”, através das quais os agricultores, anualmente, queimam os dejetos agrícolas das colheitas, ocasionando a deterioração do solo.

O município de Queimadas, hoje, faz parte dos 223 municípios que formam o Estado da Paraíba. Anteriormente era distrito pertencente à comarca de Campina Grande, criado no dia 25 de outubro de 1921, pela lei nº. 533. Tornou-se efetivamente município quarenta anos depois, através da lei 2.622, de 14 de dezembro de 1961 (LOPES, 2006).

Na Figura 6 é apresentada uma vista paromâmica do centro do então município de Queimadas na década de 1980, com destaque para o Açude de Queimadas – hoje completamente aterrado devido ao processo de expansão urbana.

Figura 6 - Foto do Antigo Açude de Queimadas – PB



Fonte: Blog Tataguaçu (2019)

Na Figura 6 observa-se o antigo açude do município de Queimadas na década de 1980. O mesmo passou por um processo de aterramento haja vista o fenômeno da urbanização nas últimas décadas.

Na Figura 7 observa-se o adensamento urbano do município de Queimadas – PB atualmente.

Figura 7 - Tomado aérea do município de Queimadas - PB



Fonte: Prefeitura de Queimadas (2018)

É importante destacar, na Figura 7, uma construção (i.e. um supermercado) de acordo com a seta indicativa. Nesse área destacada e nas suas imediações, outrora, localizava-se o Açúde de Queimadas, conforme mostrado na Figura 6.

5.2 Aspectos socioeconômicos

A população do município de Queimadas - PB, de acordo com o último censo demográfico do IBGE (2010), é de 41.049. Segundo o censo agropecuário do IBGE (2006) da década de 1970 até a segunda metade da década de 1990, a população do Município em questão era predominantemente rural.

A partir do final da década de 1990 e início do século vinte e um, a população rural do Município foi superada, em termos numéricos, pela população urbana. Este fato deve-se às dificuldades encontradas no campo por uma parcela dos moradores devido à escassez de água prolongada e à perda na agricultura e na pecuária que, concomitantemente, contribuíram para o êxodo rural (TAVARES, 2009). Todavia, grande parte do contingente populacional migrou da zona rural para o Sudeste brasileiro, especificamente para os estados do Rio de Janeiro e de São Paulo, em busca de condições de vida melhores em face dos períodos de secas (TAVARES, op. cit.2009).

No Quadro 5 pode-se observar o adensamento populacional nas zonas urbana e rural do Município de Queimadas a partir da década de 1970.

Quadro 5 - Crescimento da população de Queimadas nos períodos de 1970 a 2006

ANO	POPULAÇÃO RURAL	POPULAÇÃO URBANA	POPULAÇÃO RURAL (%)	POPULAÇÃO URBANA (%)	TOTAL
1970	18.248	3.010	85,84	14,16	21.258
1980	19.704	5.769	77,35	22,64	25.473
1991	20.741	11.814	63,71	36,29	32.555
1996	19.149	14.312	57,22	42,78	33.461
2000	18.986	17.046	47,30	52,70	36.028
2006	16.124	22.759	41,47	58,53	38.883

Fonte: IBGE (2006)

No Quadro 5, observa-se a predominância da população rural do Município de Queimadas em relação à população urbana entre as décadas de 1970 a 1996. De acordo com o último censo demográfico realizado pelo IBGE (2010), a população rural correspondeu a 18.813 habitantes (45,83%) ao passo que a população rural somou 22.236 habitantes (54,17%). Em comparação com o ano de 2006, a população rural aumentou 13,36% em 2010, enquanto que a população urbana diminuiu 4,36%. Todavia, este decréscimo da população urbana diz respeito ao acesso da mesma às medidas preventivas de controle de natalidade e a

aos programas de saúde. Por outro lado, o aumento da população rural está relacionada à ausência e à precariedade dos mesmos serviços nas áreas rurais.

Em relação ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), o Município de Queimadas em 2000 representou 0,595 de acordo com o Atlas de Desenvolvimento Humano – PNUD (2000), o que corresponde a posição de 96º no ranking estadual, 1.090º no ranking regional e 4.745º no ranking nacional. O Quadro 6 mostra a comparação do IDH no Município entre 1970 a 2000 e a sua evolução, levando-se em consideração os subíndices: educação, longevidade e renda per capita.

Quadro 6 - Índice de Desenvolvimento Humano do Município de Queimadas – PB

ANOS	EDUCAÇÃO	LONGEVIDADE	RENDIA	IDH-MÉDIO
1970	0,271	0,352	0,093	0,239
1980	0,345	0,419	0,177	0,314
1991	0,429	0,583	0,193	0,402
2000	0,698	0,570	0,517	0,595
EVOLUÇÃO (1970 – 2000)	157,5%	67,9%	455,9%	148,9%

Fonte: PNUD (2000)

De acordo com Quadro 6, nos últimos 30 anos (1970 – 2000) o IDH-Médio de Queimadas passou de 0,239 (numa escala que vai de 0,000 a 1,000) para 0,595. O índice evoluiu 148,9%, representando avanços positivos no desenvolvimento social e econômico da população. O maior avanço ocorreu em relação à renda que evoluiu 455,9% no período e constitui o mais elevado entre os três subíndices calculados. O subíndice que mede a educação evoluiu 157,5% nos últimos 30 anos e o subíndice que trata da longevidade evoluiu 61,9%, sendo, porém, o mais baixo dos subíndices.

Os fatores que contribuíram para o crescimento do IDH do Município diz respeito à criação do Distrito Industrial de Queimadas, situado no Distrito do Ligeiro, e a instalação de duas grandes empresas em Campina Grande – PB, a saber: a Embratex Coteminas e a Alpargatas que absorvem grande quantidade de mão-de-obra do Município em questão, gerando renda para o mesmo e contribuindo para um padrão de vida mais elevado. (QUEIMADAS, 2018).

O Distrito Industrial do Ligeiro é administrado pelo governo do Estado da Paraíba por meio da CINEP (Companhia de Desenvolvimento da Paraíba). O mesmo é dotado de 26 empresas voltadas para diversos ramos, a saber: alimentos, beneficiamento de vidros, fabricação de estruturas metálicas, tintas e vernizes; tubos e conexões, equipamentos de segurança (EPI), beneficiamento de minerais não-metálicos e um centro de distribuição e diversos segmentos comerciais (Queimadas, op. Cit, 2018).

De acordo com o PNUD (2010), o IDH do Município de Queimadas alcançou 0,608, representando o aumento de 41% em relação ao ano de 2000. O mesmo obteve um incremento em seu IDH de 104,71% nas últimas duas décadas (1991 a 2010), posicionando-se acima da média Estadual (72,25%) e Nacional (47,46%).

Em relação aos aspectos econômicos do Município de Queimadas, destacam-se três setores, quais sejam a agropecuária, a indústria e os serviços. Como mostra o Quadro 7 os serviços se sobrepõem aos demais setores.

Quadro 7 - Composição setorial do PIB/ 2001 a 2005 de Queimadas

Setor	Anos				
	2001	2002	2003	2004	2005
Agropecuária	9,7%	11,1%	11,3%	9,6%	9,5%
Indústria	33,6%	17,1%	22,3%	25,1%	24,4%
Serviços	53,8%	66,8%	60,8%	58,7%	59,8%

Fonte: IPEA (2005)

Como observa-se no Quadro 7 o PIB dos setores de serviços e a indústria do Município de Queimadas se sobressaem ao setor da agropecuária em relação ao período de 2001 a 2005.

O Quadro 8 mostra o PIB e o PIB *per capita* do Município de Queimadas de 2001 a 2005, bem como sua evolução gradual ao longo dos anos.

Quadro 8 - PIB e PIB per capita do Município de Queimadas (2001 – 2005)

Anos	2001	2002	2003	2004	2005
PIB (R\$)	53.347	62.019	65.209	71.475	74.293
PIB <i>per capita</i> (R\$)	1.463	1.687	1.766	1.909	1.944

Fonte: IPEA (2005)

Como observa-se no Quadro 8 o PIB e o PIB *per capita* do Município de Queimadas apresentaram evolução de 2001 e 2005. O PIB teve um crescimento de 39,2 %, ao passo que o PIB *per capita* cresceu 32,2% no mesmo período. Atualmente, o PIB do Município é de 414.058 e o PIB *per capita* é de 10.530 (IBGE, 2017) o que representa uma evolução substancial comparado com os anos anteriores.

5.3 A Vegetação

No que concerne ao aspecto florístico do município de Queimadas, destacam-se espécies vegetais tais como: aroeira, angico, baraúna, catingueira, juazeiro, jurema branca, jurema preta, mororó, mulungu, pereiro, umbuzeiro, mandacaru, facheiro, xiquexique, coroa de frade, dentre outras. No entanto, grande parte dessas espécies está em processo de extinção em razão dos seus habitats estarem ocupado por plantações e a prática da pecuária. Com o auxílio do Quadro 9, observar-se estas espécies com o seu nome popular, científico e família.

Quadro 9 - Espécies da flora da Caatinga localizadas no município de Queimadas/PB

Nome Popular	Nome Científico	Família
<i>Angico brabo</i>	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	<i>Leguminosas</i>
<i>Aroeira</i>	<i>Astronium Urendeuva</i>	<i>Anacardiáceas</i>
<i>Barriguda</i>	<i>Chorizia Ventrizoza</i>	<i>Bombacáceas</i>
<i>Baraúna</i>	<i>Schinopsis brasiliensis</i>	<i>Anacardiáceas</i>
<i>Caroá</i>	<i>Neoglazovia variegata</i>	<i>Bromeliáceas</i>
<i>Catingueira</i>	<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	<i>Leguminosas</i>
<i>Coroa-de-frade</i>	<i>Melocactus bahiensis</i>	<i>Cactáceas</i>
<i>Facheiro</i>	<i>Pilosocereus squamosus</i>	<i>Cactáceas</i>
<i>Juazeiro</i>	<i>Zizizphus joazeiro</i>	<i>Ramnáceas</i>
<i>Jucá</i>	<i>Caesalpinia férrea</i>	<i>Leguminosa</i>
<i>Jurema branca</i>	<i>Pithecolobium foliolosum</i>	<i>Leguminosa</i>
<i>Jurema preta</i>	<i>Mimosa nigra</i>	<i>Leguminosa</i>
<i>Macambira</i>	<i>Bromélia laciniosa</i>	<i>Bromeliáceas</i>
<i>Maniçoba</i>	<i>Manihot glaziovii</i>	<i>Euforbiáceas</i>
<i>Mandacaru</i>	<i>Vereus jamacaru</i>	<i>Cactáceas</i>
<i>Marmeleiro</i>	<i>Cróton sincorensis</i>	<i>Euforbiáceas</i>
<i>Mororó</i>	<i>Bauhinia cheilanta</i>	<i>Leguminosa</i>
<i>Mulungu</i>	<i>Erythina velutina</i>	<i>Leguminosa</i>
<i>Pereiro</i>	<i>Aspidosperma pirifolium</i>	<i>Apocináceas</i>

Fonte: Koechlin (1985, apud TAVARES, 2018)

Conforme discutido anteriormente, todas estas espécies florísticas pertencem ao Bioma Caatinga. A Caatinga encontra-se sob o domínio dos climas semiárido e subúmido tropicais de exceção, com um período chuvoso de aproximadamente cinco meses e com média anual entre 250 mm e 900 mm, caracterizado por chuvas de verão e estiagem no

inverno. Apresenta uma temperatura média entre 26° C a 29° C com insolação média de 2.800 horas/ano; umidade relativa corresponde a cerca de 50%; taxas de evaporação de 2.000 mm/ano; o solo caracteriza-se como raso e cristalizado, em sua maioria, e pedregoso - praticamente impermeável. Sua flora é caracterizada por formações xerófilas e caducifólias (AB'SABER, 2003).

Alves (2007) argumenta que a Caatinga apresenta um determinado quadro de problemas para defini-la e classificá-la, haja vista a mesma apresentar uma heterogeneidade em relação a sua fisionomia (i.e. flora e fauna) e também através da ação antrópica desencadeada pela agropecuária e, concomitantemente, pelo extrativismo vegetal. Não obstante ser um bioma heterogêneo, a Caatinga é caracterizada pelos aspectos climáticos, florísticos e faunísticos, sendo facilmente identificáveis. A mesma se constitui como sendo um ecossistema único do planeta.

Com relação ao desmatamento e às técnicas inadequadas do cultivo e manuseio dentro de biomas naturais, Andrade (2005) afirma que o desmatamento já foi utilizado e ainda permanece sendo praticado com muita frequência e intensidade sem o devido controle, afora degradar a flora e, conseqüentemente, desencadear efeitos deletérios em relação à fauna, ao solo e ao microclima, tendo em vista o processo das queimadas que torna a situação ainda mais crítica.

A importância da preservação do bioma Caatinga deve-se tanto por suas espécies da flora quanto da fauna serem endêmicas, visto que no Brasil aproximadamente 92% do seu território é caracterizado por climas úmidos e subúmidos, enquanto a Caatinga origina-se em espaço de clima semiárido (MMA, 2012). Melo e Rodriguez (2004), no que tange à concepção popular acerca da Caatinga, afirmam que a exploração deste bioma é feita de forma predatória, uma vez que ela é, na maioria das vezes, considerada pelos produtores rurais como empecilho ao desenvolvimento das atividades agropecuárias.

Segundo Andrade-Lima (1981), em se tratando da associação de tipos florísticos definir-se-ia a Caatinga em 12 tipos sob critério fisionômico⁷, relacionando os índices xerotérmicos⁸, tipo de solo e, sobretudo a ação antrópica.

No Quadro 10 é apresentado a classificação da Caatinga de acordo com os aspectos fisionômicos, enfatizando-se o tipo florístico, o nome científico e a comunidade a qual pertence cada espécie.

⁷ De acordo com ANDRADE (1981), aspectos fisionômicos é o conjunto de características específicas ou aspectos gerais de um ambiente.

⁸ Segundo Alves, *índices xerotérmicos*, relativo à flora adaptadas às condições secas e quentes, índice de insolação.

Quadro 10 - Classificação da Caatinga segundo aspectos fisionômicos

Tipo	Comunidade-Tipo
<i>Caatinga arbórea alta</i>	<i>Tabebuia – Aspidosperma – Astronium – Cavanillesia</i>
<i>Caatinga arbórea média</i>	<i>Astronium – Schinopsis – Caesalpinia</i>
<i>Caatinga arbórea média ou baixa, densa e/ou aberta</i>	<i>Caesalpinia – Bursera – Spondias – Aspidosperma</i>
<i>Caatinga arbustivo-arbórea</i>	<i>Mimosa – Syagrus – Spondias – Cereus</i>
<i>Caatinga arbustiva</i>	<i>Pilocereus – Poepiggia – Dalbergia – Piptadenia</i>
<i>Caatinga arbórea aberta</i>	<i>Cnisdosculus – Bursera – Caesalpinia</i>
<i>Caatinga arbustiva baixa</i>	<i>Caesalpinia – Aspidosperma – Jatropha</i>
<i>Caatinga arbustiva aberta</i>	<i>Caesalpinia – Aspidosperma</i>
<i>Caatinga arbustiva aberta, baixa ou alta</i>	<i>Mimosa – Caesalpinia – Aristida</i>
<i>Caatinga arbustiva aberta baixa</i>	<i>Aspidosperma – Pilocereus</i>
<i>Caatinga arbustiva aberta</i>	<i>Calliandra – Pilocereus</i>
<i>Floresta ripárias (florestas ciliares)</i>	<i>Copernicia – Geoffrea – Licania – Tabebuia – Bumelia</i>

Fonte: Lima (1981, apud TAVARES, 2018)

No entendimento de Sobrinho (1974), todas as formas da Caatinga são degradadas pelo ser humano, que tende a querer desenvolver suas atividades econômicas em detrimento do bioma Caatinga.

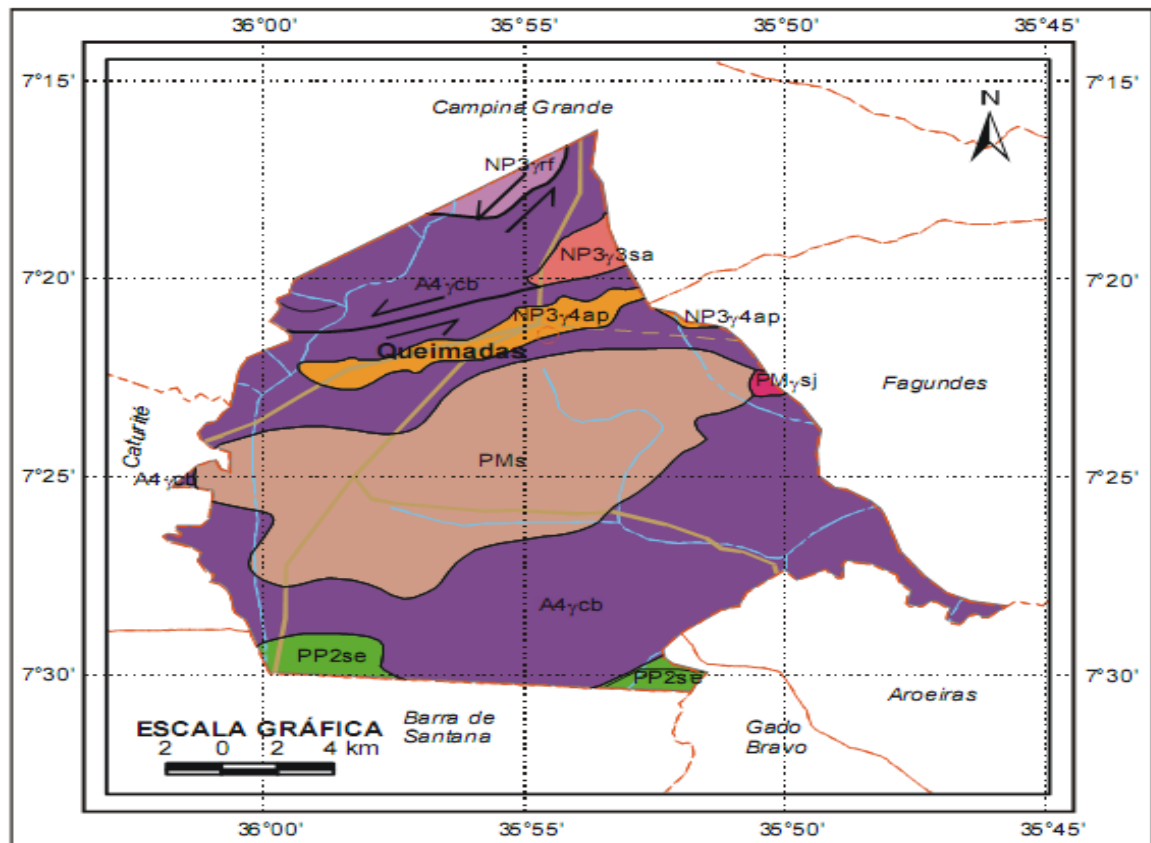
5.4 Geologia

A geologia do Município de Queimadas – PB é caracterizada da seguinte maneira, a saber:

- NP3γ4ap (Suite Intrusiva Subalcalina a Alcalina Prata: sienogranito com basalto e dacito comagmático) – corresponde ao período Neoproterozoico;
- NP3γ3sa (Suite Transicional Shoshonítica Alcalina Teixeira/ Serra Branca: leucogranito e biotita hornblenda sienito) – corresponde ao período supracitado;
- MP3γrf (Suite Granítica-migmatítica Peraluminosa Recanto/ Riacho do Forno: Ortognaisse e migmatito granodiorítico a monzogranítico) – remonta ao período Mesoproterozoico;
- PMγsj (Complexo Serra do Jabitacá: otognaisse e migmatito de protólito tonalítico-granodiorítico) – corresponde do período Paleo a Mesoproterozoico;
- PMs (Complexo Sumé: leuconaisse trondhjemitico, paragnaisse, metamáfica/ metaultramáfica e retroeclogito) – corresponde também ao período anterior;
- PP2se (Complexo Sertânia: gnaisse, metacarbonato, quartzito, metavulcânica máfica) – remonta ao período Paleoproterozoico;

- A4 γ cb (Complexo Cabaceiras: ortognaisse tonalítico-granodiorítico, intercalações de metamáfica) – remonta ao período Arqueano.

Figura 8 - Formação geológica do município de Queimadas – PB



Neoproterozóico

- NP3 γ 4ap** Suíte Intrusiva Subalcalina e Alcalina Prata: sienogranito com basalto e dacito comagmático
- NP3 γ 3sa** Suíte Transicional Shoshonítica Alcalina Teixeira/Serra Branca: leucogranito e biotita hornblenda sienito

Mesoproterozóico

- MP3 γ rf** Suíte Granítica-migmatítica Peraluminosa Recanto/Riacho do Forno: ortognaisse e migmatito granodiorítico a monzogranítico

Paleo a Mesoproterozóico

- PM γ sj** Complexo Serra do Jabitacá (γ sj): ortognaisse e migmatito de protólito tonalítico-granodiorítico;
- PMs** Complexo Sumé (s): leucognaisse trondhjemítico, paragnaisse, metamáfica/metaultramáfica e retroeclogito

Paleoproterozóico

- PP2se** Complexo Sertânia: gnaiss, metacarbonato, quartzito, metavulcânica máfica

Arqueano

- A4 γ cb** Complexo Cabaceiras: ortognaisse tonalítico-granodiorítico, intercalações de metamáfica

- Contato
- Falha ou zona de cisalhamento transcorrente sinistral
- Lineamentos estruturais

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

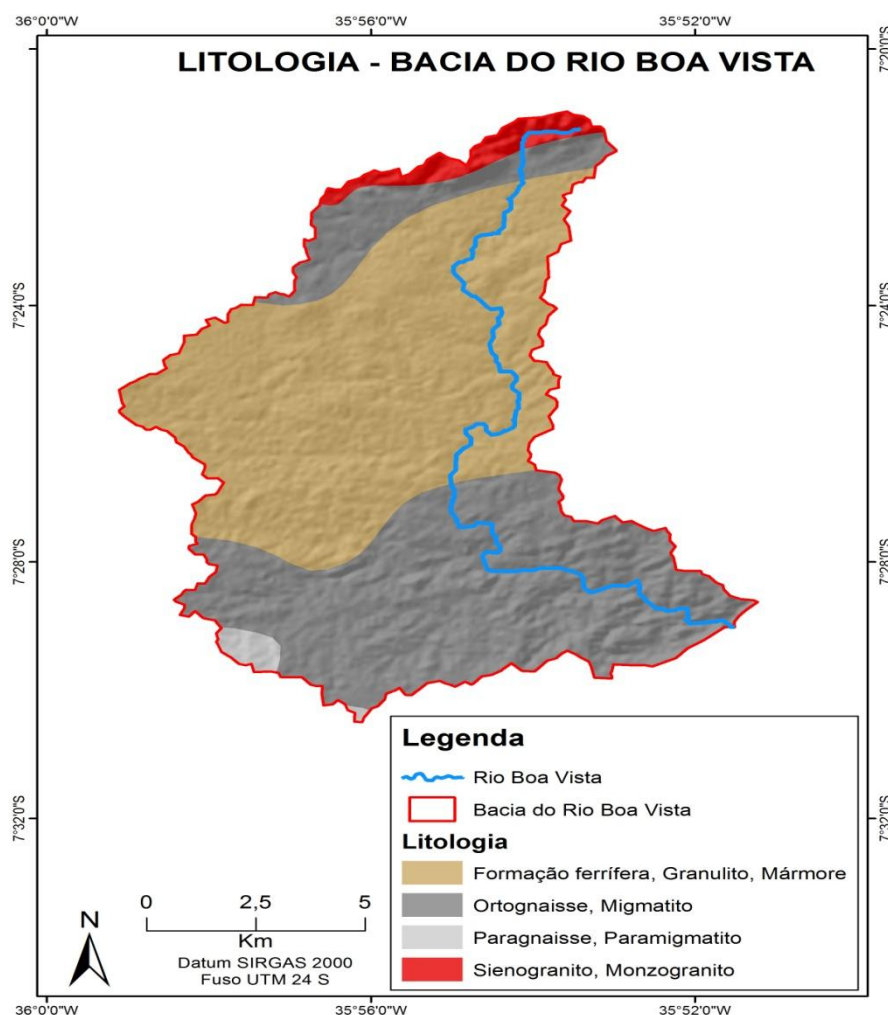
- Sede Municipal
- Estrada Pavimentada
- Caminho
- Limite municipal
- Rio ou Riacho

Fonte: CPRM (2005)

Destarte, a geologia do município de Queimadas – PB é distribuída da seguinte forma: Nordeste: NP3γ4ap, NP3γ3sa, MP3γrf, PMγsj. Sudeste: PP2se, A4γcb, Sudoeste: PP2se, A4γcb, PMs e Noroeste: MP3γrf, A4γcb, NP3γ4ap, PMs, PP2se. A Figura 8 mostra a formação geológica do Município de Queimadas e as grandes Eras Geológicas de sua constituição.

Com relação às características físicas do município de Queimadas, apresentam-se as áreas diferenciadas quanto aos seus aspectos que se identificam pela integração de fatores, como o relevo, a hidrografia, o clima, a vegetação, a fauna e o solo. De acordo com os dados da Secretaria de Geologia e Transformação Mineral (CPRM, 2005), Queimadas está inserida na área região do Semiárido Paraibano. A Figura 9 destaca a litologia da Bacia em questão.

Figura 9 - Mapa litológico da Bacia do Rio Boa Vista



Fonte: MapBiomas (2019)

Em relação à Bacia do Rio Boa Vista – PB, predominam a formação ferrífera, Granulito, Mármore; a formação Ortognaisse e Magmatito ao sul e ao Norte da Bacia. Já a formação Paragnaisse e Paragmatito aparecem em pequena quantidade na porção Sul da

Bacia. A formação Sienogranito e Monzogranito cobre a Norte da Bacia, acima da sede do Município conforme a Figura 9.

Predominam na Bacia em questão as rochas metamórficas, ou seja, cristalinas (e.g. Granulito, Mármore, Ortognaisse, Magmatito, Paragnaisse e Paragmatito, Sienogranito, Monzogranito), com exceção das formações ferríferas (i.e. rochas sedimentares químicas). Próximo à sede do Município é possível identificar as rochas Gnaisses, as quais eram, há tempos pretéritos, utilizadas para a produção de brita e pó de brita pelas as empresas de mineração que instalaram-se no Município entre as décadas de 1970 até o final da década de 2000, conforme a Figura 10.

Figura 10 - Processo de extração de rochas para a construção civil



Fonte: Autor (2010)

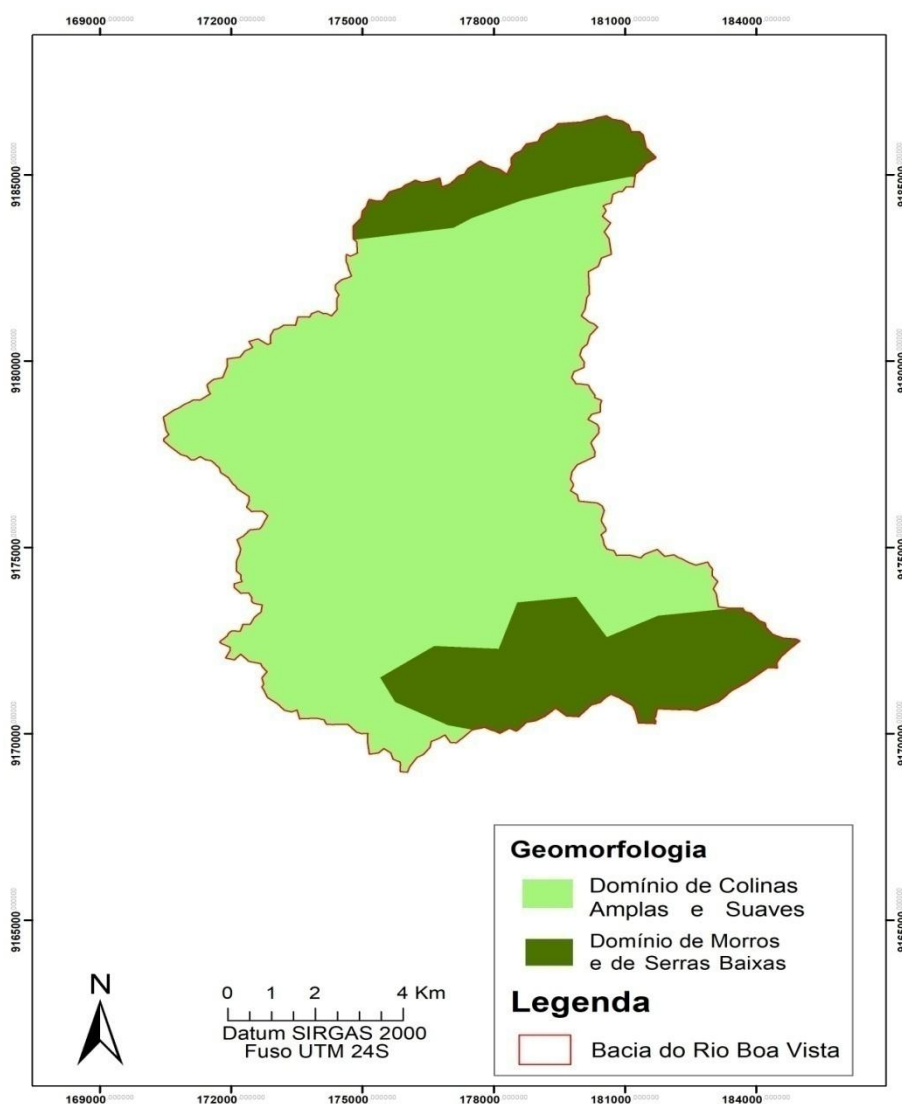
A Figura 10 mostra a exploração das rochas e o processo de produção de britas no Município de Queimadas. De acordo com Tavares (2016) uma das empresas de exploração mineral, a saber a Britamix Britamentos Ltda produziu em 2008 250.560 m³ de minerais, sendo 173.280 de brita (brita 25 = 17.280 m³, brita 19 = 155.520 m³), 25.920 m³ de cascalho (2,0-63 mm) e 51.840 m³ de pó-de- brita. Ainda segundo o autor, desta produção o Município de Campina Grande absorveu 150.504 m³, o que correspondeu a 60% da produção anual. O município de Queimadas, por sua vez, detinha apenas 5% da produção de rochas britadas, ficando 35% dividido entre os outros municípios circunvizinhos.

O Município de Queimadas – PB é caracterizado por uma superfície de pediplanação sobremaneira monótona, onde predomina o relevo suave-ondulado a montanhoso, cortada por vales estreitos com vertentes dissecadas. Há elevações residuais, cristas e/ ou outeiros que

pontuam a linha do horizonte. Esses relevos isolados são testemunhas dos processos de erosão que atingiram grande parte do Sertão do Nordeste. Todo o seu território insere-se na unidade geoambiental do Planalto da Borborema. A altitude média do relevo do Município é de 450 m.

Os domínios de colinas amplas e suaves predominam em grande parte do Município. Já os domínios de morros e de serras baixas ocorrem nas porção do extremo Norte e Extremo Sul do Município, conforme Figura 11.

Figura 11 - Mapa geomorfológico do Município de Queimadas

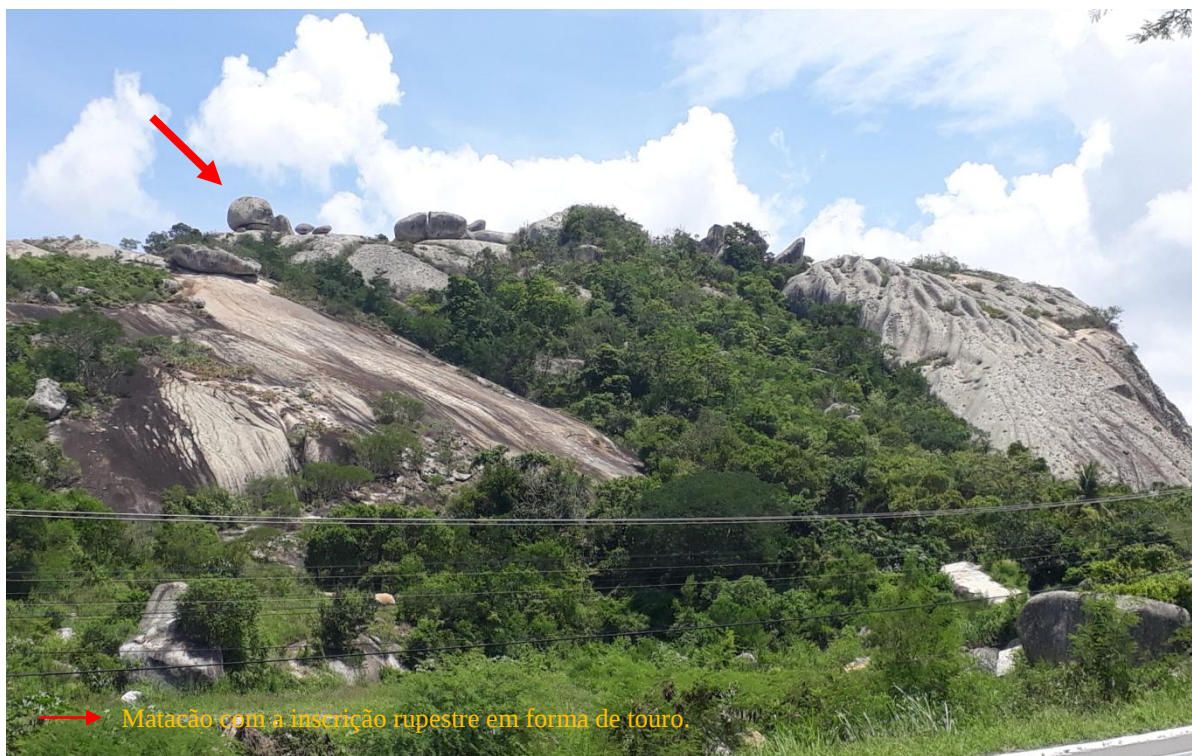


Fonte: MapBiomas (2020)

Em relação ao domínio de morros e serras baixas, no extremo Norte do Município, destaca-se a “Serra de Bodopitá” com 568 m de altitude e dista cerca de um quilômetro da sede do Município. Nesta Serra localiza-se o principal geossítio do Município, qual seja

Pedra do Touro, caracterizado por um matacão granítico onde encontra-se inscrito uma inscrição rupestre em formato de um touro. A Figura 12 mostra parte da Serra de Bodopitá, com destaque para dois matacões, sendo um deles o mais importante em razão da pintura rupestre que atribui nome ao geossítio.

Figura 12 - Complexo Pedra do Touro na Serra de Bodopitá

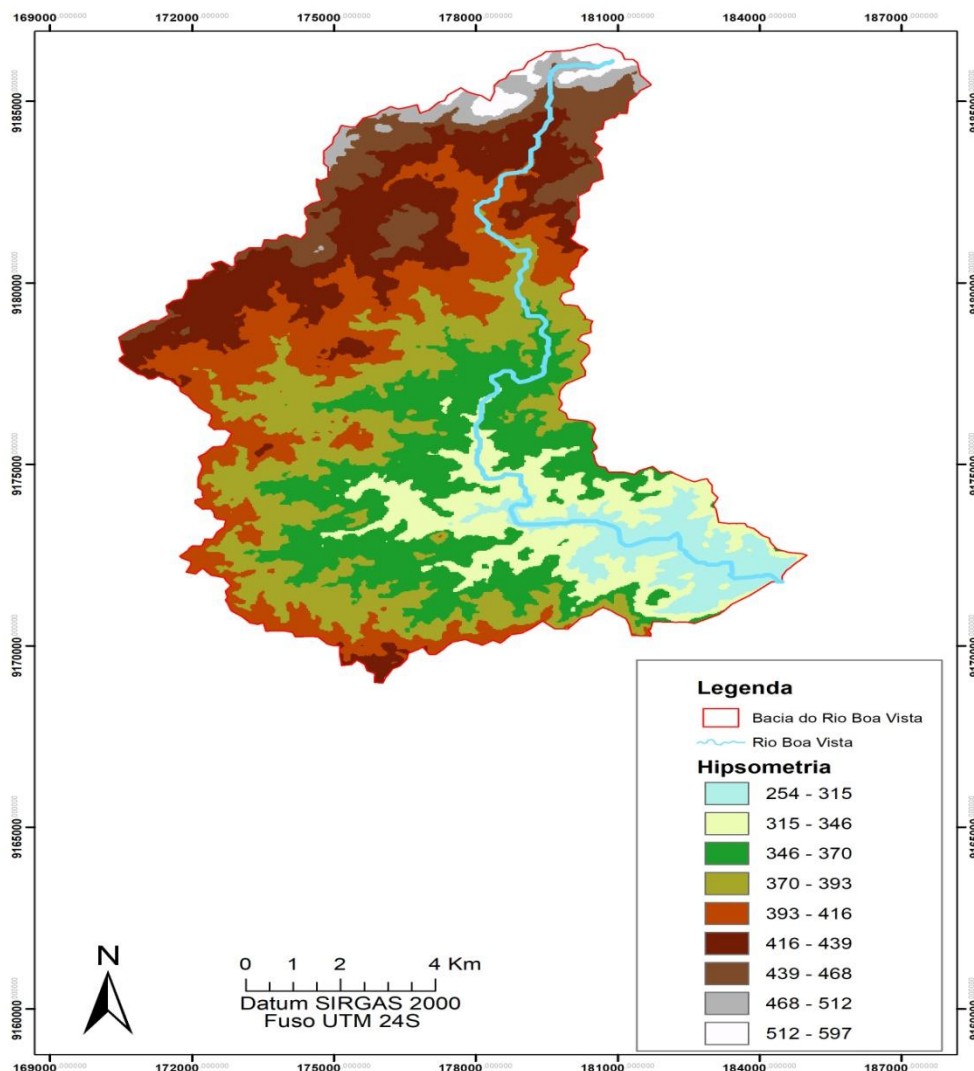


Fonte: Autor (2019)

O Geossítio “Complexo da Pedra do Touro” é um dos principais pontos turísticos do Município de Queimadas. Nele os turistas têm a opção de fazer trilhas, rapel, acampamentos, ver o pôr-do-sol, etc.

Em relação à hipsometria da Bacia do Rio Boa Vista, a mesma varia de 254 m a 597 m, como mostra a Figura 13.

Figura 13 – Mapa hipsométrico da Bacia do Rio Boa Vista



Fonte: MapBiomias (2020)

O mapa hipsométrico foi utilizado, sobretudo, para a realização da USLE. Outrossim, lançou-se mão do mesmo para selecionar os locais onde foram coletadas as amostras de solos para a análise química do mesmo. Foram utilizadas as médias de 439 – 468 m; 393 – 416 m; 370 – 393 m; 346 – 370 m; e 254 – 315 m.

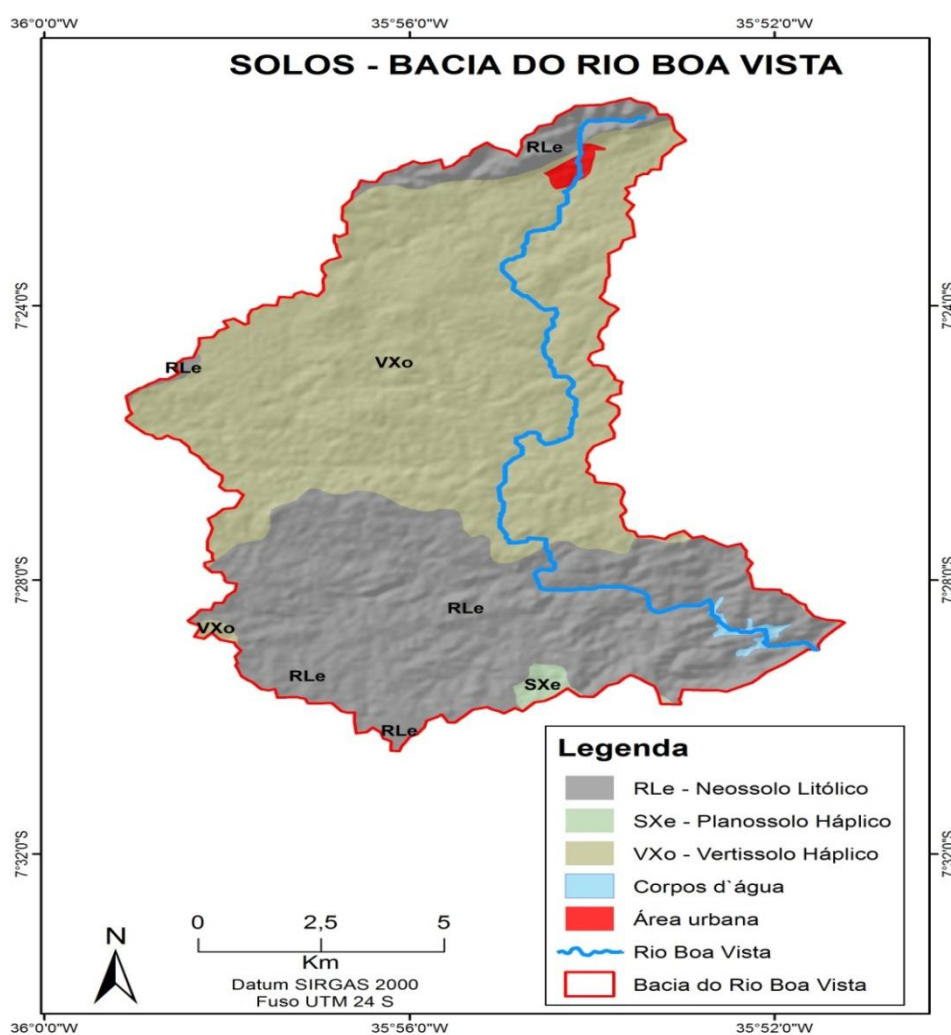
Observou-se in locu que a média de 315 – 346 m a 254 – 346 m se encontra a vegetação da Caaatinga mais preservada da Bacia em questão, com predominância das espécies arbustivas-arbóreas. Ademais, é possível inferir a partir da pesquisa de campo que a erosão laminar é predominante nas áreas com altimetria mais elevada – onde é possível identificar o assoreamento acentuado do canal de drenagem.

5.5 Pedologia

Em relação aos solos do Município, o mesmo apresenta, ao Norte, uma pequena faixa de Neossolos Litólicos (RLe - Neossolos Litólicos Eutróficos) e ao Sul uma maior porção deste tipo de solo. Estes solos variam de rasos a muito rasos, com horizonte A assentado diretamente sobre a rocha. A principal limitação dos Neossolos Litólicos consiste na pequena profundidade efetiva, a qual limita o movimento raticular das plantas e reduz a capacidade de sustentação das mesmas ante a maior proximidade da superfície à rocha. Os condicionates como o desmatamento e a escassa cobertura vegetal, concatenados à precipitação concentrada, possibilita a formação de erosão laminar e/ ou erosão em sulcos nesses solos (SILVA, 2008).

Além dos Neossolos Litólicos, o Município apresenta os Planossolos Háplicos e os Vertissolos Háplicos, como mostra a Figura 13.

Figura 14 - Mapa dos solos da Bacia do Rio Boa Vista



Fonte: MapBiomas (2019)

Os Planossolos Háplicos (SXe - Planossolos Háplicos Eutróficos) são solos que apresentam grande probabilidade de erosão devido ao gradiente textual elevado. Os mesmos são propensos à compactação e ocorrem em relevos suaves e planos. Estes solos ocorrem em uma pequena porção localizada ao Sul da Bacia do Rio Boa Vista (SILVA, 2008).

Já os Vertissolos Háplicos (VXo - Vertissolos Háplicos Ópticos), por sua vez, são solos de manejo sobremaneira difícil. Os mesmos são muito duros quando seco e muito plástico quando úmido (i.e. a permeabilidade é muita baixa), entretanto apresenta fertilidade natural elevada. Na Bacia do rio Boa Vista, o Planossolos Háplicos compreende grande parte do centro e do Norte da Bacia, onde concentra-se a maior parte das terras agrícolas da Bacia em questão.

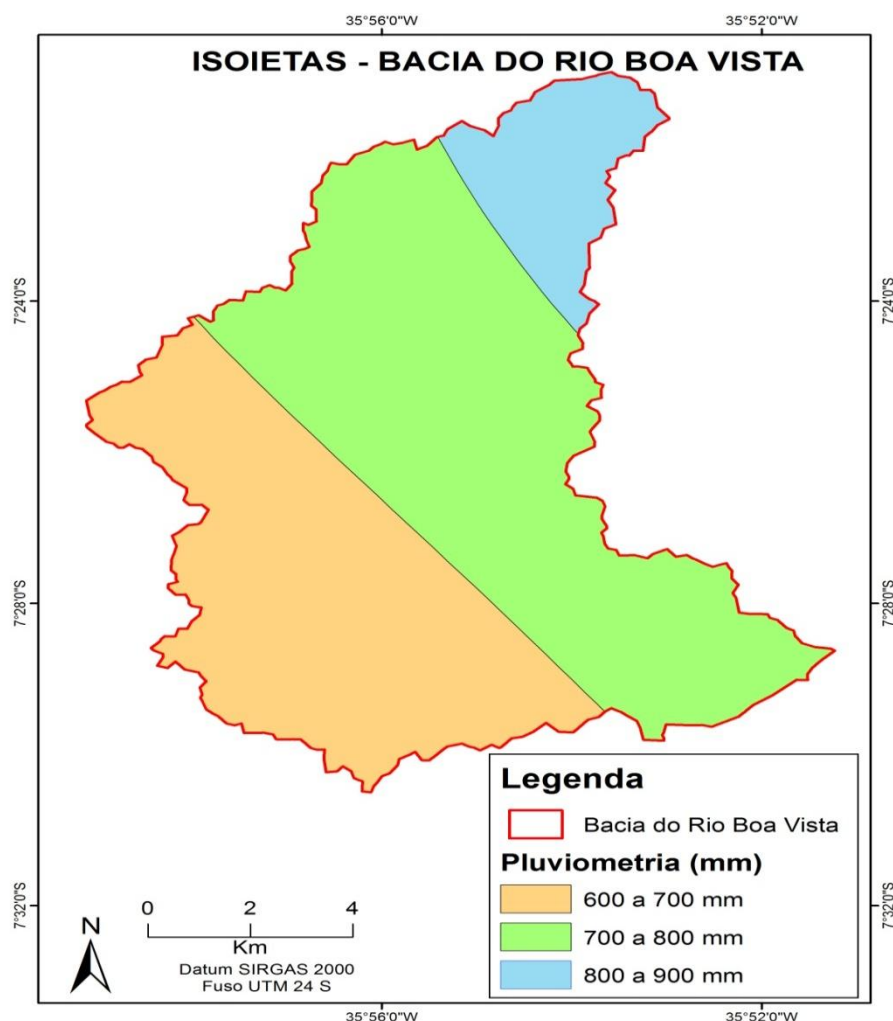
Em síntese, pode-se constatar que domina no Município solos das classes dos Neossolos Litólicos, Planossolos Háplicos e os Vertissolos Háplicos, além de afloramentos de rocha. Os solos, portanto, são rasos e pouco profundos, apresentando, amiúde, alguma pedregosidade, principalmente em sua camada mais superficial. Entretanto, são solos com elevada saturação de bases, com o pH próximo da neutralidade e sem a presença de alumínio tóxico, ou seja, fertilidade natural boa (CPRM, 2005).

5.6 Clima

Com relação aos aspectos climáticos, o município de Queimadas, localizado no Agreste da Borborema, caracteriza-se pela ocorrência do clima semiárido (Bsh), quente e seco, com média pluviométrica em torno de 500 mm a 600 mm anuais; com temperatura média anual de 26°C, sendo, portanto, consideradas como temperaturas elevadas; a insolação no município é de 2.700 hs/ano (TAVARES, 2009). Os meses de chuva da Bacia são, nomeadamente, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho, ao passo que os meses secos são: agosto, setembro, outubro, novembro, dezembro e janeiro.

Segundo o Mapa de Isoietas da Bacia do Rio Boa Vista, conforme a Figura 15, há três faixas distintas de chuva na Bacia em questão, quais sejam de 600 mm a 700 mm; de 700 mm a 800 mm; e de 800 mm a 900 mm.

Figura 15 - Mapa de isoietas de Bacia do Rio Boa Vista



Fonte: MapBiomas (2019)

De acordo com a Figura 15 o maior índice de chuva encontra-se ao extremo Sul da Bacia, com o índice de chuva entre 800 mm a 900 mm, onde localiza-se a sede do Município de Queimadas. Nesta parte da Bacia encontra-se o barramento Sr. José Maria e há a presença da agricultura irrigada e de sequeiro.

O índice intermediário de chuva (700 a 800) encontra-se em uma faixa que abrange desde o Norte da Bacia até o Sul, onde localiza-se três barramentos: o Açude do Brito e os barramentos do Olho D'água Salgado e do Sr. José Carlos do Rêgo. Esta faixa concentra grande parte da agricultura do Município de Queimadas.

Já o índice de chuva que compreende os valores de 600 a 700 mm é o que apresenta a menor média de chuva da Bacia. Esta área encontra-se na divisa com os municípios de Caturité, a Sudoeste, e o Município de Barra de Santana a Sul – ambos localizados no Cariri Oriental Paraibano. Esta faixa apresentar um índice razoável de chuva anual, conquanto a

assimetria e a intensidade irregular da chuva. Todavia, esta faixa é sobremaneira característica da Microrregião do Cariri Paraibano no que tange à vegetação e aos aspectos climáticos, haja vista sua proximidade com esta Microrregião.

No semiárido paraibano há, ao menos, seis fatores atmosféricos os quais atuam na ocorrência de chuva, quais sejam: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL), instabilidade atrelada a Frentes Frias que abrange os estados localizados na porção mais ao sul do Nordeste (FF), Ciclones na Média e Alta Troposfera do tipo Baixas Frias – denominados de Ciclônicos de Ar Superior (VCAS) - Brisas Terrestres e Marítimas, El Niño-Oscilação Sul e as Oscilações de 30-60 dias (BECKER ET al., 2011).

A ZCIT corresponde ao principal sistema que desencadeia a chuva no semiárido paraibano. Diz respeito a um fenômeno estritamente climático, com uma escala de tempo sazonal. Em síntese, é definida como sendo uma banda de nebulosidade que circula a faixa equatorial da terra, constituída, sobretudo, pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os do hemisfério sul. O resultado dessa confluência desencadeia movimentos ascendentes do ar quente e úmido que se resfria e, concomitantemente, se condensa, originando as nuvens (BECKER ET al., op. cit, 2011).

Segundo a autora, o DOL diz respeito a perturbações de pequena amplitude em que pese os campos de ventos e à pressão na superfície, os quais se propagam oeste-leste do Nordeste entre o Recôncavo Baiano e o litoral do Rio Grande do Norte, nos períodos de maio a agosto, podendo ocasionar chuva de moderada a forte - principalmente nas áreas costeiras.

No que tange a FFs, as mesmas não atuam diretamente no semiárido paraibano. As formações de nebulosidade pelas Frentes Frias estão associadas a resquícios de sistemas que avançam sobre a direção sul do Nordeste entre os meses de dezembro a fevereiro. Ademais, a intensidade das FFs pode induzir indiretamente à precipitação na área leste da Paraíba entre os meses de junho a agosto, interagindo, em alguns casos, com outros sistemas meteorológicos (BECKER et al., op. cit, 2011).

Os VCAS constituem-se de um conjunto de nuvens que apresentam um formato de um círculo girando no sentido horário. Na sua periferia há formação de nuvens que produzem chuva e no centro há movimentos de ar de cima para baixo, os quais aumentam a pressão e, conseqüentemente, inibe a formação de nuvens (FERREIRA e MELLO, 2005). Os VCAS que atuam na Região Nordeste formam-se no oceano Atlântico entre os meses de outubro e março, apresentando maior frequência entre janeiro e fevereiro.

Em relação à brisa terrestre e marítima, os seus efeitos são observados na região litorânea da Paraíba durante o ano inteiro. Todavia, estes são identificados com precisão no outono, com chuva de intensidade fraca a moderada.

O El Niño-Oscilação Sul é um fenômeno de interação oceano/ atmosfera e que está associado a padrões normais da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) e dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial. Dentre as características desse fenômeno pode-se destacar o aumento das precipitações no sul da América do Sul e secas nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Os efeitos do ENOS no Nordeste estão atrelados às variações pluviométricas que incidem diametralmente nas atividades agrícolas desenvolvidas no meio rural, atingindo a economia do semiárido. O semiárido paraibano é caracterizado por baixas médias pluviométricas e altos índices de evapotranspiração, sendo espaço/temporalmente irregular à distribuição pluviométrica (NETO et al., 2007).

É importante destacar também as Oscilações 30-60, cujos totais de precipitação produzidos por este sistema de tempo são modelados por variabilidades intrassazonais. As Oscilações 30-60 representam uma forma significativa de variabilidade atmosférica nos trópicos em escala de tempo intrassazonal. Esse tipo de oscilação, portanto, consiste em um mecanismo modulador das variações pluviométricas em escalas de tempo intrassazonais no Nordeste brasileiro (SOUZA e AMBRIZZI, 2006).

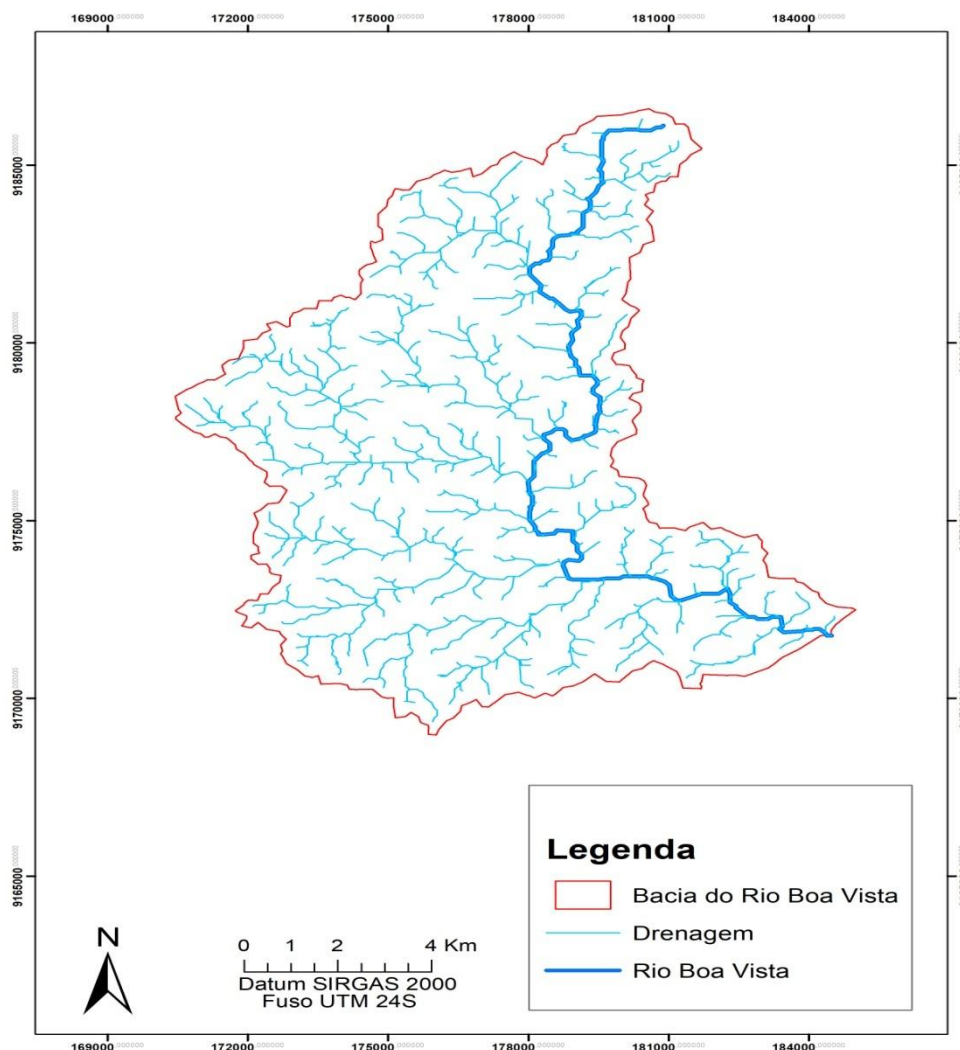
As Oscilações 30-60, dessa forma, são caracterizadas pelo um deslocamento para leste de uma célula zonal de grande escala com variabilidade de baixa frequência termicamente direta, as quais causam variações na convecção tropical e intensificam ou desintensificam os sistemas que atuam na região (MADDEN e JULIAN, 1994).

5.7 Hidrografia

O município de Queimadas está inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, na porção do Médio Paraíba *sui generis*. Os seus principais tributários são: rio Bodocongó, Catolé, Paraibinha e Boa Vista, além dos vários riachos. O principal corpo de água, em termos de acumulação, diz respeito ao Açude do Brito. Todos os cursos de água, portanto, possuem regime intermitente e o padrão de drenagem é dentrítico (CPRM, 2005).

A Figura 16 mostra a tessitura da drenagem da Bacia do Rio Boa Vista, com o Rio principal e os seus tributários.

Figura 16 - Mapa de drenagem Bacia do Rio Boa Vista



Fonte: MapBiomas (2020)

Como observa-se na Figura 16, o padrão de drenagem da Bacia do Rio Boa Vista é dentrítico, destacando-se o Rio Boa vista cortando a Bacia de Norte a Sul e situado na porção extremo Leste do Município. Ao longo de toda a bacia de drenagem é possível identificar a desconectividade da Bacia, haja vista os barramentos antrópicos construídos ao longo do canal.

O canal de drenagem, todavia, é utilizado para a plantação de capim como fonte de alimentação bovina. Já às margens do mesmo é trivial a prática da agricultura de sequeiro, sobretudo, e a agricultura irrigada em algumas áreas. O processo erosivo nesta Bacia é predominantemente laminar, com exceção da erosão hídrica que ocorre em intervalos longos de tempo, i.e., quando da ocorrência de eventos extremos, como em 18 de maio de 2011 onde choveu 90, 02 mm em um dia (AESAs, 2020).

Às margens do canal de drenagem é observável a presença de Algaroba, como mostra a Figura 17 .

Figura 17 - Plantação de Algaroba às margens da Bacia do Rio Boa Vista



Fonte: Autor (2020)

A Algaroba é uma realidade no Município de Queimadas e pode ser encontrada em maior quantidade às margens dos cursos de água, como é o caso da Bacia do Rio Boa Vista. Ao longo de todo o canal de drenagem desta Bacia é perceptível a presença da Algaroba, sendo que em áreas mais distantes do canal de drenagem a mesma torna-se escassa. Este fato deve-se à derrubada da mesma para produção de estacas, sobretudo, para os cercamentos e como combustível.

6 METODOLOGIA

6.1 Mapas do NDVI

Em que pese os procedimentos metodológicos, foram elaborados os mapas de uso e cobertura da terra da microbacia em questão. Os mesmos foram adquiridos, de forma gratuita, através de imagens de satélite provenientes do banco de dados do United States Geological Survey – USGS e da National Aeronautics and Space Administration (NASA). As imagens foram capturadas pelo sensor TM do satélite Landsat 5 e pelo sensor OLI do satélite Landsat 8, respectivamente.

As imagens foram submetidas ao processamento para obtenção da reflectância espectral, que consiste no cálculo entre o fluxo de radiação solar refletido e o fluxo de radiação solar incidente. As mesmas seguiram as seguintes etapas para a imagem Landsat 5 e Landsat 8:

Para o processamento da reflectância da imagem Landsat 5 foi necessário realizar, a priori, a calibração radiométrica, que consiste no processo de conversão do Número Digital - ND de cada pixel da imagem, em radiância espectral monocromática. Para tanto utilizou-se a Equação (1), proposta por Markham e Baker (1987).

$$L_{\lambda i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} \times ND \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde, a e b são as radiâncias espectrais mínima e máxima; ND é a intensidade do pixel (número digital - número inteiro de 0 a 255); e i corresponde as bandas espectrais.

Após a obtenção da radiância foi realizado o cálculo da reflectância espectral, onde utilizou-se a Equação (2) proposta por Bastiaanssen (1995).

$$r_{pi} = \frac{L_{i\lambda} \times \pi}{K_{\lambda} \times \cos Z \times d_r} \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde r_{pi} é refletância planetária da banda, i corresponde as bandas espectrais, K_{λ} é a irradiância solar espectral no topo da atmosfera, $\cos Z$ é o ângulo zenital do Sol e d_r é o inverso do quadrado da distância relativa Terra – Sol.

Para obtenção da reflectância da imagem Landsat 8 OLI, foi utilizada a Equação (3) descrita por Silva ET al. (2016).

$$r_b = \frac{(Add_i + Mult_i \times ND_i)}{\cos Z \times d_r}$$

(Eq. 3)

Onde, Add corresponde ao fator aditivo de reescalonamento para cada banda, disponível no arquivo metadados da imagem, assim como o Mult que corresponde ao fator multiplicativo de reescalonamento para cada banda. ND representa os valores de número digital da imagem, Z é o ângulo zenital solar. O d_r corresponde ao quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol e a distância Terra-Sol em dado dia do ano, e pôde ser calculado através da Equação (4).

$$d_r = \left(\frac{1}{d_{TR}} \right)^2$$

(Eq. 4)

Lançou-se mão também do Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), o qual é sobremaneira utilizado para aplicações atinentes à avaliação de desmatamento e o monitoramento do ciclo de cultivos. Segundo Gomes e Ferreira (2016), o mesmo é obtido através da utilização da banda do infravermelho próximo e do vermelho, as quais nas imagens do sensor OLI são representadas pelas bandas 5 e 4 respectivamente, a partir da equação (5) a seguir:

$$NDVI = \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V}$$

(Eq. 5)

Foram levados em consideração alguns critérios para a escolha das imagens utilizadas no mapeamento do Índice de vegetação. O primeiro critério diz respeito à disponibilidade das imagens; o segundo, à qualidade das imagens e o terceiro ao período da imagem a partir da semelhança das quadras climáticas.

Foram definidos e classificados sete intervalos de tons de cinza, conforme especificado na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação de classes para o Mapa de IDVI

Classes Climáticas	Intervalo entre as classes
Água	$\leq a 0$
Solo Exposto + Área urbana	0 – 0,2
Agropecuária	0,2 – 0,3
Vegetação rasteira	0,3 – 0,4
Vegetação pouco arbustiva	0,4 – 0,5

Vegetação arbustiva	0,5 – 0,6
Vegetação condensada	0,6 – 0,86

Visando uma análise da relação dos resultados gerados através do NDVI com a precipitação e a temperatura na área de estudo, realizou-se um levantamento com o total de precipitação mensal/anual relativo ao ano de 1988, 1998, 2014 e 2017. Os dados foram obtidos com ajuda da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs), na estação localizada no município de Campina Grande.

Para classificação das imagens, gerou-se uma nuvem com 100 pontos em ambiente SIG. Esses pontos foram, a posteriori, importados no Google Earth Pro (GEP) com duas imagens históricas, a primeira em fevereiro de 1990 e a segunda em maio de 2015, fazendo com que cada ponto passasse a sobrepôr uma classe de uso da terra. Cada um dos pontos foi ampliado de modo a permitir a identificação da classe sobreposta e, deste modo, cada uma foi devidamente codificada por meio de representação numérica.

Em seguida, gerou-se a assinatura espectral das imagens do Landsat, onde a resposta espectral de cada tipo foi associada ao código representativo das classes. Este procedimento foi realizado no software ArcGis 10.5, por meio das ferramentas Create Signature e Maximum Likelihood. O software é licenciado pelo Laboratório de Geomorfologia e Geotecnologia da UFPE.

Cabe salientar que as imagens referentes aos anos de 2019 e 2020, respectivamente, não apresentaram resolução sem a presença de nuvens (fez-se uma miríade de tentativas no sentido de extraí-las por meio da correção atmosférica, lançando-se mão dos satélites SENTINEL 2, LANDSAT 8, LANDSAT 7 e CEBERS 4, entretanto não houve êxito quanto à resolução mínima almejada) – o que impossibilitou a realização do IDVI dos anos recentes.

6.2 A USLE e sua compreensão metodológica

Em relação à mensuração da taxa de sedimentação do solo, lançou-se mão da USLE (Universal Soil Loss Equation). A mesma foi desenvolvida no National Runoff and Soil Loss Data Center em 1954 e pelo Agricultural Research Service, em colaboração com a Purdue University (EUA) (AMORIM et al., 2009). De acordo com Fontes (2014), a USLE foi desenvolvida para estimar a taxa anual de sedimentação entre os parâmetros naturais de clima, solo, relevo, uso e manejo. Os resultados desta equação possibilitam o planejamento sustentável em áreas rurais diante da ação antrópica (ZARONI, 2006).

Ainda de acordo com Zaroni (op. cit., 2006) este modelo é baseado na correlação entre perdas de solo em parcelas experimentais e parâmetros de erosividade, de erodibilidade, topográficos, de uso e cobertura vegetal e de adoção de práticas conservacionistas.

A USLE relaciona proporcional e diretamente seis fatores que incidem na erosão do solo, a saber: erosividade da chuva (R), erodibilidade do solo (K), comprimento de encosta ou de rampa (L), declividade da encosta ou de rampa (S), cobertura vegetal (i.e. uso e manejo do solo) e Práticas conservacionistas (P) (CEMIN et al., 2013).

Segundo Wischmeier (1976), estes fatores auxiliam no entendimento da atuação dos processos de erosão acelerada e nos níveis diferentes de susceptibilidade. O produto dos fatores, portanto, representa a média anual de perdas de solo (A). Dessa forma, tem-se a seguinte fórmula:

$$A = R.K.L.S.C.P \quad (\text{Eq. 6})$$

Onde,

A – representa a estimativa de perda média anual de solo em determinada área, em condições específicas de uso e ocupação do mesmo (t/ha.ano);

R – Erosividade da chuva (Mj.mm/ha.h.ano);

K – Erodibilidade do solo (t.h.Mj.mm.);

L – Comprimento de rampa (m);

S – Declividade de rampa (%);

C – Uso e manejo do solo (0 a 1); e

P – Práticas conservacionistas.

O fator R (erosividade da chuva) apresenta uma miríade de estuações para chegar-se ao resultado final do fator R, utilizando para tanto os dados pluviométricos propostos por Cantalice et al (2009), sendo o que melhor se adequa às características da área de estudo estabelecida para a região de Queimadas – PB, uma vez que, dentre a maioria dos modelos utilizados, o fator R apresenta uma maior aproximação da região por apresentar condições climáticas as quais assemelham-se às das localidades da área de estudo. As informações Geográficas (SIG), trabalhando com bases de dados georreferenciados, para o desenvolvimento das atividades de todos os mapeamentos, foram processados no software ArcGIS. A Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), conforme a Equação 1, foi aplicada para esta pesquisa com base nos estudos propostos por Wischmeier e Smith (1978).

O fator R possibilita a avaliação do potencial erosivo da precipitação em um determinado lugar, bem como define o período melhor para a implantação, ao longo do ano, de práticas de manejo e conservação do solo (WISCHMEIER, 1978). Segundo Lal (1994), a erosividade corresponde à capacidade da chuva provocar a erosão através da desagregação e transporte das partículas do solo, acarretado pelo impacto direto das gotículas de água e pelo escoamento superficial da água em associação com as partículas desagregadas.

Para o presente trabalho foram empregados os seguintes materiais, a saber: mapas de solos - onde realizou-se um recorte do mapeamento de solos produzido pelo Radam Brasil/IBGE, com escala de 1:250.000. O fator R foi produzido a partir de dados pluviométricos adquiridos pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA. Após o cálculo da média mensal de precipitação atribuída ao banco de dados, foi estimado o valor da precipitação média para cada célula, considerando uma resolução espacial de 30 m proveniente do projeto Topodata/INPE, e um peso igual a 2. Para a área de estudo foi aplicado o coeficiente de chuva proposto por Founier (1956) e modificado por Lombardi Neto e Moldenhauer (1977) (Equação 2).

Equação 2: Coeficiente de chuva adotado.

$$EI = p^2/P \quad (\text{Eq. 7})$$

Sendo:

EI - média mensal do índice de erosão;

p^2 - precipitação média mensal (mm);

P - precipitação média anual (mm).

A erosividade média mensal, dada em MJ ha⁻¹ h⁻¹, foi obtida por meio da equação 3, proposta por Silva (1997).

Equação 3: Erosividade média mensal.

$$EI_{30} = 216,15 + 30,69EI \quad (\text{Eq. 8})$$

Onde EI é a média mensal do índice de erosão obtido por meio da equação 2.

Em que pese o fator K (erodibilidade do solo), foram agregados parte dos solos brasileiros os quais estão descritos na literatura para as denominadas unidades pedológicas que assemelham-se a área de estudo. Destarte, foram selecionadas pesquisas segundo as quais os valores foram adquiridos de método direta (os dados coletados durante a validação de campo, a constituição das parcelas e a avaliação da erodibilidade).

O fator K diz respeito à susceptibilidade à erosão ou à escassez da capacidade de relutar frente aos processos erosivos de um determinado tipo de solo (WISCHMEIER, 1978). É, portanto, a resistência do solo diante do desprendimento e do transporte das partículas (MORGAN, 2005). De acordo com Lombardi Neto (2012), alguns tipos de solo apresentam maior facilidade de serem erodidos em relação a outros, ainda que as propriedades ambientais que desencadeiam os processos erosivos sejam mantidas constantes. Essa diferença, inerente à cada tipo de solo, é denominada “erodibilidade”.

Os valores constituídos foram relacionados à composição dos solos da área de estudo em concomitância com as suas características físicas. Na região analisada foi realizado um recorte do mapeamento de solos produzido pelo ZANE/ IBGE, com escala de 1:2.000.000.

Em que pese o Fator LS (L - fator na qual considera a distância da água percorrida por escoamento superficial e S - fator da declividade do terreno), segundo Bertone e Lombardi Neto (2012) a declividade e o comprimento de rampa são considerados em conjunto e associa-se por meio do fator LS. Não obstante seja um valor adimensional, o LS representa a capacidade de escoamento superficial através da qual a chuva incide sobre um determinado solo em relação à declividade.

Para aplicação do cálculo do fator LS foi utilizado imagem do satélite Schuler Radar Topography Mission (SRTM), com resolução de 30 m proveniente do projeto Topodata/INPE e com bases de limites políticos administrativos do IBGE. Desta forma, o Fator L foi calculado conforme metodologia empregada por Desmet e Govers (1996), citado por Farinasso et al., (2006). O cálculo da contribuição de cada célula foi realizado através da geração de fluxo e, em seguida, pelo fluxo acumulado - equivalente a área da célula multiplicada pelo fluxo acumulado. Com o uso do SIG/ ArcGIS, para o cálculo do fator LS, fez-se necessário utilizar o método proposto por Baptista (1997) onde se encontra a obtenção do fator LS, conforme a Equação 4.

$$LS=0,00984 * L^{0,63} * S^{1,18}$$

(Eq. 9)

Onde LS é o fator topográfico; L - comprimento da rampa (m); e S - declividade (%).

Para a obtenção do fator S, foi realizado o cálculo metodológico empregado por Wishmeier e Smith (1978). Para a coleta dos os parâmetros necessários para esta equação, foi empregado os dados altimétricos obtidos pelo satélite Shule Radar Topography Mission (SRTM), com 30 m de resolução espacial proveniente do projeto Topodata/ INPE e com bases de limites políticos administrativos do IBGE.

Ao empregar o módulo 3D Analyst do ArcGIS, foi necessário a eliminação de todas as depressões geradas imprópriamente durante o processo de obtenção do sensor, uma vez que os mesmos podem desviar ou impedir o escoamento superficial, o que levaria a um resultado errôneo e equivocado da direção do fluxo e, *pari passu*, do fluxo acumulado. Todavia, empregando-se o módulo hidrológico do ArcGIS foi possível gerar o mapa contendo as direções de fluxo para a área de estudo e o mapa contendo o fluxo acumulado.

Em seguida foram gerados o mapa de declividade (%) - através do 3D Analyst do ArcGIS, a partir da reclassificação deste mapa, incluindo-o às classes propostas por Desmet e Govers (1996) e a elaboração do mapa de coeficientes (m). Foi utilizada a ferramenta do “Map Calculator”, onde foram adicionadas as condicionantes na equação de Desmet e Govers (1996) resultando no fator L. Portanto, a declividade também foi aplicada para o cálculo do fator S, com base no “Map Calculator” para solução da equação dada por Wishmeier e Smith (1978). Destarte, foi realizada a captura de imagens de satélites para a área de estudo, tendo como intuito a classificação do uso da terra, bem como a utilização da imagem SRTM, resolução de 30m proveniente do projeto Topodata/INPE para classificação e posterior validação das imagens, relacionando-as com o percentual vegetativo das diferentes classes do uso da terra.

No que tange os fatores uso e manejo do solo (C) e às práticas conservacionistas (P), os mesmos estão relacionados, respectivamente, à proteção da cobertura vegetal e às práticas conservacionistas utilizadas. O fator C consiste, especificamente, na relação da perda de solo em uma área cultivada ou descoberta, ao passo que o fator P consiste em práticas de conservação usualmente empregadas em culturas anuais (e.g. plantio em contorno, plantio em faixas de contorno, terraceamento, alternâncias de culturas, etc.) (LOMBARDI NETO, 2012).

O mesmo consiste em uma das medidas de prevenção da erosão, reduzindo a energia cinética das gotas da chuva (fator R) e das práticas conservacionistas (P). Para a sua aplicação, lançou-se mão de revisões bibliográficas para valores que foram adquiridos para as culturas identificadas na área de estudo.

Para o fator P (o qual considera as práticas conservacionistas) foram feitas revisões bibliográficas para os valores adquiridos em relação às práticas conservacionistas para cada classe de uso e cobertura, considerando-se dois cenários, quais sejam: a relação entre a intensidade de perda de solo com ou sem o uso de práticas conservacionistas. Tendo esses cenários norteadores, foi estabelecido um modelo matemático de perda de solo que mais se adequassem às condições presentes da área e, desta forma, conforme os planos de informação levantados anteriormente, os mesmos foram empregados na produção do mapa de potencial erosivo para a área de estudo. Para a obtenção de maior flexibilidade com a aquisição dos resultados, o trabalho foi alocado de forma digital para facilitar o manuseio da pesquisa. Após o reconhecimento dos locais propícios às erosões, foram avaliados os resultados para o potencial erosivo da área de estudo.

Para Parveen e Kumar (2012), a proteção da cobertura vegetal sobre o solo é paulatina e depende do tipo de vegetação, do estágio de desenvolvimento e da estação do ano. Entretanto, a eficácia na redução da erosão depende da quantidade de chuva erosiva que ocorre durante determinado período, quando a cultura concomitantemente com as práticas de manejo oferece uma proteção mínima.

Segundo Wischmeier (1978), em sua originalidade, a USLE tinha como escopo prever a perda de solo universal, i.e, sem fazer o discernimento entre a erosão laminar e a erosão linear. Outrossim, Amorim et al. (2009) asseveram que este modelo de predição de perda de solo não estima a erosão em sucros em sua face mais avançada. Não obstante a aceitação da USLE, em nível mundial, a forma de erosão linear do tipo voçoroca – intrinsecamente relacionada a fatores hidrológicos e geomorfológicos complexos – não foi contemplada pelos fatores desta equação de perda de solos. Destarte, a aplicação deste modelo é limitada à análise da erosão laminar (DAAE, 1989).

Em que pese o índice anual de chuva, a equação não mostra-se eficiente em casos isolados de chuva, dificultando assim a constatação de eventos que implicam grandes perdas de solo. Ademais, a USLE também não contribui para a deposição de sedimentos em vertentes côncavas, limitando-se à análise do aporte de sedimentos na área externa das bacias hidrográficas. Desta forma, cabe mencionar que a aplicação da equação em escala de bacias hidrográficas requer ressalvas, visto que os resultados de perda de solos não podem ser considerados como taxas de erosão reais. Portanto, apesar das limitações apresentadas, a USLE é avaliada como uma das referências basilares em estudos de perda de solo e constitui uma ferramenta amplamente empregada no sentido de respaldar o planejamento e a conservação das terras (CHAVES, 1995).

De acordo com Correchel (2003) as vantagens da utilização deste método dizem respeito à rapidez na determinação da erodibilidade dos solos em comparação com métodos convencionais e a possibilidade de sua estimativa através de parâmetros obtidos por meio de análises em laboratórios de fácil execução.

6.3 Os procedimentos da análise química do solo

No que tange à análise química do solo, foram realizados uma miríade de procedimentos que são descritos abaixo.

Para a coleta das amostras de solo em campo, utilizou-se alavanca para abrir as trincheiras, fita métrica, pá de jardinagem, balança de cozinha de precisão (digital), caderno e caneta para anotações, sacolas plásticas e etiqueta para identificação das amostras. Foram escolhidos três pontos diferentes ao longo da Bacia e, para cada ponto, três trincheiras foram abertas (a Norte, no Centro e a Sul) cada qual com profundidade de 50 cm². Coletou-se uma lamina vertical de amostra de solo de até 35 cm de profundidade e, em seguida, pesou-se esta (600 g) e a colocou em uma sacola plástica.

Figura 18 - Coleta de solo em campo



Fonte: Autor (2020)

Após esta etapa, as amostras seguiram para o Laboratório de Química Ambiental de Solo – LQAS da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, onde foram feitas as análises. Dessa forma, as amostras de solo foram recebidas na sala de armazenamento de solos, onde passaram pelo processo de secagem, moagem e peneiramento. A secagem foi

realizada à temperatura ambiente e a moagem consistiu-se na diminuição das partículas, utilizando-se um martelo de madeira. Já o peneiramento foi realizado em uma peneira de ferro de abertura de 2 mm.

Em relação ao pH do solo, foi realizada a medição eletroquímica da concentração efetiva de íons H^+ na solução do solo por meio de eletrodo combinado e imerso em suspensão no solo: água na proporção de 1:2,5. Ademais, foram utilizados reagentes, soluções e equipamentos (e.g. solução padrão pH 4,00; solução padrão pH 7,00; e potenciômetro com eletrodo combinado). Quanto ao procedimento, foi utilizado o seguinte: 10 cm³ de TFSA colocados em um copo de plástico, numerados, de 100 ml, adicionado de 25 ml de água deionizada e agitada a mistura com um bastão individual e deixado em repouso por uma hora. A mistura foi agitada outra vez e foi feito a medida em potenciômetro digital.

Em que pese à determinação de Ca, Mg e Al, o Ca e o Mg trocáveis foram extraídos por KC1 1M, em concomitância com o Al trocável e titulou-se, em uma fração do extrato, o Al com NaOH na presença de azul de bromotimol como indicador. Em outra fração do extrato foram titulados o Ca e o Mg por complexometria com EDTA e ácido carbônico como indicador. Ambos os elementos foram determinados por espectrometria de absorção atômica a partir do mesmo extrato.

Quanto aos reagentes, soluções e equipamentos, utilizaram-se os seguintes: solução de NaOH; solução de EDAT 0,0125 M; indicador calcon; indicador negro de eriocromo T; KOH a 100%; agitador horizontal circular; balança analítica e bureta. Colocou-se 10 cm³ de TFSA em Erlenmeyer de 125 ml, em seguida foi adicionado 100 ml de solução de KC1 1M e agitou-se durante cinco minutos em um agitador horizontal circular, deixando-o decantar por uma noite. Para o Ca, pipetou-se 25 ml do extrato sem passar por filtração. Em seguida, passou-o para Erlenmeyer de 125 ml, adicionado de 3 ml de KOH a 100g/L e titulou-se com solução padrão de EDTA, 0,0125 M até o aparecimento da coloração lilás. Já para o Ca e o Mg, por sua vez, pipetou-se 25 ml do extrato e, em seguida, passou-se para Erlenmaeyer de 125 ml e adicionou-se 4 ml do coquetel de cianeto de K, trietanolamina e solução tampão. Depois, titulou-se, com solução padrão de EDTA, 0,0125M até o aparecimento da coloração azul. O resultado foi calculado com base nos volumes gastos.

No que tange à determinação de P, K e Na, foi realizada uma solução extratora de Mehlich 1, também denominada de “solução duplo-ácida” ou de “Carolina do Norte”, que é construída por uma mistura de HCl 0,05M + H₂SO₄ 0,0125M. O emprego dessa solução como extratora de P, K e Na, além de micronutrientes do solo, baseia-se na solubilização desses elementos pelo efeito de pH entre 2 e 3, sendo a função do Cl. restringir o processo de

readsorção dos fosfatos recém-extraídos. Para os micronutrientes, a relação solo/extrato sugerida é de 1:5, ao passo que para os demais elementos é de 1:10.

Quanto aos reagentes, soluções e equipamentos, utilizaram-se os seguintes: solução duplo-ácido (HCl 0,005M + H_2SO_4 0,0125M); ácido ascorbático em pó; solução ácida de molibdato de amônio diluída; solução padrão de 0,2 mmol/L de K^+ e de 0,2 mmol/L de Na^+ ; agitador horizontal circular; balança analítica; estufa; espectrofotômetro UVVIS e fotômetro de chama. Foram colocados 10 cm^3 de RFSA em Erlenmeyer de 125 ml. Em seguida, foi adicionado 100 ml da solução extratora duplo-ácida (HCl 0,05M + H_2SO_4 0,0125M) e agitou-se durante cinco minutos em um agitador horizontal circular, deixando-o decantar por uma noite.

O procedimento de P foi determinado espectrofotometricamente através da leitura da intensidade da cor do complexo fosfomolibdico, produzido pela redução do molibdato com ácido ascórbico. Foram retirados 5 ml do extrato, colocando-o em 19 pequenos copos plásticos e reservando o restante; foram adicionados 10,0 ml de solução ácida de molibdato de amônio misturada com cerca de 30 mg de ácido ascórbico em pó e agitado durante 30 minutos, deixando-o desenvolver a cor durante uma hora. A leitura foi realizada em espectrofotômetro, onde foi ajustada para o comprimento de onda de 660 nm (nm).

O procedimento para o K e o Na, por sua vez, consistiu na utilização do fotômetro de chama para a determinação de ambos os íons. Seguiu-se a mesma metodologia utilizada para os íons anteriores, porém empregando soluções padrões diferentes. Utilizou-se a parte do extrato (20 ml) que foi reservada às determinações de K^+ e Na^+ , quando da retirada da alíquota para determinação de P. Em seguida, selecionou-se o filtro próprio para o K e para o Na. Inferiu-se o fotômetro com água deionizada no ponto zero, com a solução de 0,2 mmol/L de K^+ para a determinação de K e solução de 0,2 mmol/L de Na^+ para a quantificação do Na no vapor correspondente ao centro da escala. A leitura foi realizada diretamente no aparelho.

Em relação à Acidez Potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}$), sua extração dos solos é feita a partir de uma solução de acetato de cálcio e titulação alcalimétrica do extrato. A extração do $\text{H}^+ + \text{Al}_3^+$ pelo acetato de cálcio é baseada na propriedade tampão do sal, a qual é decorrente da presença de ânions acetatos. Com o pH ajustado em 7,0, ele extrai grande parte da acidez potencial do solo até alcançar este valor. Quanto aos reagentes, soluções e equipamentos, utilizaram-se os seguintes: solução padrão de pH 4,00; solução padrão de pH 7,00; solução de NaOH 0,025; fenolftaleína a 10 g/L; bureta e potenciômetro digital. Foram colocados 5 cm^3 de TFSA em Erlenmeyer de 125 ml e em seguida foram adicionados 75 ml de solução de acetato de cálcio a 0,5 M e pH 7,1 – 7,2. Depois, arrolhou-se e agitou-se algumas vezes durante o dia e deixou-

se a solução decantar por uma noite. Em que pese o procedimento, foram pipetados 25 ml do extrato e titulado com solução de NaOH a 0,025 M e adicionadas 3 gotas de fenolftaleína a 10 g/L como indicador. O resultado foi obtido com base no volume gasto na titulação.

Em que pese à determinação da Matéria Orgânica, foi utilizado o método volumétrico através do bicromato de potássio. O carbono da MO da amostra foi oxigenada a CO_2 e o cromo (Cr) da solução extratora foi reduzida da valência +6 (Cr_{+6}) à valência + 3 (Cr_{+3}). Na sequência, fez-se a titulação do excesso de bicromato de potássio por meio do sulfato ferroso amoniacal. Quanto aos reagentes, soluções e equipamentos, utilizaram-se os seguintes: solução de bicromato a 0,2 M; solução de sulfato ferroso amoniacal a 0,05 M; indicador fenolftaleína a 10 g/L; ácido ortofosfórico a 85% de P.A; balança analítica, bureta e placa aquecedora.

Em seguida, pesou-se 0,5 g de TSFA triturada e depois colocou-a em Erlenmeyer de 250 ml. Pipetou-se 10,0 ml da solução de bicromato de potássio a 0,2 M e foi adicionado na amostra de solo, colocou-se um tubo de ensaio de 25 mm de diâmetro e 250 mm de altura com água e protegido com papel aluminizado na boca do Erlenmeyer, onde ele funcionou como condensador. Em relação aos procedimentos, após o resfriamento, adicionou-se 80 ml de água deionizada, 1 ml de ácido ortofosfórico e 3 gotas do indicador defenilamina a 10 g/L. Depois titulou-se com solução padrão de sulfato ferroso amoniacal a 0,05 M até o aparecimento da coloração verde.

6.4 A percepção ambiental

Lançou-se mão da percepção ambiental dos agricultores da Bacia do Rio Boa Visto, em termos metodológicos, no sentido de compreender como estes assimilam os problemas ambientais decorrentes do uso e ocupação do solo.

A percepção ambiental, portanto, denota a relação que a sociedade tem com seu meio natural e como ela está se relacionando com este meio (PALMA, 2005). A mesma apresenta-se como um instrumento que deve ser utilizado de forma a identificar os aspectos positivos e negativos do ser humano em relação à natureza. Para Tuan (1980, p. 4), a percepção “é tanto a resposta dos sentidos aos estímulos externos, como a atividade proposital em que certos fenômenos são claramente registrados enquanto outros são bloqueados”. Ainda para o autor, percepção, atitudes, valores e suas consequências – a visão de mundo – devem ser o foco no entendimento da relação homem/ natureza e seus respectivos reflexos.

A vivência do ser humano em seu meio é direcionada por sua percepção, sendo precípua a percepção ambiental para a compreensão dos seres humanos com o meio em que se

encontram inseridos (CASTELLO, 2001). Os indivíduos, portanto, apresentam percepção e reação distintas ante as ações relacionadas ao meio ambiente, visto que suas respostas e/ ou manifestações se desencadeiam a partir das percepções e expectativas subjetivas dos mesmos no contexto de suas relações com o meio ambiente e a sociedade.

Ainda segunda a autora supracitada, há três mecanismos a serem levados em consideração quando da análise das interações ser humano/ meio ambiente, quais sejam a cognição - processo de percepção, concepção do meio, conhecimento e pensamento; a afetividade - diz respeito aos sentimentos, sensações e emoções; e a coadunação entre a ação humana e o meio ambiente – a qual consiste na resposta a cognição e afetividade.

A percepção ambiental tem como objetivo realizar o diagnóstico ser humano/ meio ambiente, tendo em vista a forma como este enxerga, interpreta, convive e se adapta à realidade do meio em que estar inserido (OKAMOTO, 1996, apud FRAZÃO; SILVA; CASTRO, 2010).

Para contemplar este recurso metodológico lançou-se mão de entrevistas com os agricultores rurais. Foi elaborado um questionário semiaberto como guia de entrevista, o qual foi aplicado aos agricultores da Bacia em questão. Para realização das entrevistas, foram escolhidas três áreas da Bacia: uma área na porção Sul, outra na porção Central e a última na porção Norte da Bacia. Foram entrevistados cinco agricultores de cada área da Bacia com base no questionário sócio-ambiental conforme o apêndice A.

As entrevistas auxiliaram no diagnóstico ambiental da Bacia e na elaboração da proposta do plano de manejo, tendo em vista a recuperação ambiental da bacia em questão através de políticas públicas sugeridas no âmbito do Plano de Manejo.

6.5 Uso e ocupação do solo

Para a realização dos mapas de uso e ocupação do solo, foram selecionadas quatro imagens distintas referentes aos anos de 1988, 1998, 2008 e 2019 adquiridas pelo MapBiomás. A interpretação das imagens ocorreu através do Sistema de Informação Geográfica ArcGis feita em gabinete.

Após a realização dos mapas de uso e ocupação do solo da Bacia do Rio Boa Vista, foi feita a validação dos mesmos em campo, no sentido de sanar qualquer informação incapaz de ser interpretada pelo Programa.

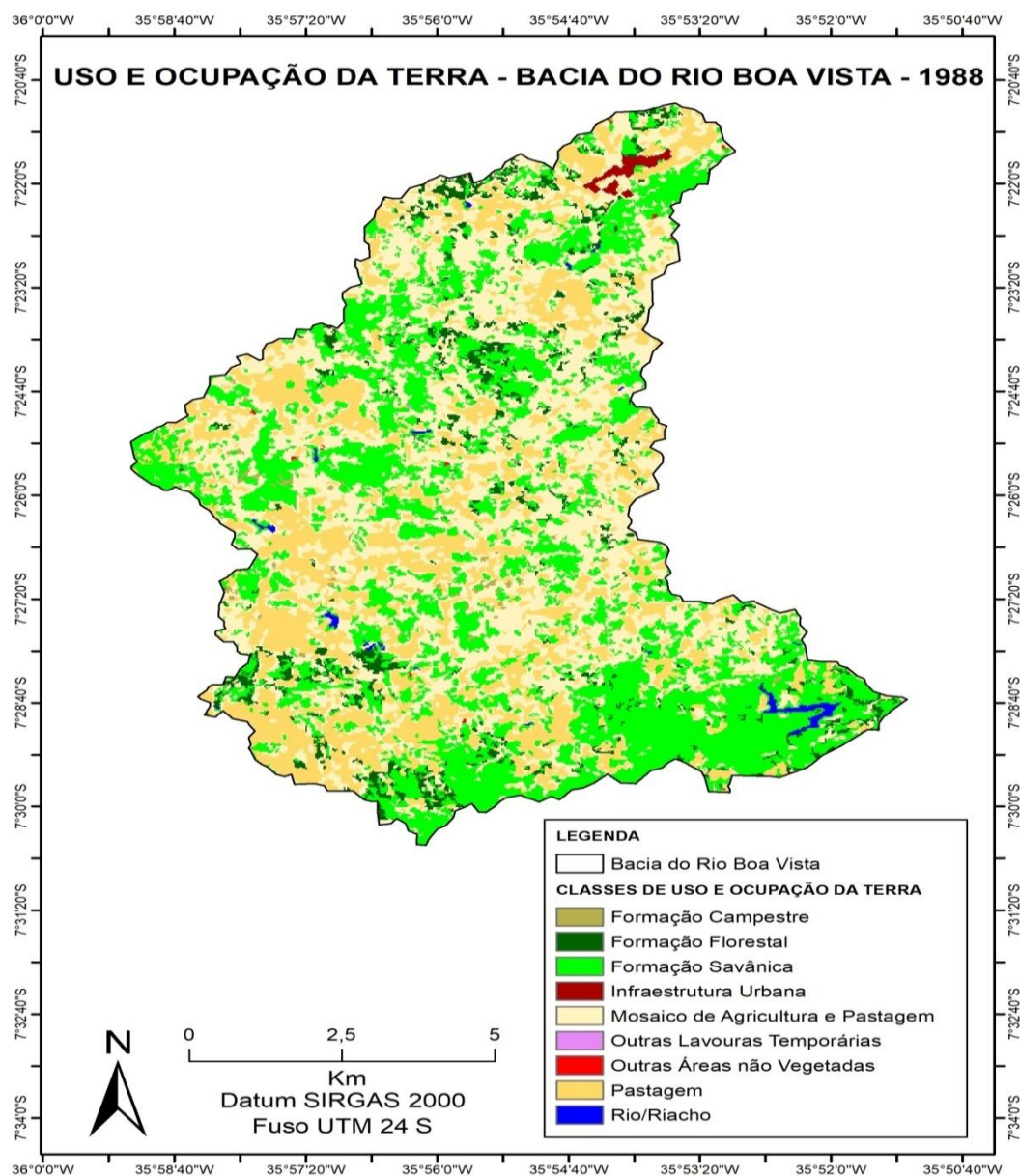
Os mapas de uso e ocupação do solo serviram para identificar as áreas de solo exposto e as áreas de vegetação, bem como o crescente processo de urbanização durante os últimos trinta anos na área de estudo.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 Uso e ocupação do solo da Bacia do Rio Boa Vista

A ocupação espacial vem crescendo em uma escala vertiginosa diante da demanda do modelo econômico em voga. Entretanto, a depauperação dos recursos naturais cresce na mesma proporção da ocupação do espaço. Tal demanda está direcionada para a extração dos recursos naturais renováveis, e.g. água, flora, etc. (SANTOS, 1993). A Figura 19 refere-se ao uso e ocupação dos solos da Bacia em questão.

Figura 19 - Mapas de uso e ocupação dos solos da Bacia do Rio Boa Vista referente ao ano de 1988

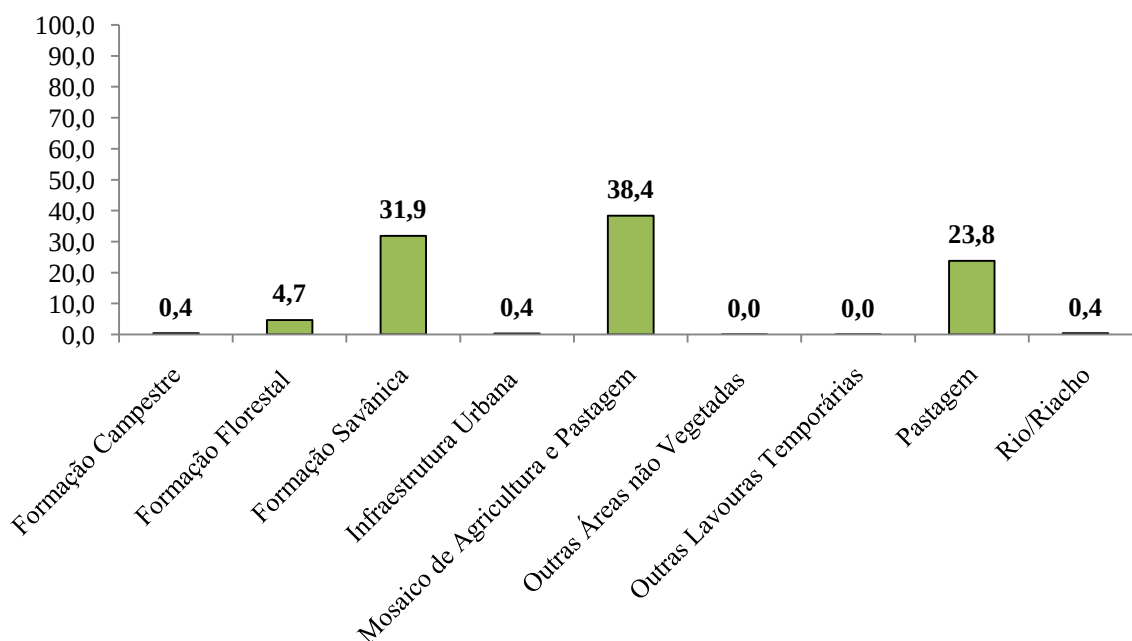


Fonte: MapBiomas (2020)

No Município de Queimadas, o processo de ocupação espacial ocorreu no século XVIII e intensificou-se no século XX. Este processo, desde o início, estava voltado para a implantação da agropecuária na região. A Figura 19 mostra os mapas de uso e ocupação do solo na Bacia do Rio Boa Vista referentes aos anos de 1988.

Como observa-se na Figura 18, em que pese o uso e ocupação dos solos da Bacia em questão, há predominância do mosaico de agricultura/ pastagem, formação savânica (i.e. resquícios da Caatinga), pastagem e formação florestal respectivamente. O mosaico de agricultura/ pastagem e a pastagem, de per si, referem-se ao uso e ocupação dos solos em vista da agropecuária predominante na área de estudo. As últimas categorias de uso e ocupação dos solos dizem respeito às formações vegetais da Bacia, quais sejam a formação savânica – constituída pela vegetação subarbustiva/ graminoide e a formação florestal - formada pela vegetação arbustiva-arbórea. Nesse sentido, há predominância da formação savânica como mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1- Uso e ocupação dos solos da Bacia Boa Vista referente ao ano de 1988 (%)

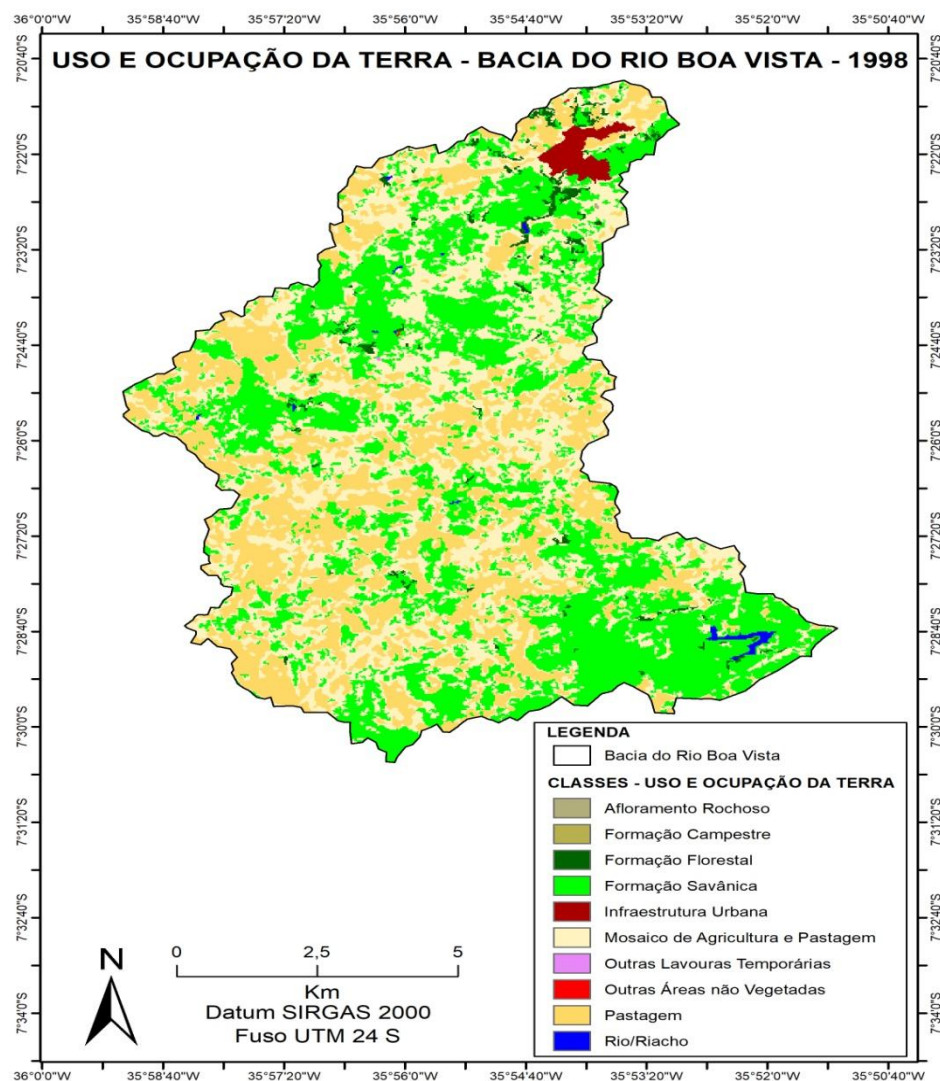


Fonte: MapBiomias (2020)

Em relação à infraestrutura urbana, em 1988 a população urbana era inferior à população rural que, por sua vez, se expandia por toda a Bacia em questão. Ao longo de dez anos é notável o aumento da malha urbana; a diminuição das formações florestal; o aumento

da formação savânica e da pastagem; e a atenuação do mosaico de agricultura/ pastagem, conforme a Figura 20.

Figura 20 - Mapas de uso e ocupação dos solos da Bacia do Rio Boa Vista referente ao ano de 1998

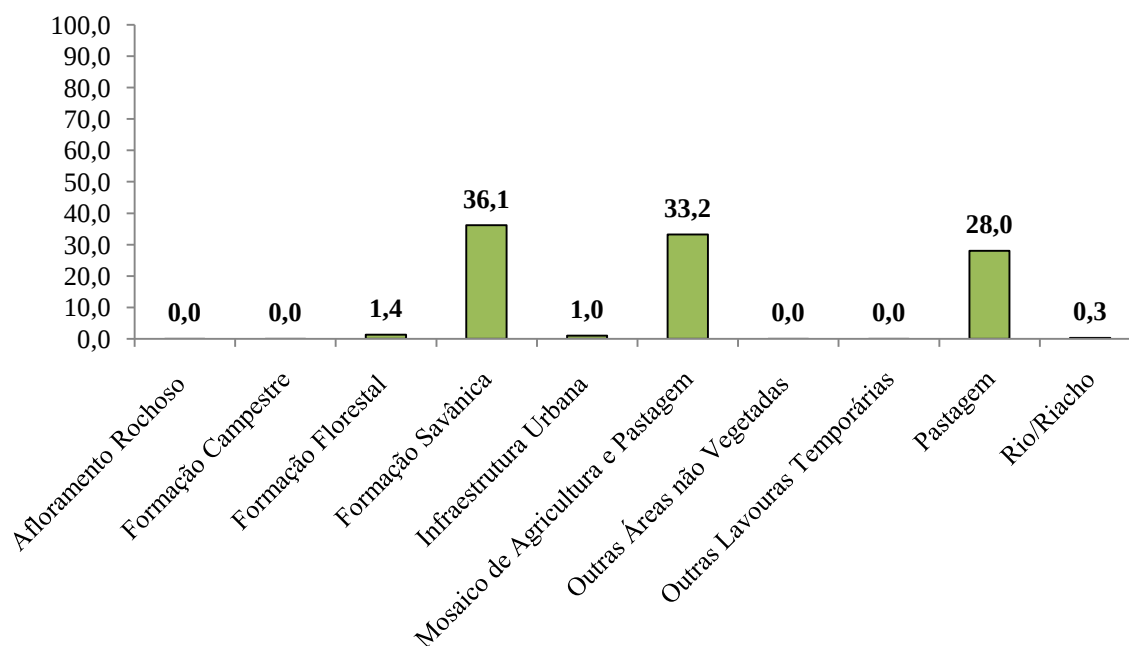


Fonte: MapBiomias (2020)

A atenuação do mosaico de agricultura/ deve-se ao aumento da pastagem e da formação savânica. É perceptível também o aumento da expansão urbana em relação à década anterior. Este fato corresponde ao movimento migratório campo/ cidade que ao longo da primeira década do século vinte e foi consolidando-se.

O Gráfico 2 elucida a composição do uso e ocupação dos solos da Bacia em questão para o ano em evidência.

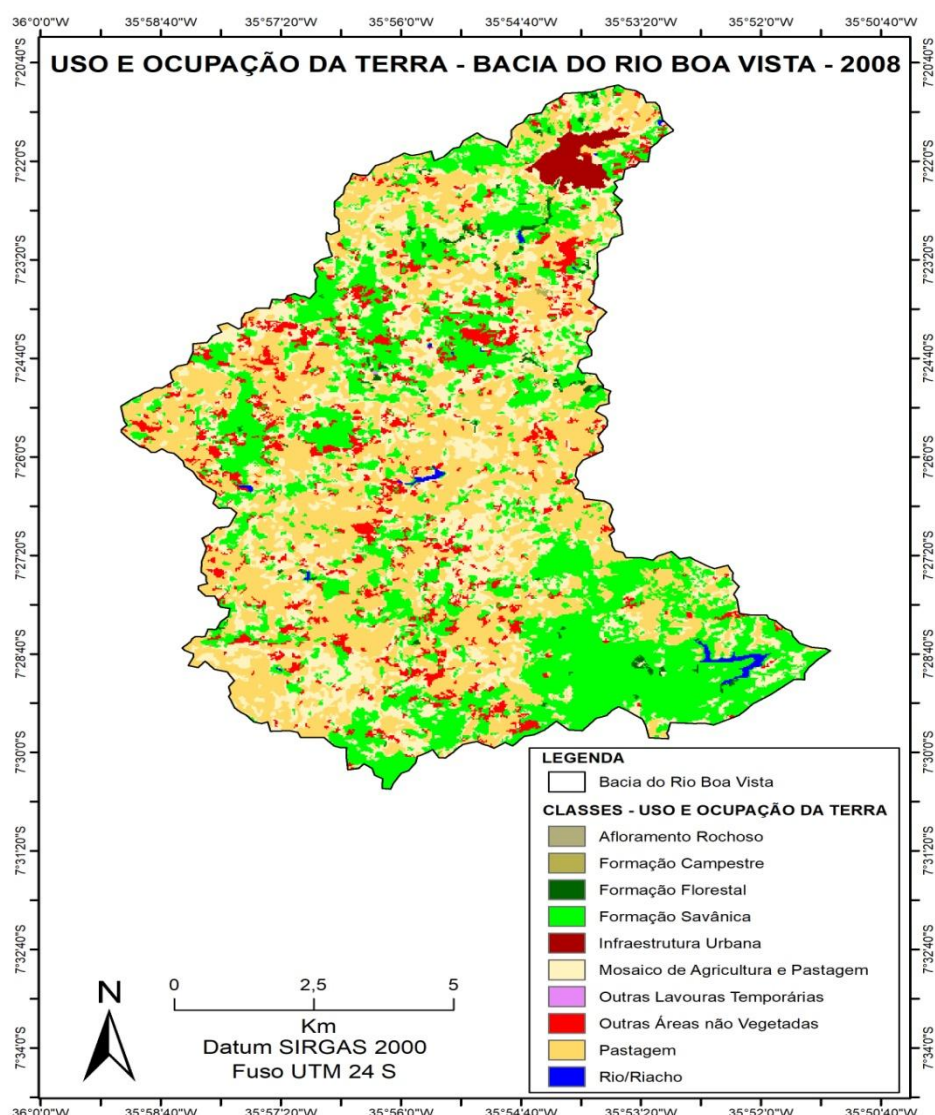
Gráfico 2 – Uso e ocupação dos solos da Bacia Boa Vista referente ao ano de 1998 (%)



Fonte: MapBiomas (2020)

O uso e ocupação dos solos da Bacia em questão, referentes ao ano de 2008 e em comparação com o ano de 1998, apresentam um panorama diferente no que tange aos aspectos formação savânica e mosaico de paisagem/ pastagem – conforme apresentado na Figura 20.

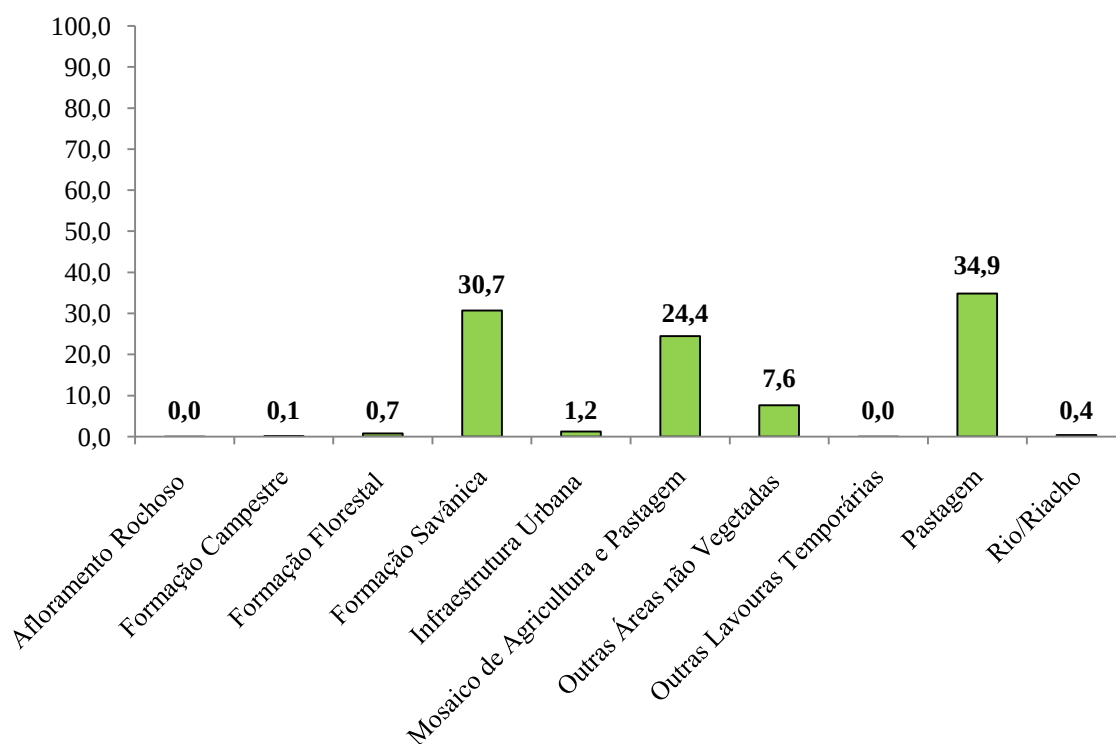
Figura 21 - Mapas de uso e ocupação dos solos da Bacia do Rio Boa Vista referente ao ano de 2008



Fonte: MapBiomas (2020)

Como observa-se na Figura supracitada, houve um decréscimo da formação savânica e do mosaico de agricultura/ pastagem, ao passo que houve um acréscimo significativo da pastagem. Em relação à infraestrutura urbana, a mesma continuou em crescimento. Já em relação às outras áreas não vegetadas, há um destaque em relação aos mapas anteriores. Este fato diz respeito ao crescimento da infraestrutura rural bem evidenciado no mapa da Figura 21.

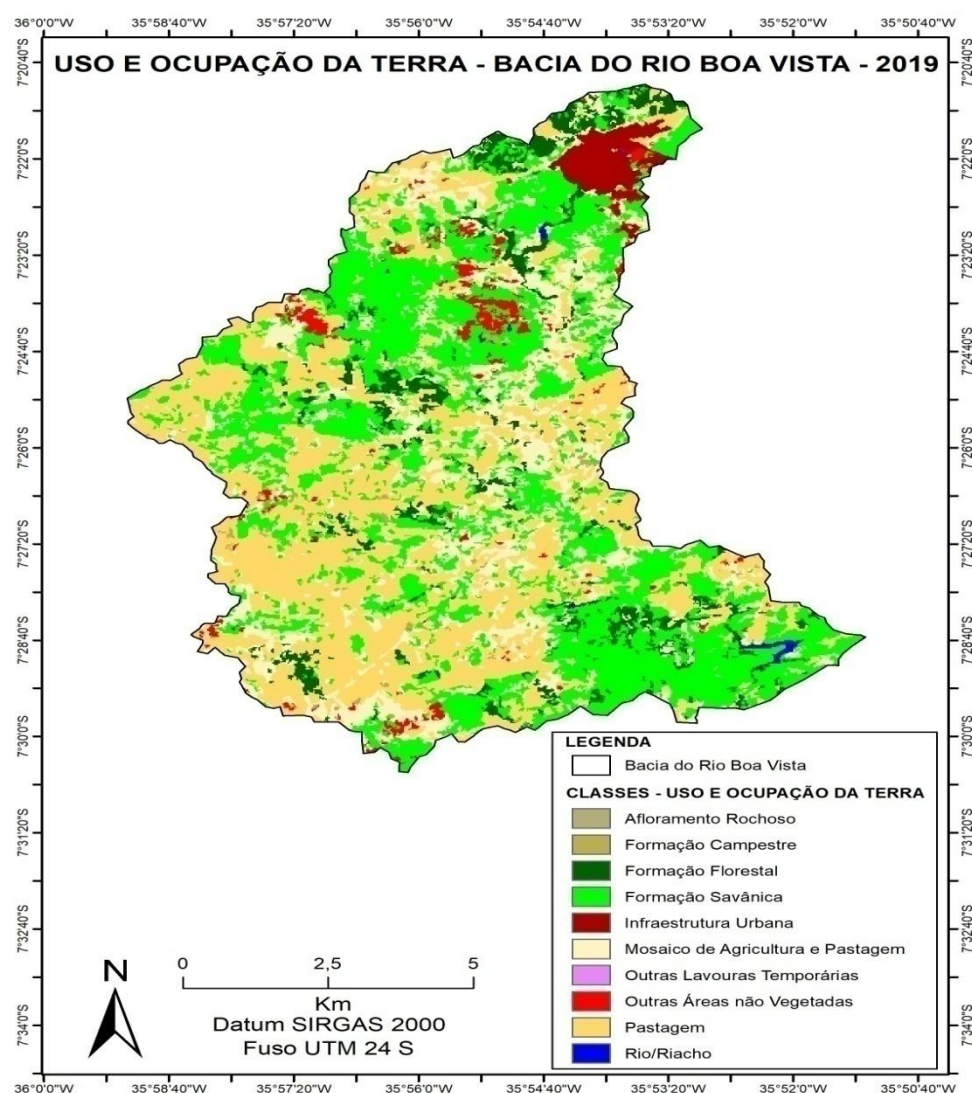
Gráfico 3 - Uso e ocupação dos solos da Bacia Boa Vista referente ao ano de 2008 (%)



Fonte: MapBiomias (2020)

No mapa infracitado, observa-se o uso e ocupação da Bacia em questão referente ao ano de 2019 – um panorama mais atual da área de estudo, conforme a Figura 21.

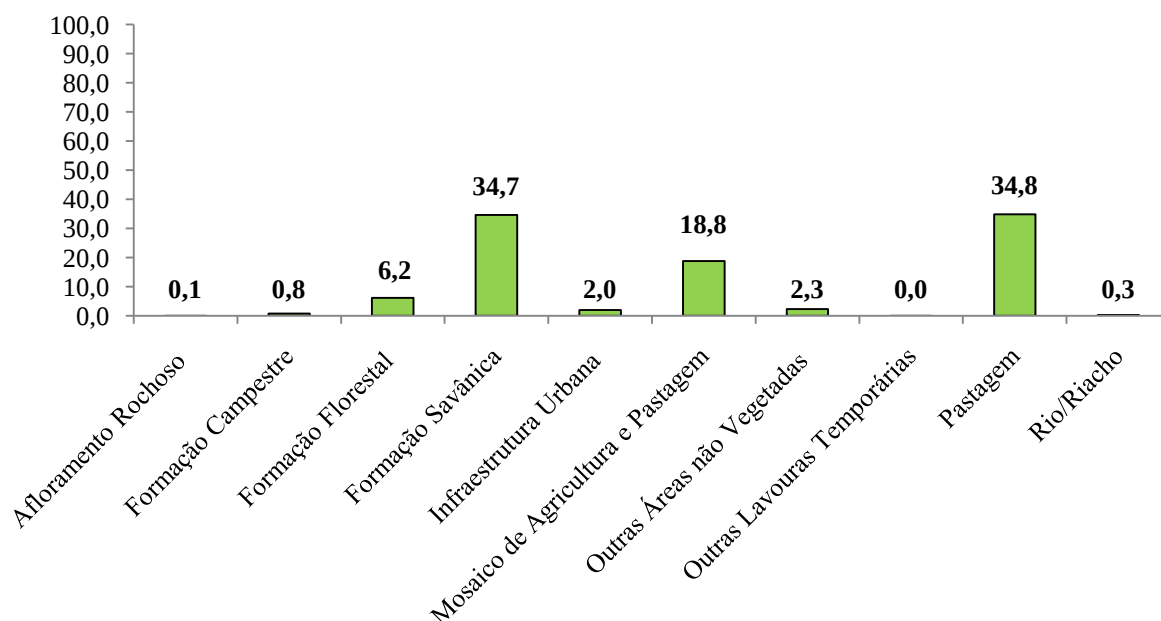
Figura 22 - Mapas de uso e ocupação dos solos da Bacia do Rio Boa Vista referente ao ano de 2019



Fonte: MapBiomas (2020)

Em comparação com o mapa da Figura 21, o mapa supracitado um aumento da formação savânica; diminuição acentuada do mosaico agricultura/ pastagem e consolidação da infraestrutura urbana.

Gráfico 4 – Uso e ocupação dos solos da Bacia Boa Vista referente ao ano de 2019 (%)



Fonte: MapBiomias (2020)

Pode-se inferir a partir dos quatro mapas que o Município de Queimadas foi consolidando-se enquanto malha urbana e, concomitantemente, os povoados rurais foram crescendo e modificando o espaço geográfico haja vista à expansão da agropecuária. Todavia, todo esse processo de expansão provocou grandes impactos ambientais à vegetação da Caatinga e, conseqüentemente, a degradação do solo. O uso do solo do Município em questão é direcionado, em grande parte, às atividades agrícolas e, em menor escala, à pecuária bovina.

Em relação ao canal de drenagem da Bacia do Rio Boa Vista, o mesmo encontra-se em um estágio avançado de sedimentação como mostra a figura 23 A-B-C.

Figura 23 A-B-C: Trechos de sedimentação da Bacia do Rio Boa Vista



A Figura 23-A mostra um segmento de canal de drenagem com ausência de vegetação de caatinga, cultivo de palma a norte, deixando o solo exposto ocasionando erosão laminar. Este processo superficial ocasionou um alto volume de sedimentação no canal criando um barramento natural ao curso hídrico, gerando pequeno foco de água que é utilizado pelo proprietário para o rebanho bovino.

Na Figura 23-B pode-se observar o canal de drenagem colmatado pela sedimentação proveniente da erosão laminar. Como seu uso enquanto corpo hídrico ficou impossibilitado, este é usado para sequeiro de capim que é oferecido ao rebanho bovino da propriedade. Nas margens do canal, vislumbra-se o capim verde que será usado posteriormente para alimentar o rebanho. As espécies arbóreas presentes à margem do canal trata-se da Algaroba (*Prosopis*

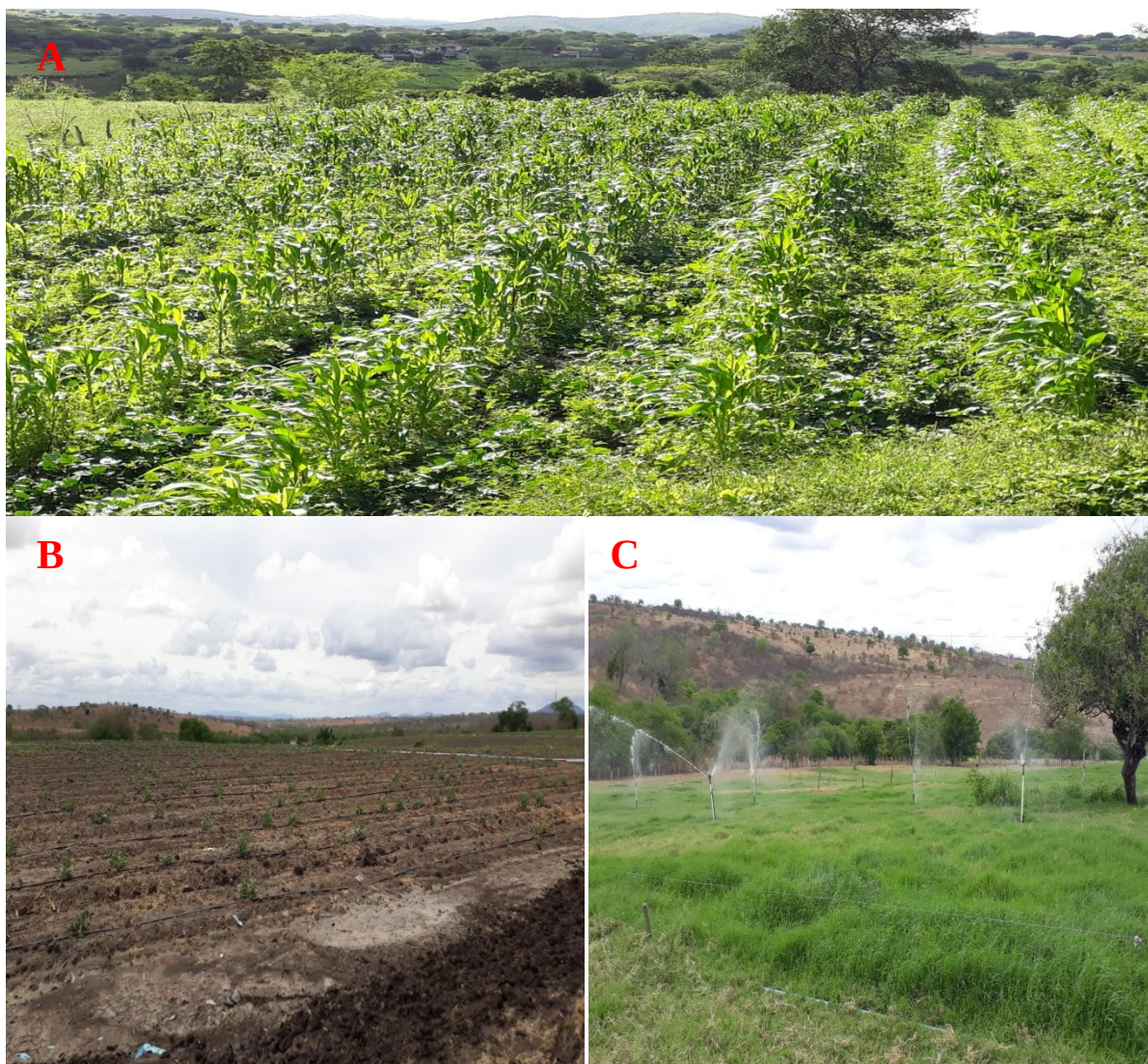
Juliflora), que na área de estudo é sobremaneira recorrente à margem dos riachos e outros corpos de água.

Por fim, a Figura 23-C é a continuação, da Figura anterior, destaca a descontinuidade do canal de drenagem pelo processo de sedimentação. Neste trecho pode-se perceber a presença de pouca água no leito do rio, a qual perpassou de um ano para outro.

O uso do solo da Bacia do Rio Boa Vista, no que diz respeito à agropecuária, desempenha três funções: a agricultura de sequeiro (que é a mais comum), a agricultura irrigada e a pastagem irrigada e/ ou plantação de capim ao longo do canal de drenagem.

Na Figura 24 A-B-C, observa-se uma plantação de milho (agricultura de sequeiro), uma plantação irrigada de tomate e uma plantação irrigada de capim, respectivamente.

Figura 24 Figura - A-B-C: Trechos de sedimentação da Bacia do Rio Boa



A agricultura de sequeiro é sobremaneira comum no Município de Queimadas e depende da chuva (i.e. do período chuvoso) para ser desenvolvida. Para este tipo de

agricultura é recorrente a utilização do fogo (i.e. as chamadas “queimadas” – alusiva ao nome do próprio Município) para o preparo do terreno.

De acordo com Tavares et al. (2018), as queimadas foram utilizadas para a preparação das terras desde o período colonial brasileiro, tendo em vista o plantio de cana-de-açúcar. O uso indiscriminado do fogo no que tange às práticas agropecuárias sempre foi uma realidade no Brasil.

Apesar do Decreto Estadual 24.429/2003 que proíbe as queimadas quando do momento de preparo de limpeza do terreno e as considerar sem controle ou não autorizadas, as mesmas continuam sendo realizadas no Município em questão com muita frequência e sem nenhum acompanhamento técnico do órgão competente, como a EMATER (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural) (TAVARES, 2018).

O Bioma Caatinga, por muito tempo, vem sendo degradado para dar lugar à agricultura. Destarte, as espécies de grande porte (e.g. mororó, baraúna, aroeira, barriguda, angico brabo, dentre outras) tornam-se cada vez mais difícil de serem localizadas no Município devido ao acelerado processo de desflorestamento para a implantação da agropecuária (TAVARES, op. cit., 2018).

No que tange à agricultura irrigada, a mesma é restrita a alguns proprietários que possuem um poder aquisitivo razoável. Sendo assim, ela é praticada de duas maneiras: a irrigação por esguicho e a irrigação por gotejamento, como mostra a Figura 23-A. A irrigação por gotejamento é mais comum na área de estudo, ao passo que a irrigação por esguicho é frequentemente empregada nas plantações de capim para alimentar o gado bovino como mostra a Figura 23-B.

A plantação de capim nas margens e/ ou no interior do canal de drenagem, como mostra a Figura 23-C, é utilizada com muita frequência pelos agricultores que se encontram nas mediações da Bacia Hidrográfica em questão. Em toda a Bacia é notória a plantação de capim para alimentar o rebanho bovino.

7.2 Os barramentos na Bacia do Rio Boa Vista

Em relação aos barramentos na Bacia em questão, foram localizados quatro impedimentos artificiais (i.e. antrópicos) ao longo da Bacia do Rio Boa Vista. São eles: o barramento do Açude do Sr. José Maria localizada sob as seguintes coordenadas: 07°23'377" Latitude Sul e 035°54'597" Longitude Oeste, conforme a Figura 24.

Figura 25- Barramento do Açude do Sr. José Maria

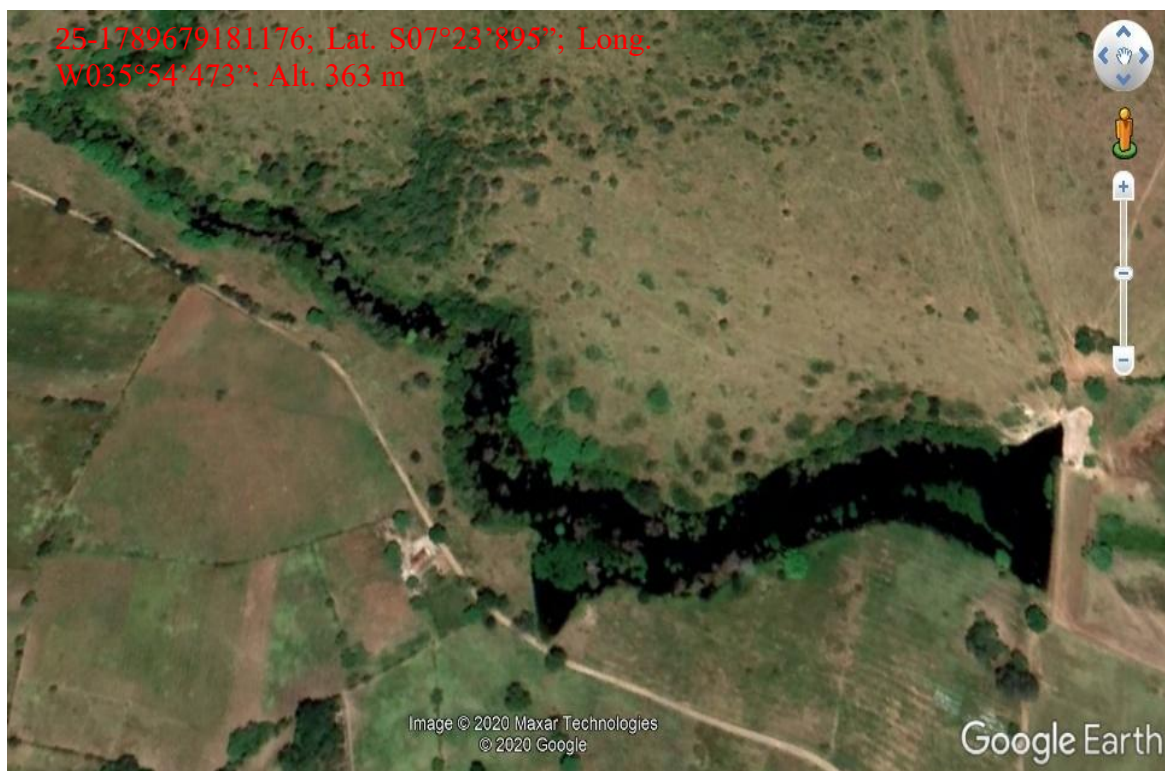


Fonte: Google Earth (2020)

Este barramento fica próximo da sede do Município de Queimadas e a água é utilizada para a pesca e, sobretudo, para a irrigação de cereais, hortaliças, leguminosas, frutas e capim. Ao Norte do Açude há plantações de milho e tomate; e em toda a área Leste do barramento, atualmente, não consta de nenhum tipo de plantação irrigada e tampouco de sequeiro. Entretanto, por vezes, as terras são alugadas para o plantio diversificado de vários gêneros alimentícios, tais como o repolho, o tomate, o maracujá, etc. segundo informação coletada in locu.

O barramento na propriedade do Sr. José Carlos do Rêgo localiza-se sob as seguintes coordenadas: 07°23'895" Latitude Sul e 035°54'473" Longitude Oeste, conforme a Figura 26.

Figura 26 - Barramento da propriedade do Sr. José Carlos do Rêgo



Fonte: Google Earth (2020)

Este barramento dista cerca de dois quilômetro do Açude do Sr. José Maria (primeiro barramento). A água do reservatório é utilizada exclusivamente para dessedentar o rebanho bovino e irrigar a palma forrageira (*Opuntia Cochenillifera*) para alimentar os bovinos. Este barramento se localiza cerca de um quilômetro do terceiro barramento e apresenta implicações em termos de vazão de água para o barramento Olho D'água Salgado, conforme a Figura 27.

Figura 27 - Canal de drenagem tomado pela sedimentação devido ao barramento



Como observar-se na Figura 27, o canal de drenagem se encontra completamente tomado pela sedimentação após a construção do Barramento na propriedade do Sr. José Carlos do Rêgo, ocasionando uma desconectividade do canal de drenagem e, consequentemente, a ausência de água à jusante do barramento.

O barramento Olho D'água Salgado encontra-se sob as seguintes coordenadas: 07°24'223" Latitude Sul e 35°54'451" Longitude Oeste, como mostra a Figura 28.

Figura 28 - Barramento Olho D'água Salgado



Fonte: Google Earth (2020)

O barramento Olho D'água Salgado é o menor em volume de água. Porém, este permanece cheio o ano inteiro em razão de o lençol freático abastecê-lo constantemente. Deste modo, é retirado deste barramento uma miríade de carros-pipa (com capacidade para sete mil litros cúbicos de água) diariamente.

O barramento do Açude do Brito, por sua vez, localizado sob as seguintes coordenadas: S07°28'675\" Latitude Sul e 35°52'107\" Longitude Oeste, conforme Figura 29.

Figura 29 - Barramento do Açude do Brito



Fonte: Google Earth (2020)

Neste barramento, o maior do Município, é praticada a piscicultura em viveiros e a atividade de pesca de uma maneira geral. Cabe mencionar que às margens do Açude encontra-se uma faixa de mata ripária do Bioma Caatinga em bom estado de conservação, com exceção para alguns poucos pés de Algaroba presentes na área. Nas imediações do Açude há muita vegetação típica da Caatinga, porém ao extremo Sudeste da Figura 29 é possível ver áreas destinadas às atividades agrícolas.

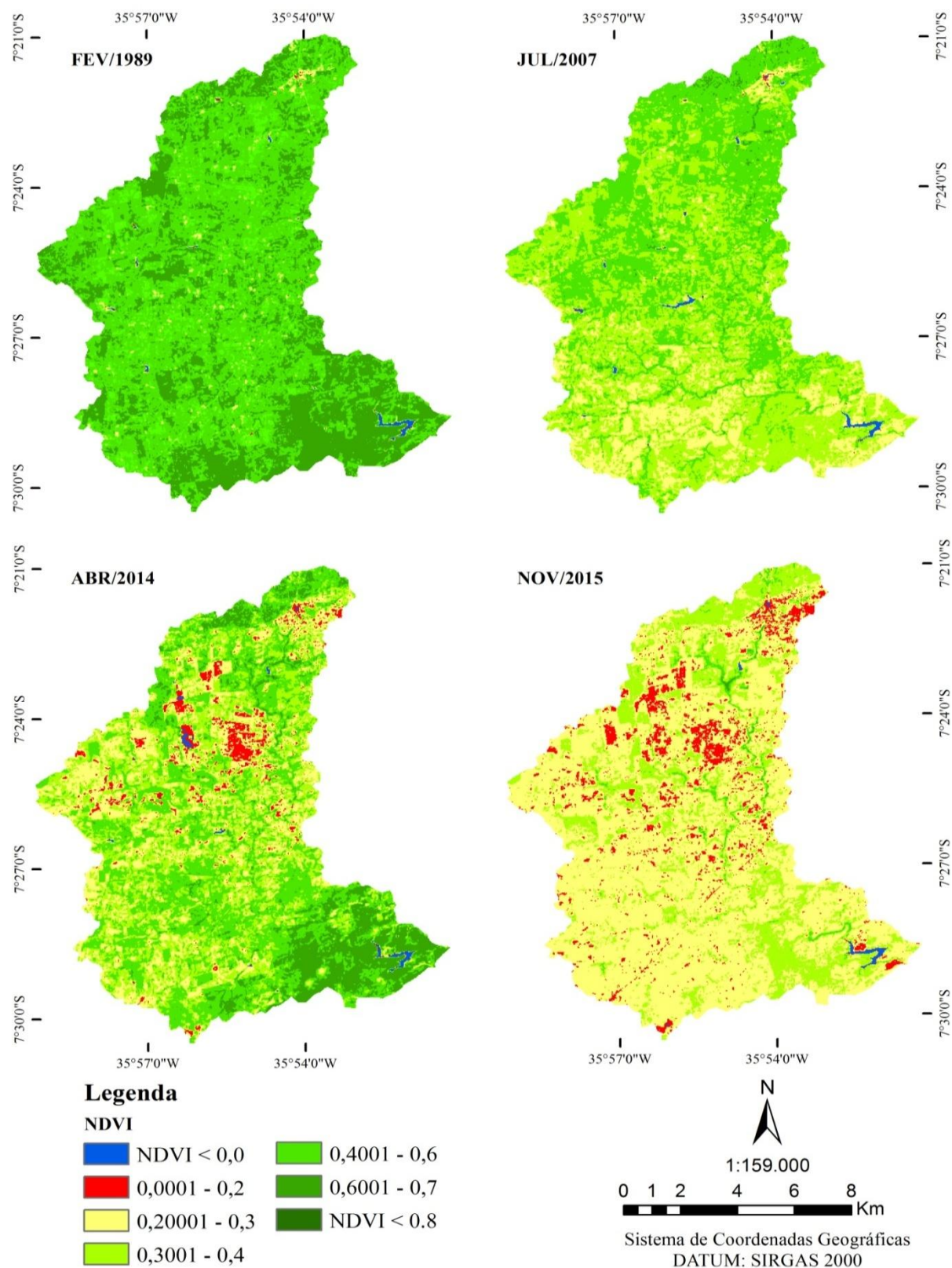
7.3 NDVI da Bacia do Rio Boa Vista

O NDVI é utilizado como um instrumento para o monitoramento da vegetação, no sentido de construir perfis sazonais e temporais das atividades da vegetação – permitindo estabelecer comparações interanuais desses perfis. O mesmo vem sendo utilizado para identificar atividades sazonais e fenológicas; duração de períodos de crescimento e de pico verde; mudanças fisiológicas das folhas e períodos de senescência (PONZONI, 2012).

Foram elaborados quatro mapas referentes ao NDVI da área de estudo (Figura 29), respeitando as duas estações do ano bem acentuadas no Semiárido Brasileiro (i.e. período chuvoso e período seco). O primeiro mapa é de fevereiro de 1989; o segundo mapa é de julho de 2007; o terceiro mapa é de abril de 2014; e o quarto mapa é referente ao mês de novembro de 2015. O intervalo entre o primeiro e o quarto mapa é de 25 anos.

A Figura 30 mostra o mapa do NDVI da Bacia em estudo referente aos anos de 1989, 2007, 2014 e 2015, respectivamente.

Figura 30 - Mapa do NDVI da Bacia do Rio Boa Vista



Fonte: USGS - LANDSAT 5 (2019); Google Earth Pro (2019)

Em que pese os valores do NDVI e seus respectivos atributos, tem-se: o valor inferior a 0,0 diz respeito aos corpos de água (e.g. rios, riachos barramentos, etc.); os valores de 0,0001 a 0,2 indicam as áreas urbanas e os adensamentos rurais; os valores de 0,20001 a 0,3 são relativos ao solo exposto; os valores de 0,3001 a 0,4 tangem à vegetação arbustiva-arbórea (típica do período seco); os valores de 0,4001 a 0,6 são atinentes à vegetação subarbustiva/ graminoide; os valores de 0,6001 a 0,7 correspondem à vegetação arbustiva; e o valor inferior a 0,8 diz respeito à vegetação arbustiva-arbórea (típica do período chuvoso).

No mapa de fevereiro de 1989 observa-se a predominância da vegetação arbustiva-arbórea (período chuvoso), seguida pela vegetação arbustiva e pela vegetação subarbustiva/graminoide respectivamente. Na porção Sul e, sobretudo, no extremo Sudeste do Município é possível visualizar uma vegetação arbustiva-arbórea (período chuvoso), o que significar asseverar que ação antrópica nesta área ainda era tênue em comparação com os dias atuais.

A cor amarela, no mapa, indica solo exposto e representa as áreas agricultáveis e as áreas em processo de crescimento populacional. Evidencia-se que em 1989 a população rural era superior a população urbana.

No mapa de julho de 2007 predominam as áreas de solo exposto e a vegetação arbustiva e poucas manchas de vegetação arbustiva-arbórea (período chuvoso) em algumas partes da Bacia. Não obstante ter sido um ano com chuva regular (média/ano de 750,3 mm), a precipitação foi sobremaneira irregular. Este fato fica patente quando se compara o solo exposto entre o Norte e o Sul do Município, apresentando este último maior concentração de terras com solo desnudo.

Como no ano de 2007 o período chuvoso ocorreu de janeiro a setembro (chuva torrencial), ainda que de forma assimétrica, observa-se que os reservatórios estão todos cheios, inclusive o Açude do Cedro localizado no centro do mapa e outros reservatórios de pequeno porte, se comparado ao mapa de abril de 2014, onde observa-se a predominância de solo exposto. Tendo em vista o período de maior incidência de chuva no ano de 2007, percebe-se a ocorrência de vegetação arbustiva, subarbustiva/graminoide e alguns pontos com vegetação arbustiva-arbórea (período chuvoso) ao Norte da Bacia. Ao Sul, observa-se a presença de vegetação arbustiva-arbórea (período seco), vegetação arbustiva e solo exposto. Ao Centro-Oeste, percebe-se pouca presença de vegetação arbustiva-arbórea (período seco).

O ano de 2014 faz parte do rol dos anos consecutivos de secas que assolaram a Região Semiárida de 2012 a 2016. De acordo com Tavares et al. (2019) este período consecutivo de secas no Semiárido já se configura como uma das maiores secas dos últimos trinta anos. A

seca, *sui generis*, do ano de 2014 é denominada de seca parcial (i.e. seca verde) – quando há chuva regular, entretanto mal distribuídas em termos de tempo/ espaço.

Neste cenário é importante destacar o Açude do Cedro que no mapa de Julho de 2007 estava completamente cheio e que, no mapa de abril 2014, perdeu grande massa de água devido ao período de seca.

No que tange ao mapa de novembro de 2015, pode-se visualizar a grande predominância de solo exposto devido à seca; vegetação arbustiva-arbórea (período seco) e algumas manchas de vegetação arbustiva/subarbustiva ao Sul. Ao Norte se destaca a vegetação subarbustiva/ graminoide, pouca vegetação arbustiva e ínfimos focos de vegetação arbustiva-arbórea (período chuvoso) – sobretudo próximo ao Açude do Sr. José Maria.

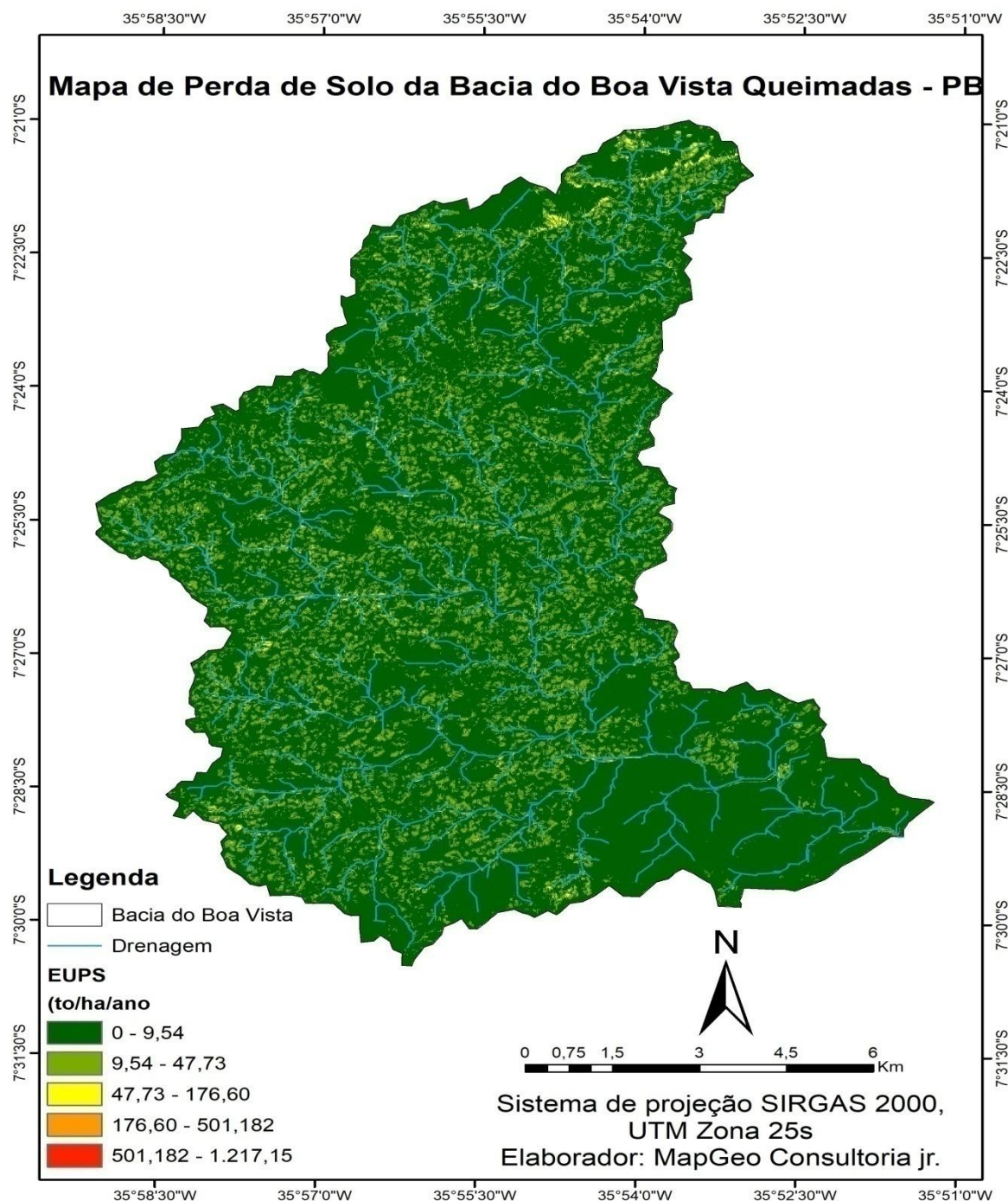
É notória a ausência do Açude dos Verdes e do Açude do Cedro, bem como outros pequenos reservatórios, conforme podem ser observados nos mapas de julho de 2007 e abril de 2014. Estes secaram completamente durante o ano de 2015 devido à seca. Este ano foi caracterizado pela seca total – i.e. quando há baixa precipitação e distribuição assimétrica da chuva, tornando difícil a alimentação das populações e dos rebanhos e impossibilitando a manutenção dos reservatórios de água para o consumo humano e animal.

7.4 Equação Universal de Perda de Solos (USLE/ EUPS)

Os resultados da USLE apresentaram sobremaneira relevância em termos de estimativa de perdas de solo e elucidou a distribuição do processo erosivo dentro da área de estudo. A USLE constitui uma ferramenta de fundamental importância para a análise de perda de solo provocada pelo processo erosivo. Outrossim, através desta metodologia é possível mensurar a taxa anual de sedimento por perda de solo que adentra os canais de drenagem. Entretanto, o uso de outras ferramentas conjugadas à USLE, a saber o NDVI e o mapa de uso e ocupação do solo, faz-se necessário no sentido de obter resultados mais satisfatórios.

A Figura 31 mostra os valores da aplicação da USLE na Bacia do Rio boa Vista para cada categoria de perda de solo em ton/ha/ano.

Figura 31 - Mapa de perda de solo da Bacia do Rio Boa Vista



Fonte: MapGeo (2020)

Em relação às taxas de perdas de solo apresentadas pela USLE na Bacia do Rio Boa Vista, destacam-se os valores de 0 – 9,54 ton/ha/ano e 9,54 – 47,73 ton/ha/ano. Por meio dos mapas de uso e ocupação do solo e do NDVI é possível inferir que o primeiro valor (0 – 9,54 ton.ha.ano) refere-se às áreas onde há maior presença de vegetação, a exemplo do extremo

Sudeste da Bacia em questão. Nessas áreas há pouca presença da agropecuária hodiernamente e muita vegetação característica do Bioma Caatinga.

Já os valores entre 9,54 e 47,73 ton/ha/ano encontram-se distribuídos em toda a extensão da Bacia em estudo e refere-se às áreas destinadas à agricultura e à pecuária bovina. Nestas áreas há uma significativa perda de solos devido ao uso excessivo do solo através das práticas agrícolas. As mesmas são caracterizadas por longos anos de desflorestamento, pelas queimadas e pelo uso intensivo do solo.

No que tange aos valores entre 47,73 a 176,60 ton/ha/ano há uma maior concentração no extremo Sul da Sede do Município onde localiza-se a Serra do Bodopitá. Nesta Serra existem algumas áreas destinadas à agricultura de sequeiro que, devido à declividade, apresenta uma maior perda de solo como mostra a Figura 32-A. É importante destacar também a presença de empresas de mineração que atuaram no Município da década de 1970 até o final da primeira década de 2000 conforme a Figura 32 A-B.

Figura 32 A-B - Degradação do solo a Serra de Bodopitá



De acordo com o Art. 143e inciso IV da Lei Orgânica do Município de Queimadas, ler-se:

fazer o inventário e o mapeamento, entre outras, das coberturas vegetais e montanhosas, proibindo, conforme legislação em vigor, a sua exploração, nos limites do perímetro urbano, visando evitar, no futuro, desabamentos rochosos que possam por em risco a vida da população (QUEIMADAS, p. 43, 1990).

Nos dias atuais, como em tempos pretéritos, o uso do solo no perímetro urbano vem sendo utilizado de forma indiscriminada pelos agricultores. Não obstante, não há e nem houve

no passado nenhum esforço dos órgãos competentes no sentido de orientar a população no diz respeito à proteção ambiental e à função ecológica desta área montanhosa.

7.5 O diagnóstico da química do Solo da Bacia do Rio Boa Vista

A análise de solo tem como objetivo indicar os nutrientes e as condições químicas disponíveis para as plantas, no sentido de inferir o potencial produtivo das culturas. Destarte, a análise de solo é uma das ferramentas mais importantes para a agricultura porque fornece base científica para o manejo ao avaliar a disponibilidade de nutrientes às culturas. A Tabela 2 mostra os valores encontrados (pH, Ca, Mg, Al, Na, K, P, C.O, M.O, H+Al) para cada uma das propriedades pesquisadas.

Tabela 2 - Resultado da análise do solo da Bacia do Rio Boa Vista

Amostra	pH	Ca	Mg	Al	Na	K	P	C.O*	M.O	H+Al
Fazenda Sr. Nino	6,5	17,90	13,60	0,00	0,46	0,23	10	12,06	20,79	3,73
Propriedade Sra. Rita	6,6	15,05	3,55	0,00	0,21	0,11	11	8,59	14,81	1,91
Fazenda Sr. Zé II	6,5	21,80	16,65	0,00	0,32	0,16	18	9,27	15,98	1,56
Açude do Brito	6,3	8,10	6,60	0,00	2,27	0,05	4	7,34	12,65	0,69
Fazenda Sr. Zé Maria	6,8	22,50	6,70	0,00	1,57	0,09	4	10,99	18,94	1,13
Propriedade Sr. Manuel	6,7	19,20	9,45	0,00	0,24	0,12	5	10,10	17,41	2,77
Sítio Soares	6,6	22,85	8,10	0,00	0,32	0,14	14	16,02	27,62	1,39
Sítio Gangorra	6,7	12,90	6,85	0,00	1,38	0,11	21	7,43	12,80	1,39
Propriedade Sra. Nazira	7,1	21,60	12,10	0,00	0,38	0,05	6	7,03	12,12	1,39

* Os valores do Carbono Orgânico (CO) foram obtidos apenas para calcular a Matéria Orgânica (MO), uma vez que o CO é diretamente proporcional à MO no solo. O Teor de MO no solo é explicado através do teor de CO no solo.

Assim, foi realizada uma análise minuciosa dos macronutrientes supracitados, presentes no solo, nas nove propriedades, e suas implicações para a produtividade das culturas. Todavia, as propriedades estudadas foram selecionadas em três áreas da Bacia em estudo: a Norte, no centro e a Sul. As propriedades em questão foram escolhidas tendo em vista as práticas agrícolas realizadas, o tipo de cultura utilizado, o tipo de cultivo, o uso da

terra e o tipo de solo (i.e. solo vermelho, solo escuro, solo cinza). A seguir apresentar-se-á a discriminação de cada elemento e sua relação com a produtividade das culturas agrícolas.

7.6 pH (Potencial Hidrogeniônico)

O pH (ie. potencial hidrogeniônico) é a medida do grau de acidez de uma solução e é definido pelo teor de íons hidrônio (H_3O^+) livres por unidade de volume. Quanto menor for o valor do pH, mais ácida será a solução, uma vez que a escala de pH é logarítmica (RAHMAN, 2018). Como observa-se na equação infracitada, o pH é o logaritmo negativo da concentração de íons hidrônio na base 10:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

A escala de pH, na temperatura de 25°C, varia de 0 a 14. A solução será ácida se os valores de pH forem menores que 7,0; neutra se o pH for igual a 7,0; e básica se o pH for maior do que 7,0. Geralmente, no caso dos solos, o pH varia entre 3,0 e 9,0. A medida do pH do solo é um aspecto importante da agricultura, pois ela pode interferir na sua produtividade (RAHMAN, 2018).

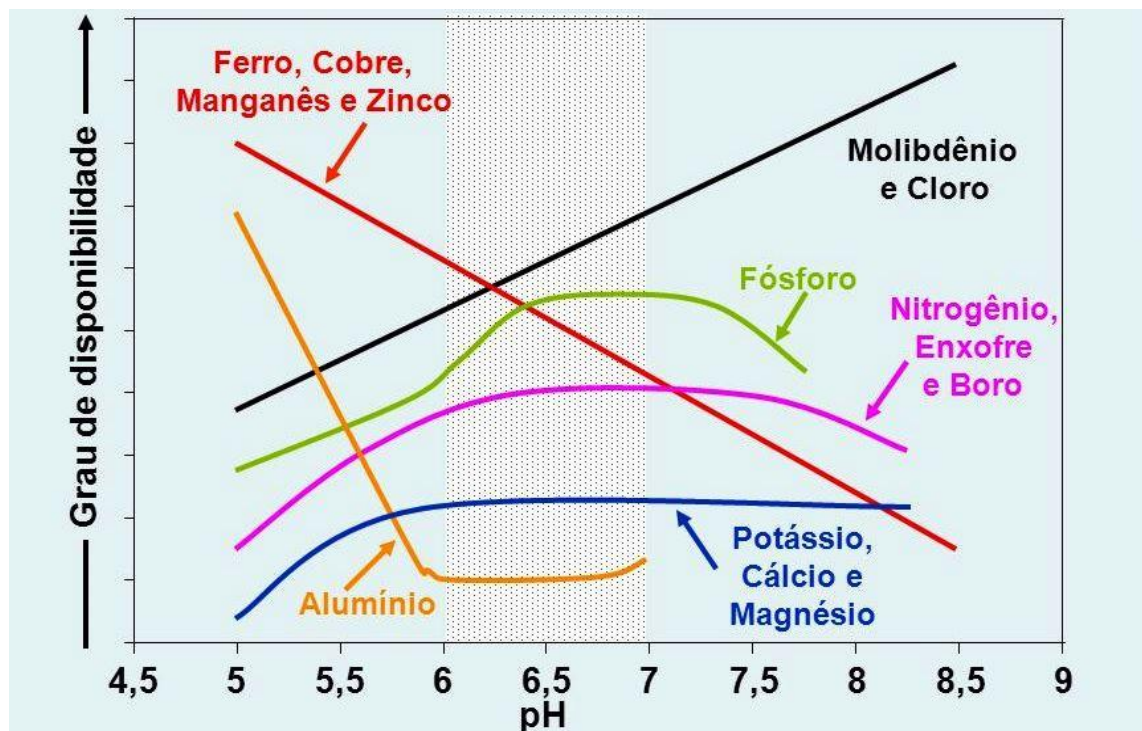
O termo “pH do solo” refere-se, na verdade, ao pH de uma solução formada pela mistura de uma amostra do solo com água que é agitada e depois passa por um processo de decantação ou filtração. Dessa forma, mede-se o pH dessa solução com um peagômetro ou com o auxílio de indicadores ácido-base naturais ou artificiais.

É importante saber se o solo está ácido ou básico, pois esse dado é determinante para o desenvolvimento de algumas culturas. Solos muito ácidos não são férteis porque a disponibilidade de nutrientes é muito pequena para as plantas.

No Brasil, a maioria dos solos é considerada fortemente ácida (pH entre 5,0 e 5,5). Em geral, as plantas preferem a faixa de pH neutro (de 6,0 a 6,8); este é o chamado ponto de equilíbrio no qual a maioria dos nutrientes permanecem disponíveis às raízes.

Todas as propriedades pesquisadas apresentaram um pH normal, i.e., na faixa ideal ao desenvolvimento das plantas cultivadas. Entretanto, na propriedade da Sra. Nazira, o pH apresentou-se levemente básico, discrepando um pouco dos parâmetros normais, o que pode comprometer a disponibilidade no solo de alguns nutrientes conforme Figura 28.

Figura 33 - Efeito do pH do solo sobre a disponibilidade dos nutrientes essenciais às raízes das plantas cultivadas



Fonte: Adaptado de Malavolta (2006)

Os solos que apresentam o pH acima de 7,0 pode comprometer a disponibilidade dos nutrientes aniônicos (e.g. nitrogênio, fósforo, enxofre, ferro, cobre, manganês e zinco). Outrossim, pode tornar mais ativas as espécies tóxicas de alumínio, as quais são exponencialmente deletérias ao desenvolvimento das plantas.

7.7 Cálcio (Ca)

Todas as propriedades apresentaram teor de cálcio trocável (Ca^{++}) acima do limite mínimo exigido para a maioria das culturas cultivadas, que é $7\text{mmol}_e/\text{dm}^3$, i.e., não apresentaram problemas para o nutriente Ca, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Análise do Ca no solo da Bacia do Rio Boa Vista

Amostra	Ca
Fazenda Sr. Nino	17,90
Propriedade Sra. Rita	15,05
Fazenda Sr. Zé II	21,80
Açude do Brito	8,10
Fazenda Sr. Zé Maria	22,50

Propriedade Sr. Manuel	19,20
Sítio Soares	22,85
Sítio Gangorra	12,90
Propriedade Sra. Nazira	21,60

O Ca atenua a rizotoxicidade provocada pelo Al em diferentes culturas que desenvolvem-se em solos ácidos. Este elemento atenua a toxicidade do Al por meio de vários mecanismos, quais sejam: deslocamento do Al da Superfície da Membrana da Célula (SMC) através do efeito eletrostático; a restauração do Ca^{++} na SMC; a interação iônica entre o Ca^{++} e o Al^{3+} que ocorre na superfície da célula das plantas, etc. (RAHMAN, 2018).

7.8 Magnésio (Mg)

O Mg trocável (Mg^{++}) deve estar presente no solo numa faixa que varia de 5 a 8 $\text{mmol}_c/\text{dm}^3$ para o bom desenvolvimento das culturas cultivadas. Todavia, a propriedade da Sra. Rita foi a única a apresentar um teor baixo para esse nutriente, como observa-se na Tabela 4.

Tabela 4 - do Mg no solo da Bacia do Rio Boa Vista

Amostra	Mg
Fazenda Sr. Nino	13,60
Propriedade Sra. Rita	3,55
Fazenda Sr. Zé II	16,65
Açude do Brito	6,60
Fazenda Sr. Zé Maria	6,70
Propriedade Sr. Manuel	9,45
Sítio Soares	8,10
Sítio Gangorra	6,85
Propriedade Sra. Nazira	12,10

O Magnésio constitui-se um nutriente essencial e desempenha uma função primordial na produção de sacarose no floema. Outrossim, atenua a toxicidade do Al do solo e melhora o crescimento radicular em diversas espécies vegetais (RAHMAN, 2018).

7.9 Sódio (Na)

O limite máximo permitido para Na^+ no solo é 1%, pois o mesmo é considerado um elemento desagregador da estrutura do solo e tóxico para as plantas cultivadas. Todavia, os valores de sódio na solução do solo foram convertidos de $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ para percentagem (%) conforma a Tabela 5.

Tabela 5 - Análise do Na no solo da Bacia do Rio Boa Vista

Amostra	Na (%)
Fazenda Sr. Nino	0,02
Propriedade Sra. Rita	0,01
Fazenda Sr. Zé II	0,01
Açude do Brito	0,010
Fazenda Sr. Zé Maria	0,07
Propriedade Sr. Manuel	0,01
Sítio Soares	0,01
Sítio Gangorra	0,06
Propriedade Sra. Nazira	0,02

De acordo com os valores obtidos, nenhuma das propriedades pesquisadas apresentou níveis desse elemento considerado tóxico. Entretanto, o Açude do Brito ficou no limiar, mas ainda aceitável conforme padrões internacionais.

7.10 Potássio (K)

O K trocável (K^+) deve estar presente no solo em um teor acima de $0,16\text{mmol}_c/\text{dm}^3$ para o bom desenvolvimento das plantas cultivadas. Dessa forma, apenas a Fazenda do Sr. Nino e a Fazenda Zé Maria II apresentaram teores satisfatórios desse nutriente essencial ao crescimento e desenvolvimento das plantas cultivadas.

Tabela 6 - Análise do K no solo da Bacia do Rio Boa Vista

Amostra	K
Fazenda Sr. Nino	0,23
Propriedade Sra. Rita	0,11
Fazenda Sr. Zé II	0,16

Açude do Brito	0,05
Fazenda Sr. Zé Maria	0,09
Propriedade Sr. Manuel	0,12
Sítio Soares	0,14
Sítio Gangorra	0,11
Propriedade Sra. Nazira	0,05

O K desempenha diversas funções metabólicas e estruturais nas culturas agrícolas. Este macronutriente é essencial no processo fotossintético e, quando deficiente, a fotossíntese diminui e a respiração aumenta, criando condições através das quais desencadeiam a redução no suprimento de carboidratos para as plantas e impede a incorporação eficiente do N (Nitrogênio) (LANYON & GRIFFITH, 1988).

7.11 Fósforo (P)

O fósforo deve estar presente no solo em um teor acima de 16 mg/dm³ para o bom desenvolvimento das plantas cultivadas. Todavia, apenas a Fazenda Zé Maria II e o Sítio Gangorra apresentaram teores adequados de fósforo (P) no solo.

Tabela 7 - Análise do P no solo da Bacia do Rio Boa Vista

Amostra	P
Fazenda Sr. Nino	10
Propriedade Sra. Rita	11
Fazenda Sr. Zé II	18
Açude do Brito	4
Fazenda Sr. Zé Maria	4
Propriedade Sr. Manuel	5
Sítio Soares	14
Sítio Gangorra	21
Propriedade Sra. Nazira	6

O Fósforo (P) diz respeito a um macromineral que desempenha uma função relevante no crescimento e no desenvolvimento das culturas sob condições normais e/ ou de estresse. Ademais, o mesmo atenua a toxicidade do Al em varias culturas (RAHMAN, op. cit., 2018).

Em síntese, o fósforo é o nutriente mais problemático nos solos brasileiros devido à acidez que caracteriza os solos das regiões tropicais do Planeta.

7.12 Alumínio (Al)

Em relação ao Alumínio (Al), o qual constitui um elemento tóxico às plantas, os teores apresentados para todas as propriedades pesquisadas foram zero, conforme a Tabela 8.

Tabela 8 - Análise do Al no solo da Bacia do Rio Boa Vista

Amostra	Al
Fazenda Sr. Nino	0,00
Propriedade Sra. Rita	0,00
Fazenda Sr. Zé II	0,00
Açude do Brito	0,00
Fazenda Sr. Zé Maria	0,00
Propriedade Sr. Manuel	0,00
Sítio Soares	0,00
Sítio Gangorra	0,00
Propriedade Sra. Nazira	0,00

A toxidez do Alumínio (Al) representa uma limitação contundente à produção de culturas desenvolvidas em solos ácidos em todo o Planeta, visto que aproximadamente 40% a 50% das terras aráveis potenciais do orbe terrestre consistem em solos ácidos. Os solos com pH inferior a 5,5 compreendem aproximadamente 30% da área total da Terra (RAHMAN, 2018). Ainda segundo o autor supracitado, a toxidez do Al consiste na ameaça mais significativa à sobrevivência das culturas em solos ácidos. Ademais, uma das consequências principais da toxidez do Al diz respeito à inibição do crescimento radicular das plantas.

7.13 Matéria Orgânica (MO)

Em que pese a Matéria Orgânica (MO) no solo, um solo agrícola de qualidade boa deve possuir um teor de matéria orgânica acima de 20 g/kg ou 2% (SILVA, 1999). Destarte, apenas as propriedades Fazenda do Sr. Nino e Sítio Soares possuem seus solos adequadamente supridos de MO, conforme a Tabela 9.

Tabela 9 - Análise da M.O no solo da Bacia do Rio Boa Vista

Amostra	M.O
Fazenda Sr. Nino	20,79
Propriedade Sra. Rita	14,81
Fazenda Sr. Zé II	15,98
Açude do Brito	12,65
Fazenda Sr. Zé Maria	18,94
Propriedade Sr. Manuel	17,41
Sítio Soares	27,62
Sítio Gangorra	12,80
Propriedade Sra. Nazira	12,12

Dessa forma, recomenda-se que as demais propriedades possam desenvolver práticas agrícolas mais sustentáveis como a adubação com esterco, a adubação verde, os consórcios de culturas, a rotação de culturas, a cobertura morta e a adubação com biofertilizantes. Outrossim, essas práticas além de aumentarem a produtividade das culturas, contribuem para a construção de um solo mais rico em MO.

7.14 Percentagem (%) de Saturação por Bases (V)

A percentagem de saturação por bases (V%) é sobremaneira utilizada para o cálculo da necessidade de calagem⁹. O seu conhecimento é muito importante para a compreensão do nível de fertilidade do solo, o qual, quando apresenta baixo V%, significa que existe uma maior adsorção de Al^{3+} e H^+ e quantidades menores dos cátions básicos Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ adsorvidos nos coloides (RAHMAN, 2018).

Ainda segundo o autor, o Al^{3+} tóxico poderá aparecer nos solos ácidos e comprometer o desenvolvimento radicular das plantas, gerando menor absorção de água e nutrientes. O V% indica qual a percentagem dos pontos de troca de cátions, nos coloides, que estão ocupadas por bases, ou, i.e., a percentagem das cargas negativas que estão ocupadas por Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , em relação aos pontos de troca dos cátions ácidos H^+ e Al^{3+} . Para calcular-se a percentagem de saturação por cátions precisa-se saber os valores da soma de bases (S) e a da Capacidade de Troca de Cátions (T).

A fórmula para calcular o V% é a seguinte:

⁹A calagem consiste na etapa referente ao preparo do solo para o cultivo, onde aplica-se o calcário com o objetivo de elevar os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Assim, neutraliza-se o alumínio (Al) trivalente (elemento tóxico para as plantas) e corrige o pH do solo para o desenvolvimento das culturas.

$$V (\%) = (SB \times 100) / T.$$

O solo que apresentar percentagem de saturação por bases (V%) maior que 70% é considerado fértil ou "eutrófico". Já os solos com V% menor que 70% é considerado de baixa fertilidade ou "distrófico". Um V% baixo significa que as cargas negativas dos colóides do solo estão adsorvendo mais H^+ e Al^{3+} e menor quantidade de cátions trocáveis (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}). Nestas condições, o solo será ácido e poderá conter Al^{3+} em nível de toxidez para a planta (RAHMAN, 2018). A Tabela 10 mostra os valores da V% nas propriedades pesquisadas.

Tabela 10 - Percentagem (%) de Saturação por Bases (V)

Amostra	S¹	CTC²	V (%)³
Fazenda Sr. Nino	32,19	35,92	89,62
Propriedade Sra. Rita	18,92	20,83	90,83
Fazenda Sr. Zé II	38,93	40,49	96,15
Açude do Birto	17,02	17,71	96,10
Fazenda Sr. Zé Maria	30,86	31,99	96,47
Propriedade Sr. Manuel	29,01	31,78	91,28
Sítio Soares	31,41	32,80	95,76
Sítio Gangorra	21,24	22,63	93,86
Propriedade Sra. Nazira	34,22	35,61	96,10

¹S = Soma de Bases (Ca + Mg + Na + K)

²CTC = Capacidade de Troca de Cátions (Ca + Mg + Na + K + H + Al)

³V(%) = Percentagem de Saturação por Bases: $V(\%) = \frac{S}{CTC} * 100$

De acordo com a Tabela 10, a percentagem de saturação por bases (V%) apresentou valores superiores a 70% para todas as propriedades pesquisadas e sinaliza que os solos destas propriedades são considerados férteis (i.e. eutróficos).

7.15 Erosão e a fertilidade do solo

A erosão é compreendida como um processo caracterizado pelo desprendimento, pelo transporte e, por conseguinte, pela deposição das partículas de solo junto com os nutrientes e a matéria orgânica (MO) adsorvidos pelos sedimentos que são carregados pela chuva até o canal de drenagem (CASSOL e REICHERT, 2002).

Depreende-se, a partir do exposto, que a erosão apresenta uma relação intrínseca com a fertilidade do solo, visto que carrega a Matéria Orgânica (MO) e outros nutrientes contidos

no solo, junto aos sedimentos, para os cursos de água. Com base na análise química da Bacia do Rio Boa Vista, foi possível inferir que o nível ideal de MO (i.e. 20 g/kg ou 2%) está aquém do almejado para sete das nove propriedades pesquisadas. Todavia, é sabido que a MO constitui um dos elementos basilares para a fertilidade do solo e para o pleno desenvolvimento das culturas agrícolas.

Nesse sentido, segundo Silva et al. (2005) a erosão é a principal fonte de desgaste progressivo do solo e constitui um obstáculo para o aumento sustentável da produtividade do solo, provocando grandes perdas de terras agricultáveis. Ademais, o mesmo autor sustenta que as perdas de nutrientes (e.g. Ca, K, Mg e P) e MO acompanham as perdas de solo, sendo estes encontrados nos sedimentos de erosão em tendência decrescente.

Nessa direção, Veiga et al. (1993) observaram uma degradação crescente das características que avaliam a fertilidade do solo com a diminuição dos teores de MO, P, K, Ca e Mg trocável e, ao mesmo tempo, o aumento dos teores de Al trocável – reverberando no desenvolvimento e rendimento das culturas agrícolas.

É importante mencionar que, de acordo com análise química do solo da Bacia, os teores de P e K foram encontrados em valores adequados para apenas duas propriedades. Já em relação ao Mg, oito das nove propriedades pesquisadas apresentaram teores adequados. No que tange ao Ca nos solos, todas as propriedades amostradas apresentaram teor deste nutriente apropriado para o desenvolvimento das culturas.

Apesar dos teores de P e K não terem sido encontrados em valores adequados na maioria das propriedades, estas apresentam teores de Al trocável zero (0). A presença de Al no solo torna-o tóxico e implica diametralmente no comprometimento da produtividade do solo e na queda da produção agrícola. Entretanto, apesar de a maioria das propriedades pesquisadas apresentarem teores baixos de MO, P e K, os solos continuam produtivos. Ademais, estes dados discrepam dos dados apresentados por Veiga et al. (1993) que sustentam o aumento do Al com a diminuição de MO, P, K, Ca e Mg. Apesar da deficiência em MO, P e K, as propriedades apresentaram taxas zero de Al – contrariando o argumento dos autores supracitados.

Em que pese à degradação das terras, a FAO (1980) conceitua a mesma como a deterioração ou a “perda total da capacidade dos solos” em vista do uso presente e futuro destes. Para o mesmo órgão das Nações Unidas, a degradação do solo ocorre em razão das ações antrópicas, as quais atuam direta e/ ou indiretamente sobre o solo e altera suas características físico-químicas e biológicas, ocasionando processos erosivos sobretudo em áreas desprotegidas haja vista a retirada da vegetação.

Contextualizando e/ ou aplicando este conceito proposto pela FAO em relação aos solos da Bacia em questão, depreende-se que esta é acometida por processos erosivos do tipo laminar de forma sobremaneira acentuados. O processo de retirada da vegetação na Bacia para a implantação da agricultura ocorreu de forma indiscriminada e permanece até os dias atuais. Este processo de desflorestamento e degradação das terras pela ação antrópica atrelados ao processo erosivo do solo é muito patente na Bacia em questão, sendo corroborado pelos resultados da USLE e pelo atual nível de sedimentação fruto da erosão laminar no canal de drenagem da Bacia.

Diante do exposto, os solos da Bacia não apresentam deterioração ou perda total da capacidade dos solos conforme a concepção da FAO, ainda que todos os processos acima discutidos sejam presentes na área de estudo. Dessa forma, não se pode concluir que haja relação entre os processos erosivos e a infertilidade dos solos. Entretanto, a erosão dos solos contribui para a diminuição da fertilidade e, conseqüentemente, da produtividade dos solos.

Tendo em vista que a erosão é um processo de degradação do solo e de acordo com conceito de desertificação da UNCC de que esta constitui a degradação do solo em terras áridas, semiáridas e subúmidas secas, é possível afirmar que há relação entre a erosão, a perda da fertilidade do solo e, conseqüentemente, o fenômeno da desertificação. Entretanto, é mister pesquisas futuras que possam constatar a relação entre a erosão do solo e a infertilidade deste, visto que os solos da Bacia em questão encontram-se sobremaneira degradados – porém não apresentam infertilidade, ou seja, continuam produzindo mesmo ante o processo degradatório pelo qual são acometidos.

7.16 A percepção dos agricultores da Bacia do Rio Boa Vista

Com base nas entrevistas realizadas com os agricultores rurais da Bacia do Rio Boa Vista, foi possível identificar alguns aspectos importantes sobre o uso e a ocupação do solo da Bacia, o manejo do solo, a percepção dos problemas ambientais em relação à área de estudo, dentre outros.

Em relação ao uso e ocupação do solo, destaca-se a retirada da vegetação e o uso das queimadas para a implantação da agricultura. Como discutido ao longo deste trabalho, o uso das queimadas remonta o século XVII e perpassa aos dias atuais na área de estudo. Questionados sobre o desmatamento e as práticas das “queimadas”, alguns agricultores afirmaram que o desmatamento causa efeitos deletérios ao meio ambiente, ao passo que as queimadas constituem uma prática agrícola enraizada no imaginário deles e que foi herdada dos seus antepassados. Desta forma, os agricultores não veem as queimadas como

desencadeador de danos ao solo, ao contrário uma parcela acredita que a realização desta prática ajuda na produtividade do solo, pois para eles no primeiro ano de uso das queimadas o solo produz mais, sustentam os mesmo.

Questionados sobre a introdução da Algaroba, todos os agricultores avaliaram essa planta como necessária, uma vez que esta fornece alimento para o rebanho bovino e, por conta do seu porte arbóreo alto, fornece lenha que é utilizada para cercamento e serve também como fonte de energia para o cozimento de alimentos. Em relação a sua introdução na área de estudo, os entrevistados não souberam ao certo a década de sua implantação. A respeito de a Algaroba ser uma planta invasiva e altamente competitiva em relação às plantas nativas, os agricultores entrevistados não dispunham de informação a cerca desse fato.

Nesse contexto, cabe mencionar a importância dos órgãos competentes, como a EMATER, por exemplo, no que diz respeito ao acompanhamento técnico-agrícola aos agricultores. Questionados a respeito da assistência técnica-agrícola por parte da EMATER e/ou da Secretaria de Agricultura do Município, é unânime entre os agricultores a afirmação da ausência permanente destes órgãos. Ou seja, estes agricultores não recebem nenhuma orientação técnica em que pese o manejo e o uso adequado do solo. Os mesmos alegaram que só recebem apoio uma vez ao ano, quando da disponibilização de tratores para arar as terras pela Prefeitura do Município.

No que tange à desertificação e seus corolários, a maioria dos agricultores desconhecem este problema e sua dimensão deletéria para o ambiente. É uma palavra que causa estranheza aos agricultores, uma vez que a desertificação é pouco divulgada pela mídia (e.g. jornal televisivo, ráiodifusor, etc.). Ademais, uma parte dos entrevistados relaciona esta terminologia à palavra “deserto” sem uma compreensão aproximada do sentido stricto da terminologia em questão e seu significado real.

Em relação à erosão e, conseqüentemente, à sedimentação do canal de drenagem os agricultores entendem que é um problema ambiental, mas não compreendem a inter-relação entre o desmatamento, as queimadas e o assoreamento do canal de drenagem.

No que concerne à agricultura de sequeiro e a agricultura irrigada, predomina na Bacia o primeiro tipo, visto que a agricultura irrigada é praticada por poucos agricultores e que possuem um poder aquisitivo razoável – os quais dispõem de insumos para realizar tal modalidade agrícola, de acordo com a entrevista. Entretanto, os proprietários que possuem terras nas imediações do canal de drenagem realizam a plantação de capim às margens do leito do Rio, uma vez que em alguns trechos do canal há a presença de água por um longo tempo durante o ano.

De acordo com a entrevista e a pesquisa de campo, o tipo de irrigação realizada na área de estudo é feita por aspersão, para plantação de palma forrageira e capim, e por gotejamento, para a irrigação de tomate, milho, repolho, entre outras culturas.

Em relação à água utilizada nas casas, esta é proveniente diretamente da chuva através das calhas postas no beiral dos telhados das casas e que é canaliza para as cisternas e, também, através de carros-pipa fornecidos pela Prefeitura do Município. A água do Rio é utilizada para a irrigação e, concomitantemente, para a desedentação dos animais, alegaram os entrevistados.

8 PROPOSTA DE PLANO DE MANEJO PARA A BACIA DO RIO BOA VISTA

O plano de manejo da Bacia do Rio boa Vista consiste em boas práticas de conservação do solo e o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, com vista para o meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Há décadas a agricultura de sequeiro e, mais recentemente, a irrigação vem sendo praticadas ao longo da Bacia em questão diante de um contexto de desmatamento e do uso das queimadas como prática agrícola de preparo da terra. De acordo com as entrevistas realizadas com os agricultores rurais da Bacia em questão, não há orientação por parte do órgão competente, qual seja a EMATER, no sentido de prestar assistência técnico-agrícola aos mesmos. Ademais, a Secretaria de Agricultura do Município de Queimadas não presta nenhum acompanhamento técnico de apoio aos produtores rurais.

É mister o envolvimento dos órgãos competentes do Município em questão, no sentido de implementar políticas voltadas para o desenvolvimento agrícola sustentável na Bacia em questão, *sui generis*, e em todo o território banhado pela mesma. A criação de um Plano de Gestão de Bacia pelo poder competente faz-se necessário diante do contexto adverso pelo qual encontra-se a Bacia, a saber: alto índice de assoreamento e sedimentação devido ao processo de erosão laminar; plantação de capim no leito do canal de drenagem indiscriminadamente; alto índice de desmatamento nas imediações da Bacia em questão; a presença de barramentos ao longo do canal de drenagem – o que afeta a dinâmica hídrica da Bacia, etc.

Uma das primeiras estratégias voltadas para o manejo sustentável do solo tange a práticas de rotação de cultura, de pousio, de consórcios de culturas, da adubação com biofertilizantes, etc., visto que apenas duas propriedades pesquisadas, quais sejam a Fazenda do Sr. Nino e o Sítio Soares, apresentam teores de Matéria Orgânica adequada para o bom desenvolvimento do solo agrícola, que é 20 g/kg ou 2%.

Não obstante a Percentagem (%) de Saturação por Bases (V) ter revelado que os solos de todas as propriedades pesquisadas são eutróficos, i.e., de alta fertilidade – é necessário tomar medidas de conservação do solo, conforme o exposto supracitado, no sentido de aumentar a produtividade das culturas e contribuir para a formação de um solo mais rico em Matéria Orgânica (MO).

Em relação aos macronutrientes Fósforo (P) e Potácio (K), apenas duas propriedades apresentaram valores significativos, respectivamente, para os dois elementos. É sabido que o P ajudar a atenuar o Alumínio do solo – substância esta que torna o solo tóxico – além de promover o bom desempenho das culturas. De forma semelhante, o K também ajuda a

diminuir o Al do solo, além de contribuir para o processo fotossintético das plantas. Cabe salientar que ocorreu a ausência do Al em todas as propriedades pesquisadas, o que significa um bom indicativo para o bom desenvolvimento do solo.

Diante do exposto é mister fazer, por parte do órgão competente, um inventário e um mapeamento minucioso dos solos do Município, a fim de criar um banco de dados necessário para implementação de políticas públicas atinentes ao uso e ocupação do solo de maneira sustentável junto aos produtores rurais.

Para tanto, é necessário a articulação dos órgãos competentes, a saber a Prefeitura e a EMATER, junto aos agricultores – tendo em vista uma ação conjunta de cooperação, no sentido de mitigar os problemas pelo qual é acometida a Bacia do Rio Boa Vista.

Em que pese o processo de sedimentação no canal de drenagem devido ao processo erosivo, o mapa da USLE mostrou que na maioria da Bacia a perda de solos está na faixa de 9,54 ton/ha/ano a 47,73 ton/ha/ano. Ou seja, o processo erosivo da Bacia em questão (i.e. erosão laminar) ocorre de forma imperceptível, sem deixar os solos expostos como nos casos de erosão hídrica.

Diante dessa conjuntura, faz-se necessário o planejamento às margens do canal de drenagem da Bacia em questão através do reflorestamento. Tendo em vista que o Açude do Brito apresenta mata ripária em bom estado de conservação, tipicamente da Caatinga, em todo o seu entorno, há a possibilidade de fazer-se a recomposição da mata ciliar ao longo de toda bacia.

Para tanto, é importante rever a função da Algaroba (*Prosopis Juliflora*) que predomina nas margens do canal de drenagem, tendo em vista sua substituição pelas espécies genuínas da Caatinga, uma vez que a Algaroba constitui em espécie sobremaneira invasiva e tóxica em relação às espécies da Caatinga. Outrossim, é importante a introdução de espécies palatáveis como: a acerola, a graviola, a pinha, o abacate, o maracujá, etc. para recompor a mata ciliar e, ao mesmo tempo, agregar renda aos agricultores.

Um dos maiores desafios no tocante à elaboração do Plano de Manejo da Bacia diz respeito ao desassoreamento do canal de drenagem, o qual é viável a médio e/ ou longo prazo. O canal de drenagem encontra-se completamente assoreado devido o grande volume de sedimentos que depositam-se no seu leito. Este fato está relacionado ao processo erosivo do solo, sobretudo nas encostas da Bacia, que arrasta toda a carga sedimentar para o interior do canal.

A erosão pela qual é acometida a Bacia em questão é do tipo “laminar”, a qual é quase imperceptível e remove a camada mais fina do solo – onde encontra-se a matéria orgânica e

outros nutrientes – e pode afetar a fertilidade do mesmo. Embora, de forma geral, a análise do solo tenha indicado que os solos de todas as propriedades pesquisadas são considerados férteis, é importante mencionar que apenas duas propriedades apresentaram teores de MO suficientes para o pleno desenvolvimento do solo. É sabido que a MO constitui um dos principais componentes do solo e diz respeito diretamente a sua produtividade.

A MO é carreado pela chuva e tem como destino o leito do canal de drenagem, onde vai se acumulando e, conseqüentemente, torna o canal de drenagem completamente assoreado através da carga sedimentar. No entanto, torna-se *sine qua non* medidas protetivas por parte do poder público constituído, a saber a Prefeitura, em conjunto com a EMATER, que possam atenuar e /ou mitigar a perda de MO dos solos da Bacia em questão pela erosão laminar.

Em relação às políticas públicas atinentes aos recursos hídricos, é de fundamental relevância a criação de um órgão gestor das águas – no sentido de monitorar e avaliar a qualidade da mesma e prestar apoio técnico àqueles que dela fazem uso – bem como a criação de um canal democrático de participação direta nas tomadas de decisões em relação aos recursos hídricos pelos agricultores rurais, uma vez que os mesmos constituem o cerne das políticas públicas.

No que tange às políticas públicas de fomento à agricultura, é mister a adoção permanente do PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar), do PAA (Programa de Aquisição de Alimentos) e do PNAE (Programa Nacional de Alimentação Escolar). Este último obriga as prefeituras a destinarem trinta por cento dos recursos financeiros oriundos do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) para a aquisição de alimentos provenientes da agricultura familiar.

Estas políticas têm por finalidade a fixação dos agricultores no campo, a garantia do desenvolvimento da agricultura familiar, a geração de renda no campo e a segurança alimentar para as famílias menos favorecidas economicamente.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da USLE, os mapas de uso e ocupação do solo e os mapas do NDVI atrelados à análise química do solo da Bacia do Rio Boa Vista permitiram estabelecer uma análise comparativa entre o processo erosivo do solo da Bacia em questão e o fenômeno da desertificação.

O processo erosivo pelo qual é acometida a Bacia é de caráter laminar e promove, anualmente, a deposição de sedimentos dentro do canal de drenagem como já discutido. Um dos fatores fundamentais para a fertilidade do solo e, conseqüentemente, para a sua produtividade diz respeito à presença de Matéria Orgânica (MO) no mesmo. Entretanto, de acordo com a análise química do solo realizada, apenas dois pontos de coleta das nove áreas coletadas apresentaram níveis satisfatórios para esse elemento.

Este fato elucida a quantidade de sedimentação encontrada dentro do canal de drenagem. Nesse sentido, os dados da USLE permitiram compreender a perda de solos (em ton/ha/ano) na Bacia em questão. Os valores encontrados foram, respectivamente, de 0 – 9, 54 ton/ha/ano, de 9,54 – 47,73 ton/ha/ano e 9,54 e 47,73 ton/ha/ano. Destarte, a perda de solo da Bacia é considerada moderada, porém faz-se necessário a implementação de políticas públicas que permitam conter o avanço do processo erosivo da Bacia e, concomitantemente, o aumento da carga de sedimentação que é carregada para dentro do canal de drenagem.

Este processo de erosão e de sedimentação na Bacia em estudo é sintomático do desmatamento, que houve em tempos pretéritos e hodiernamente, para a limpeza do terreno e implantação da agricultura. Ademais, os agricultores lançam mão das queimadas que potencializa ainda mais o processo de degradação do solo.

Os mapas do NDVI permitiram identificar a grande quantidade de solo exposto e, por outro lado, a presença cada vez mais escassa de vegetação nativa. Esta conclusão revela a forma de uso e ocupação das terras pelos agricultores. Destarte, o mapa de uso e ocupação do solo da Bacia em estudo corrobora o exposto supracitado. Pode-se inferir que os solos da Bacia são dominados pela agricultura e, em parte, pela pecuária bovina. A agricultura preponderante na Bacia diz respeito à de sequeiro, porém a agricultura irrigada também é utilizada ao longo do canal de drenagem (e.g. irrigação por aspersão e/ ou por gotejamento).

Em relação à fertilidade dos solos da Bacia em estudo, oito propriedades amostradas apresentaram um pH aceitável ao desenvolvimento das culturas, com exceção para a propriedade da Sra. Nazira, a qual o pH apresentou-se levemente básico, mas sem maiores problemas para o desenvolvimento das plantas. Em que pese o teor de Cálcio (Ca) nos solos,

todas as propriedades amostradas apresentaram teor deste nutriente apropriado para o desenvolvimento das culturas.

No que tange ao Magnésio (Mg) somente uma propriedade apresentou teor deste nutriente abaixo do recomendável. O Potássio (K), por sua vez, foi encontrado em concentrações recomendadas para o desenvolvimento das plantas em apenas duas propriedades. No que concerne ao Fósforo (P) e a Matéria Orgânica, somente duas propriedades apresentaram valores adequados, respectivamente.

Em relação ao nível de Sódio (Na) no solo, nenhuma propriedade apresentou valores considerados tóxicos para o desenvolvimento das culturas (i.e. acima de 1%), não obstante uma das propriedades encontrar-se no limiar. Já o Alumínio não foi encontrado em nenhuma propriedade amostrada. Este fato é sobremaneira relevante, pois este nutriente é tóxico para as plantas e inibe o seu desenvolvimento.

Por último, mas não menos importante, a Percentagem de Saturação por Base (V%), a qual determina se um solo é eutrófico ou distrófico, apresentou valores superiores a 70% - sinalizando, assim, que os solos da Bacia estudada são considerados férteis.

De acordo com o conceito da FAO (1980) acerca da desertificação – a qual compreende a mesma como a perda da capacidade total dos solos – a Bacia do Rio Boa Vista não encontra-se desertificada. Outrossim, os resultados do diagnóstico da química dos solos da Bacia em questão mostraram que não há uma relação direta dos mesmos com a desertificação, visto que os resultados sinalizaram para a fertilização boa dos solos.

Não obstante os dados apresentados concorrerem para a degradação dos solos por meio da erosão, e a prova deste argumento consiste no nível de sedimentação do canal de drenagem, a fertilidade dos solos é inquestionável diante do diagnóstico da química dos solos realizada. Destarte, infere-se que o nível de degradação dos solos (i.e. a erosão laminar) é sobremaneira considerável. Entretanto, não é possível argumentar sob a ótica da fertilidade dos solos que haja uma relação da erosão que acomete a Bacia em estudo com o fenômeno da desertificação. Sendo assim e conforme a concepção da FAO, a Bacia do Rio Boa Vista não se encontra em processo de desertificação.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: Potencialidades paisagísticas**. Ateliê Editorial: São Paulo, 2003. 160 p.
- ABRAMOVAY, Ricardo. **O capital social dos territórios: repensando o desenvolvimento rural**. MEPF: Governo do Estado do Ceará, 1998.
- ALBURQUERQUE Jr, D. M. de. **A inovação do nordeste e outras artes**. Recife: Massangano, 1999.
- ALVES, J. J. A. **Geoeecologia da caatinga no semi-árido do Nordeste brasileiro**. Revista Climatologia e Estudos da Paisagem. Rio Claro, v.2, n.1, p. 58 -71, 2007.
- ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A.; SUZUKI, L. A. S. Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico em recuperação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 617-625, 2007.
- AMBROMOWAY, M. (et al). **Juventude, violência e vulnerabilidade sociais na América Latina: Desafios para políticas públicas**. UNESCO, BID. Brasília, 2002.
- AMORIM, R. S. S. SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F. Principais modelos para estimar as perdas de solo em áreas agrícolas. **Ambi-Água**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 195-211, 2012.
- AMORIM, R. S. S.; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F. Principais modelos para estimar as perdas de solo em áreas agrícolas. In: PRUSKI, F. F (Ed.). **Conservação de solo e água: práticas mecânicas par o controle da erosão hídrica**. Minas Gerais: Ed. UFV, Viçosa, 2009.
- ANA – Agência Nacional das Águas. **Alternativas organizacionais para gestão de recursos hídricos**. Brasília, 2012.
- ANA – Agência Nacional das Águas. **Alternativas organizacionais para gestão de recursos hídricos**. Brasília, 2012.
- ANDRADE, A. de F. de S. **Caatinga: um bioma ameaçado pela ação antrópica no sítio Catolé, Queimadas – PB**. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2005.
- ANDRADE-LIMA, D. de. **O domínio da Caatinga**. Revista Brasileira de Botânica, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 149-153, 1981.
- ANGELOTTI, F.; SÁ, I. B.; MELO, R. F. Mudanças climáticas e desertificação no semiárido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semiárido, Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2009, p. 41-52.
- ARAÚJO, G. H. de S. et al. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2005.

ASA – Articulação no Semiárido Brasileiro. 2003. **Programa de Formação e Mobilização Social para convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC)**. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br>. Acesso em: 30 de agosto de 2019.

ASA – Articulação no Semiárido Brasileiro. 2007. **Programa Uma Terra e Duas Águas**. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/acoes/p1-2>. Acesso em: 02 de setembro de 2019.

ASA – Articulação no Semiárido Brasileiro. **Tecnologias Sociais**. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes>. Acesso em: 25 de setembro de 2019.

AUBRÉVILLE, A. **Climats, Forêts et Desertification de l'Afrique Tropicale**. Paris: Société d'Éditions Géographiques Maritimes et Coloniales, 351p. 1949.

AZEVEDO, A. C. de. **Autonomia X Dependência: políticas de água no Semiárido e desenvolvimento regional**. 2017. 373 f. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

BARRELLA, W. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Org.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2001.

BASTIANSSEN, W.G. **Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain**. Wageningen: Agricultural University, 1995.

BECKER, Carmem Terezinha; MELO, Maria Monalisa Mayara Silva; COSTA, Milla Nóbrega de Menezes; RIBEIRO, Roberta Ererllyn Pereira. Caracterização climática das regiões pluviometricamente homogêneas do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 1, p. 286-299, 2011.

BERLAMONT, J.; OCKENDEN, M.; TOORMAN, E.; WINTERWERP, J. A. Caracterização das propriedades sedimentares. **Engenharia Costeira**, s/v., s/n., p. 110-128, 1993.

BERNARD, J.M.; IIAVRI, T. A. Sediment damages and recent trends in the United States. **Journal of Sedimentary Research**, v. 15, p. 135-148, 2000.

BERRONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Editora Ícone, 1993.
BERTALANFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: 2012.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, Ed. 2, 1999.

BERTONI, José; LOMBARDI NETO, Francisco. **Convenção do Solo**. 4 ed., São Paulo: Ícone, 1999.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. São Paulo: Caderno de Ciências da Terra, 1971.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **RA'EGA – O Espaço Geográfico em Análise**, v.8, p. 141-152, 2004.

BHUNYA, P. K.; JAIN, S. K.; SINGH, P. K.; MISHRA, S. K. A sample conceptual model of sediment yield, **Water Resource Manage**, v. 24, p. 1697-1716, 2010.

BIED-CHARRETON, Marc. **Problématique de la dégradation et de la restauration des terres les questions posées par la compensation**. L'Université d'Auvergne, 2017.

BLANCO, H.; LAL, R. Soil and water Conservation. Principles of Soil Conservation and Management. Berli-Heidelberg: Springer, 2008.

BLOG TATAGUAÇU, Queimadas – PB, 2018. Disponível em: <http://tataguassu.blogspot.com/2010/09/top-10-1.html>. Acesso: 02 de maio de 2019. Brasília, 1967.

BRASIL. Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura/ SUDENE, 1972.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. Coordenação Técnica de Combate à Desertificação. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação. **Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação**. 3ª Ed. Brasília, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-BRASIL)**. Brasília, 2004.

_____. Decreto n.º 1.946, de 28 de junho de 1996. Cria o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF. **Diário Oficial da União [da República Federativa do Brasil]**. Brasília, 1996.

_____. **Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF**. Decreto-Lei Nº 289 de 28 de fevereiro de 1967. Brasília, 1967.

_____. Lei n.º 10.969, de junho de 2003. Dispõe sobre a recuperação e o alongamento de dívidas oriundas de operações de crédito rural. **Diário Oficial da União [da República Federativa do Brasil]**. Brasília, 2003.

_____. Lei n.º 11.947, de junho de 2009. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Direto na Escola aos alunos da educação básica. **Diário Oficial da União [da República Federativa do Brasil]**. Brasília, 2009.

_____. Lei n.º 8.171, de 17 de janeiro de 1991. Dispõe sobre a política agrícola. **Diário Oficial da União [da República Federativa do Brasil]**. Brasília, 1991.

_____. Lei n.º 9.433, de janeiro de 1997, Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União [da República Federativa do Brasil]**. Brasília, 1997.

BRASIL. **Constituição da Republica Federativa do Brasil**. Saraiva: São Paulo, 2017.

_____. Decreto-Lei n.º 289, de 28 de fevereiro de 1967. Cria o Instituto do Desenvolvimento Florestal. **Diário Oficial da União [da República Federativa do Brasil]**. BRESSAN, D. **Gestão Racional da Natureza**. São Paulo: Hucitec, 1996.

BRIERLEY, G.; FRYIRS, K. A.; JAIN, V. Landscape connectivity: the geographic basis of geographec applications, *Area*, n. 2, v. 38, 2006.

CANTALICE, J. R. B. Escoamento e erosão em sulcos e entressulcos em distintas condições de superfície do solo, 2002, 141 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

CANTALICE, J. R. B.; CASSOL, E. A.; REICHERT, J. M.; N=BORGES, A. L. O. Hidráulica do escoamento em sulcos em solos franco-argiloso-arenoso, *R. Bras. Ci. Solo*, v. 29, p. 597-607, 2005.

CANTALICE, J.R.R, BEZZERA, S.A., FIGUEIRA, S.B., INÁCIO, E.S.B., SILVA, M.D.R.O. Linhas Isoerosivas do Estado de Pernambuco – 1ª Aproximação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n. 2, p.75-80, 2009.

CARVALHO, A. P. Solos do arenito Caiuá. In: PEREIRA, V. P.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Solos altamente suscetíveis à erosão. Jaboticabal: Soc. Bras. De Ciência do Solo, 1994.

CARVALHO, N. O. Hidrossedimentologia prática. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

CARVALHO, N. O.; JÚNIOR, N. P. F.; SANTOS, P. M. C.; LIMA, J. E. W. Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios. Brasília: ANEEL, 2000.

CASSOL, E. A. ; REICHERT, J. M. Pesquisa em erosão do solo no Brasil. In: ARAÚJO, Q. R. (Org.). **500 anos de usos do solo no Brasil**. Ilhéus: UESC, 2002.

CASTELLO, I. Percepção do ambiente: educando educadores, **Engenharia e Consultoria Ambiental**, Rio Claro, v. 1, n. 2, p. 153-165, 2001.

CAVALCANTE, Márcio Balbino.; SILVA, Ginaldo Ribeiro da. **Gerenciamento dos recursos hídricos para a convivência com o semiárido nordestino**. CONIDIS, 2016.
CERRI, C. C.; CERRI, PELLEGRINE, C. E. Agricultura e aquecimento global. **Boletim Informativo da SBCS**, v.23, p.40-44, 2007.

CHARLTON, R. **Fundamentals of fluvial geomorphology**. London: Rutledge, 2007.

CHAVES, H. M. L. Aplicação de modelos na previsão de erosão. **Simpósio Nacional de Controle de Erosão**, v. 5, 1995.

CHRISTOFOLETTI, A. **Impactos no meio ambiente ocasionados pela urbanização no mundo tropical**. São Paulo: Ucititex, 1997.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. 2 ed., São Paulo: Edgard Blucher, 1980.
CHRISTOLOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgar Büchler, 1999.

CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido, **Estudos Avançados**, n. 22, v. 63, 2008.

CLARK, E. H. the off-side cost of soil erosion, **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 40, p. 19-22, 1985.

CLARK, E.H. The off-site cost of soil erosion. **Journal of Soil and Water Conservation**,v. 40, p.19-22, 1985.

CONTI, J. B. **Desertificação nos Trópicos: Propostas de Metodologia de Estudo Aplicada ao Nordeste Brasileiro**. São Paulo, USP, FFLCH. Departamento de Geografia. Tese de Livre docência, 1995.

CORRECHEL, V. **Avaliação de Índices de Erodibilidade do Solo através da Técnica da Análise da Redistribuição do “Faallout” do ¹³⁷Cs**. 2003. 99f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. In: MASCARENHAS, João de Castro, BELTÃO, Augusto, et al. (Org.). **Cadastro de fontes de Abastecimento por Água Subterrânea. Diagnóstico do Município de São João do Cariri/ PB**. Recife, 2005.

CUNHA FILHO, M. **Produção de sedimentos em suspensão e por carga de fundo na bacia hidrográfica do riacho Exu no semiárido Pernambucano**. 215 f. 2009. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

D’ODORICO, Paolo; BRATTACHAN, Abinash; DAVIS, Kyle F.; RAVI, Sujith; RUNYAN, CHRISTINAE W. **Global Desertification: Drivers and Feedbacks**. Advances in Water Resources. N. 51, p. 326 – 344, Elsevier, 2013.

DAAE – Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Controle de erosão: bases conceituais e técnicas**. São Paulo: DAAE, 1989.

DE ORO, L. A.; COLAZO, J. C.; AVECILLA, F.; BUSCHIAZZO, D. E.; ASENSIO, C. Relative soil water content as a factor for wind erodibility in soils with different texture and aggregation, *Aeolian*, v. 37, p. 25-31, 2019. VAN PELT, R. S.; HUSHMURODOV, S. X.; BAUMHARDT, R. L.; CHAPPELL, A.; NEARING, M. A.; POLYAKOV, V. O.; STRACK, J. E. The reduction of partitioned wind and water erosion by conservation agriculture, *Catena*, v. 148, p. 160-167, 2017.

DECONTO, J. G. **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil**. Embrapa Informática Agropecuária - Unicamp, Campinas, 2008.

DEMARCHI, Julio Cesar. **Geotecnologias aplicadas à estimativa de perdas de solo por erosão hídrica na sub-bacia do Ribeirão das Perobas, município de Santa Cruz do Rio Pardo – SP**. 2012. 150 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrônômicas) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

DESMET, P.J. & GOVERS, G. A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. *J. Soil Water Conserv.*, 51:427-433, 1996.

DIPLAS, P.; KUHNLE, L.; GLUSSON, D.; EDWARDS, T. Sediments transport measurements. In: *Sedimentation engineering: processes, measurements. Modeling and practice*. **American Society of Civil Engineers**, v. a, p. 307-309, 2008.

FARINASSO, M.; CARVALHO JUNIOR, O.A. de; GUIMARÃES, R.F.; GOMES, R.A.T.; RAMOS, V.M. Avaliação qualitativa do potencial de erosão laminar em grandes áreas por meio da EUPS – equação universal da perda de solos utilizando novas metodologias em SIG para os cálculos dos seus fatores na região do Alto Parnaíba-PI-MA. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, n.2, p.73-85, 2006.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Evolution of crop production: FAOSTAT, Country Profile CVP Available**, 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 02 de novembro de 2019.

FAO. Natural resources and the human environment for food and agricultural. Roma: Environment Paper, n. 1. 1980.

FERANDES, Alana Miguel Serafini. **O PRONAF na agricultura familiar: sua criação, distribuição e principais resultados**. 2013. TCC (Economia e Relações Internacionais), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

FERREIRA, Antonio Geraldo; MELLO, Namir Giovanni da Silva. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacíficos e Atlântico no clima da região. *Revista Brasileira de Climatologia*, n. 1, v. 1, p. 15-28, 2005.

FIDALGO, E.C.C.; ABREU, M. B. Uso de imagens áster para o mapeamento do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio São Domingos, RJ. In: **XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Goiânia, 2005.

FONTES, Rafaela Lima Paixão. **Utilização do 210Pbex da Mensuração da Erosão/Deposição dos solos em Áreas Agrícolas de uma Sub-bacia no Nordeste Fluminense – RJ**. 2014. 305f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

Food and Agriculture Organization. **The State of the World' Land and water Resources for Food and Agriculture**. Managing System at Risk. Rome, 2012.

FOSTER, G. R.; MEYER, L. D. A closed-form soil erosion equation for upland areas. In: SHEN, H W. (Ed). *Sedimentation: symposium to Honor Professor H. A. Einstein*. Colorado State University, Fort Collins, p. 12.11-12.19, 1972.

FRAZÃO, J. O, SILVA, J. M. da, CASTRO, C. S. de. Percepção Ambiental de alunos e professores na Preservação das Tartarugas Marinhas na Praia de Pipa-RN. *Revista Eletrônica Mestrado em Educação Ambiental*, v. 24, n.1, p. 1-17, 2010.

FRYIRS, K. A. et al. Buffers, barriers and blankets: the (dis) connectivity of catchment-scale sediment cascades, *Catena*, v. 70, 2007.

GNADLINGER, J. et al. P1 + 2: Programa Uma Terra e Duas Águas para um Semiárido sustentável. **5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva**, Terezina, Piauí, 2005.

GOMES, M. A. F. **Padrões da caatinga nos Cariris velhos. Paraíba**. 1979. Dissertação (Mestrado em Botânica). Recife: UFRPE.

GOMES, Ramonides Alves; CUNHA, Luiz Henrique; BARBOSA, Aracele Gomes. Políticas públicas e mudança ambiental no semi-árido nordestino: um estudo sobre a ecologia política da algaroba. In: **32º Encontro anual da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Ciências Sociais – ANPOCS**. Minas Gerais, Caxambu, 2008. Disponível em: http://www.abant.org.br/conteudo/ANAI/CD_Virtual_26_RBA/grupos_de_trabalho/trabalhos/GT%2036/Ramonildes%20Gomes.pdf. Acesso: 05 de fevereiro de 2019.

GORDON, N. D.; FINLAYSON, B. L.; McMAHON, T. A.; GIPPEL, C. J. **Stream hydrology: an introduction for ecologists**. Colorado: John Wiley and Sons, 2004.

GOVERS, G.; GIMÉNRZ, R.; VAN OOST, K. Rill erosion: exploring the relationship between experiments, modelling and field observations, *Earth Science Review*, v. 84, p. 87-102, 2007.

GUERRA, A. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 6ª Ed. – Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2008.

HERRMANN, Marc. Stefanie; HUTCHINSON, Charles F. The Scientific Basis: Linkings between Land Degradation, Drought, and Desertification. In: JOHNSON, Pierre Marc; MAYRAND, Karel; PAQUIN, Marc. **Governing Global Desertification: Linking Environmental Degradation, Poverty and Participation**. Ashgate Publishing, Hampshire, USA, 2006.

IBGE. Censo Agropecuário 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=251400&search=paraiba|sao-joao-do-cariri>. Acesso em 14 de agosto de 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico da Paraíba**, 2010. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=pb>. Acesso em: 15 de agosto de 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico da Paraíba**, 2010. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=pb>. Acesso em: 15 de agosto de 2019.

IBGE/PNAD. **Reflexões sobre os deslocamentos populacionais no Brasil**. In: OLIVEIRA, Luiz Antonio Pinto, OLIVEIRA, Antônio Tadeu Ribeiro de. Rio de Janeiro, 2011.

ICOLD – International Commission on Large Dams. **Sedimentation control of reservoirs/ Maîtrise de l'alluvionnement des retenues**. Paris: Committee on Sedimentation of Reservoirs, 1989.

IFRC - International Federation of the Red Cross and Red Crescent societies. **Focus on Forced Migration and Displacement**. World Disasters Report 2012. Disponível em: <http://www.ifrc.org>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

International Organization. **The Cocoyoc Declaration**. International Response to Technology, vol. 29, n. 3, p. 893-901, 1975. Disponível em <http://www.jstor.org/stable>. Acesso em : 03 de junho de 2013.

IOM – International Organization for Migration. **Communicating Effectively about Migration**. World Migration Report 2011. Disponível em: <http://www.iom.int>. Acesso em: 04 de junho de 2013.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. AR 4. Climate Change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. **Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**, 2007.

IPEA. Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. **Relatório Nacional de Acompanhamento**. Brasília, 2010.

IPEA/PNUD/FJP. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>. Acesso em: 12 de agosto de 2013.

IPS – Inter Press Service, 2017. **The high price of desertification: 23 hectares of land a minute**. Disponível em: <<http://www.ipsnews.net/2017/06/the-high-price-of-desertification-23-hectares-of-land-a-minute/>>. Acesso em: 25 de abril de 2018.

JOHNSON, Pierre Marc; MARAND, Karel; PAQUIN, Marc.. The United Nations Convention to Combat Desertification in Global Sustainable Development Governance. In: **Governing Global Desertification: Linking Environmental Degradation, Poverty and Participation**. Ashgate Publishing, Hampshire, USA, 2006.

Kayano, M. T.; Andreoli, R. Variabilidade decenal e multidecenal, In: Cavancanti, I.; Ferreira, N.; Silva, M. G. J. da; Dias, M. A. F. S. (ed.). *Tempo e Clima no Brasil*, Oficina de Textos, Sao Paulo, 2009. p. 375-383.

LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security, *Science*, v. 304, p. 1623-1627, 2004.

LAL, R. Soil erosion research methods. Ankeny: **Soil and Water Conservation Society**, 1994.

LANNA, A. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília: IBAMA, 1995.

LANYON, L. E.; GRIFFITH, W. K. Nutrition and fertilizer use. **Agronomy American Society**, v. 6, p. 333-372, 1988.

Le Houérou, H. N. **Climate Change, Drought and Desertification**. Journal of arid Environments. P. 133-185. France, 1996.

LIMA, J. E. F. W. **Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na Bacia do Rio São Francisco**. Embrapa Cerrados. Brasília: ANEEL/ ANA, 2001.

LIU, H.; MORAN, C. J.; PROSSER, I. P. Modeling sediment delivery ratio over the Murray Darling basin. **Environement Modelling & Software**, v. 21, p. 1297-1308, 2006.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP), **Bragantia**, v. 5, n. 2, p. 189-196, 1992.

LOPES, A. C. F. **Queimadas, seu povo, sua terra**. Queimadas: Cópias & Papéis: 2006.

MA – Millennium Ecosystem Assessment. **Ecosystems na Human Well-Being: Desertification Synthesis**. Washington (DC): World Resources Institute, 2005.

MADDEN, R. A.; JULIAN, P. R. Observation of the 40-50 day tropical oscillation – a review. *Monthly Weather Review*, n. 122, p. 814-837, 1994.

MAGALHÃES, M. **Base legal e aspectos institucionais dos instrumentos de planejamento e gestão ambiental – avaliação de impacto ambiental, gerenciamento de bacia hidrográfica e zoneamento ambiental**. In: IBAM – Conhecimento científico para gestão ambiental (Amazônia, Cerrado e Pantanal). Brasília: IBAMA, 1995.

MAINGUET, M. Desertification: global degradation of the drylands. In: BRAUCH, H. et al. (Orgs.). **Security and environment in the Mediterranean**. Berli-Heidelberg: Springer, 2003.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 2006

MARACAJÁ, N. F. **VULNERABILIDADES: a construção social da desertificação no município de São João do Cariri – PB**. 2007. 121 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.

MARENGO, J. A. et al. **Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. INSA, 2011.

MARIN, Aldrin Martin Perez; CAVALCANTE, Anóbio de Mendonça Barreto; MEDEIROS, Salomão Sousa de; TINÔCO, Leonardo Bezerra de Melo; SALCEDO, Ignácio Hérnan. **Núcleos de Desertificação no Semiárido Brasileiro: Ocorrência Natural ou Antrópica?**. *Parc. Estrat.*, Brasília, v. 17, n. 34, p. 87-106, jan-jun., 2012.

MARTINS, C. dos S. R. et al. **Influência da vegetação na erosão hídrica em ambiente semiárido: uma revisão de literatura**, 2017. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2017/palavra_comissao_organizadora.html. Acesso em: 03 de novembro de 2019.

MATTEI, Lauro. Programa de Aquisição de Alimentos da Agricultura Familiar, **Revista Sociedade e Desenvolvimento Rural**, v. 1, n. 1, 2007.

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2015. Secretaria de Agricultura Familiar. **Sistema de Informações para Município: Territórios**. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sistema/pagina/acompanhe/acoes-do-mda-e-incra>. Acesso em: 29 de julho de 2019.

MDS – Ministério do Desenvolvimento Social. **Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional**, 2019. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/brasil-70-dos-alimentos-que-v%C3%A3o-%C3%A0-mesa-dos-brasileiros-s%C3%A3o-da-agricultura-familiar>. Acesso em: 17 de março de 2019.

MELO, A. S. T. **Desertificação na Paraíba: Diagnostico de reconhecimento dos Núcleos de Desertificação nos Municípios de São João do Cariri e Caraúbas – PB**. 2000. UNIPÊ, João Pessoa, 2000.

MELO, A. S. T. de., RODRIGUES, Janete Lins. **Paraíba: desenvolvimento econômico e a questão ambiental**. Editora Grafset: João Pessoa 2004. 164 p.

MENDONÇA, F. **Geografia e Meio Ambiente**. São Paulo: Contexto, 2004.

MENEZES, R. S. C. et al. Biogeochemical Cycling in Terrestrial Ecosystems of the Caatinga Biome. **Jornal Brasileiro de Biologia**, n.3, v. 72, p. 643-653, 2012.

MÉREGA, J. L. El Problema de la Desertificación. In: **Desertificación y Sociedad Civil**. Fundación Del Sur. Argentina, 2003.

MESSINIS, S. S. **Apoio a iniciativas locais de combate à desertificação**. Brasília: IICA, 2012.

Millennium Ecosystem Assessment. **Ecosystems and Human well-Being: Desertification synthesis**. World resources Institute, Washington - DC, 2005.

MINELLA, J. P. G; MERTEN, G. H.; REICHERT, J. M.; SANTOS, D. R. Identificação e implicações para a conservação do solo das fontes de sedimentos de bacias hidrográficas. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 31, n. 6, p. 1637-1646, 2007.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Atlas das Áreas Susceptíveis à Desertificação do Brasil**. Brasília, 2007.

MODY, J. Achieving Accountability Through Decentralization: Lessons for Integrated River Basin Management. **Policy Research Working Paper**, n. 3346, p. 1-55, 2004.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000.

MONTENEGRO, A. A. A.; ABRANTES, J. R. C. B.; LIMA, J. L. M. P.; SINGH, V. P.; SANTOS, T. E. M. Impacto f mulching on soil and water dynamics under intermittent simulated drainfall, *Catena*, v. 109, p. 139-149, 2013.

MORIN, E. **O método 1: a natureza da natureza**. Bragança: Europa-América, 2. Ed, 1977.
NETO, João M. de Roraes; BARBOSA, Marx Prestes; ARAÚJO, Alexandre E. de. Efeitos dos eventos ENOS e da TSM na variação pluviométrica do semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n. 1, v. 1, p. 61-66, 2007.

NIMER, E. **Desertificação: Realidade ou Mito?** Revista Brasileira de Geografia, IBGE. V. 50, N. 1, 1988.

NKONYA, Ephraim; GERBER, Nicolas; BAUMGARTNER, Philipp; BRAUN, Joachim Von; PINTO, Alex de; GRAW, Valerie; KATO, Edward; KLOOS, Julia; WALTER, Teresa. **The Economics of Desertification, Land Degradation, and Dorught: Toward an Integrated Global Assessment**. International Food Policy for Research Institute – IFPRI, University of Bonn, 2011.

OEURNIG, C.; SAUVAGE, S. SÁNCHEZ-PÉSEZ, J. M. Dynamics of suspended sediment transport and yield in large agricultural catchment, southwest France. . **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 35, p. 1289-1301, 2010.

OLIVEIRA, M. A. T. de; VIEIRA, A. F. G.; POSSAS, H. P.; PAISANI, J. C.; LOPES, L. J.; LIMA, M. S. B de.; PONTELLI, M. E. Evolução de voçorocas e integração da canais em

áreas de cabeceira de drenagem: município de Resende, RJ. In: I Simpósio Nacional de Geomorfologia, Revista sociedade & Natureza, EDUFU, Uberlândia, p. 211-213, 1996.

OLIVEIRA, M. A. T. Processos erosivos e preservação de área de risco de erosão por voçorocas. In: GEURRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand, Ed. 9, 2014.

OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B.; ALVES SOBRINHO, T.; PANACHUKI, E. Processo analítico hierárquico aplicado à vulnerabilidade natural da erosão, **Geociências**, v. 28, n. 4, p. 417-424, 2009.

PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográfica**. Porto Alegre: FINEP/ ABRH, 2003.

PALMA, I. R. **Análise da percepção ambiental como instrumento ao planejamento da educação ambiental**. 2005. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

PAN-BRASIL – **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca**. Brasília: MMA, 2004.

PARAÍBA. Lei n.º 6.308, de julho de 1996. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos. **Diário Oficial do Estado [Governo do Estado da Paraíba]**. João Pessoa, 1996.

_____. Lei n.º 7.779, de julho de 2005. Cria a Agência Executiva das Águas do Estado da Paraíba. **Diário Oficial do Estado [Governo do Estado da Paraíba]**. João Pessoa, 2005.

PARKER, G.; TORO-ESCOBAR, C. M. Equal mobility of gravel in streams: the remains of the Day. **Water Resources Research**, v. 38, n. 11, p. 12-64, 2002.

PARSONS, A. J.; WAINWRIGHT, J.; BRAZIER, R. E.; POWER, D. M. Is sediment delivery a fallacy? **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 31, p. 1325-1328, 2006.

PARVEEN, R.; KUMAR, U. Integrated approach of Universal Soil Loss Equation (USLE) and Geographical Information System (GIS) for soil loss risk assessment in Upper South Koel Basin, Jharkhand. **Journal of Geographic Information**, n. 4, p. 588-596, 2012.

PBS – **Public Broadcasting Service**. Disponível em: <http://www.pbs.org/kenburns/dustbowl/about/overview>. Acesso: 09 de Maio de 2013.

PÉRIPOLO, E.; CEMIN, G.; SCHNEIDER, V. E.; FINOTTI, A. R. Determination of soli loss by laminar erosion in the hudrogrphic basin of stream Marrecas, RS, **Brazil. Scientia Plena**, v. 9, 2013.

PIMENTEL, D. Soil erosion: a food and envionmental threat, *Envion. Dev. Sustain*, v. 8, p. 119-137, 2006.

PONZONI, J. F.; SHIMABUKURO, Y. D.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento da vegetação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

POWELL, D. M. Drylands River: processes and forms. **Geomorphology of Desert Envionments**, v. 2, p. 333-373, 2009.

POWELL, D. M.; REID, I.; LARONNE, J. B.; FROSTIK, L. Bed-load as a component of sediment yield from a semiarid watershed of the northern Negev. International Association of Hydrological Sciences. **Exter Sumposium Publication**, v. 236, p. 389-397, 1996.

PTDRS – Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável. Paraíba, 2010. Disponível em: http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs_territorio159.pdf. Acesso em: 10 de julho de 2013.

RIBEIRO, M. R. et al. Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S.; ALVAREZ, V. H. (Orgs.). Tópicos em Ciência do Solo. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.3, p.165-208, 2003.

RIES, B. J.; HIRT, U. Permanence of soil surface crusts on abandoned farmland in the central Ebro Basin/ Spain, **Catena**, v. 72, p. 282-296, 2008.

RITCHIE, J. C.; McHENRY, J.R. Application of radiation fallout ^{137}Cs for measuring soil erosion and sediment accumulation rates and patterns: a review. **Journal of Environmental Quality**, v. 19, p. 215-233, 1990.

RODRIGUES, C. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, v. 14, p. 69-77, 2001.

RODRÍGUEZ-BLANCO, M. L.; TABOADA-CASTRO, M. M. Rources and sediment yield from a rural catchment in temperate envionment, nothwest Spain. **Earth Surface Porcesses and Landformes**, v. 35, p. 272-277, 2010.

SAMPAIO, Everardo. V.S.B; SAMPAIO, Yony, ARAÚJO; Tales Vital Socorro B.; SAMPAIO, Gustavo Ramos. **Desertificação no Brasil: Conceitos, Núcleos e Tecnologias de Recuperação e Convivência**. Recife, Ed. Universitária da UFPE, 2003.

SAMPAIO, Maria de Fátima Archanjo. **Relatório técnico sob o olhar dos beneficiários: avaliação do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA)**. Brasília, 2006.

SANTANA, M. O. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação**. Brasília: MMA, 2007.

SANTOS, C. L. dos.; GIRÃO, O. A teoria geossistêmica na pesquisa geomorfológica: uma abordagem teórico-conceitual. **Revista Geográfica da América Central**, n. 55, p. 49-65, 2015.

SANTOS, M. A urbanização brasileira. São Paulo: Edusp, 1993.

SANTOS, M. A Urbanização brasileira. São Paulo: EDUSP, 1993.

SCAPIN, J.; PAIVA, J. B. D.; USEIKA, T.; SOBROZA, I. **Caracterização do transporte de sedimentos em um pequeno rio em Santa Maria – RS**. 2004. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

SCHNEIDER, S. Situando o desenvolvimento rural no Brasil: o contexto e as questões em debate, **Revista de Economia Política**, v. 30, n. 3, p. 511-531, 2012.

SCHNEIDER, Sérgio. Situando o desenvolvimento rural no Brasil: o contexto e as questões em debate, **Revista de Economia Política**, v. 30, n. 3, p. 511-531, 2012.

SCHRÖDER M. Políticas públicas e agricultura familiar no Brasil: inovações institucionais a partir do Pronaf. **34º Encontro Anual da ANPOCS**. Seminário Temático 19, 2010.

SESAN – Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, 2010. Disponível em: <http://msd.gov.br/aceso-a-informacao/perguntas-frequentes/seguranca-alimentar-e-nutricional/sesan-institucional>. Acesso em: 19 de outubro de 2019.

SILVA, A. M. et al. Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em cambissolo e latossolo sob chuva natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n. 12, v. 40, p. 1223-1230, 2005.

SILVA, A. M.; SCHUTZ, H. E; CAMARGO, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: Rima, 2004.

SILVA, C. R. da. **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.

SILVA, D.G. et al. Análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra no município de Exu, PE. **Clio Arqueológica**, n. 3, v.31, p. 193-210, 2016.

SILVA, F. C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: DF Ed., 1999.

SILVA, G. G. **A Problemática da Desertificação no Ecossistema da Caatinga do Município de São João do Cariri**. 1993, Monografia (Núcleo de Pesquisa e Controle da desertificação no Nordeste) – Universidade Federal do Piauí. Teresina, 1993.

SILVA, M. K.; SCHNEIDER, S. **A participação dos agricultores nas políticas de desenvolvimento rural: uma análise do Pronaf Infra-estrutura e Serviços no Estado do Rio Grande do Sul (1997/2000)**. In: SCHNEIDER, S.; SILVA, M. K.; MARQUES, P. E. M. (Orgs.). Políticas Públicas e Participação Social no Brasil Rural. 2ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SILVA, R. M.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SANTOS, C. A. G. Integration of GIS and remote sensing for estimation of soil loss and prioritization of critical sub-catchment: a case study of Tapacuí catchment. **Natural Hazard**, v. 62, n. 6, p. 953-970, 2012.

SILVA, Sebastião. **História da Algaroba no Brasil**. Teresina SNPA/BN/Embrapa Meio Norte, 2000.

SOARES, V. **Erosão e sedimentação e sua relação com florestas**, 2002. Disponível em: <http://www.ltid.inpe.br/dsr/viane/CursoHF/Capitulo8c.htm>. Acesso em: 20 de outubro de 2019.

SOBRAL, M. do C. M. Estratégias de Gestão dos Recursos Hídricos no Semiárido Brasileiro. **Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 7, n. 2, p. 76-82, Fortaleza, 2011.

SOBRINHO, João Vasconcelos. **O deserto brasileiro: projeto para o trópico semi-árido**. UFRPE: Recife, 1974. 24 p.

SOUZA, Bartolomeu Israel de. **Cariri Paraibano: do silêncio do lugar à desertificação**. 2008. 198 f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

SOUZA, E.B.; AMBRIZZI, T. Modulation of the intraseasonal rainfall over Tropical Brazil by the Madden-Julian Oscillation. **International Journal of Climatology**, v.26, p. 1759-1776, 2006.

SOUZA, Jonas Otaviano Praça de. Modelos de evolução da dinâmica fluvial em ambiente semiárido – bacia do açude de saco, Serra Talhada, Pernambuco. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

SOUZA, Marilene. Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2): uma iniciativa inovadora para o enfrentamento da pobreza rural. **Agriculturas**, n. 2, v. 11, 2014.

SPRING, Ú. O.; BRAUCH, H. G. 'Securitizing Water'. In: BRAUCH, Hans Günter et al. (Org.). **Facing Global Environmental Change: Environmental, Human, Energy, Food, Health and Water Security Concepts**. Berli-Heidlberg: Springer, 2009.

STEINBECK, J. **The Grapes of Wrath**. 1939. Published in 1996 by Pequin Books.
SUERTEGARAY, D. M. A. (Org.). Terra: feições ilustradas. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2008.

SUN, W.; SHAO, Q.; LIU, J. Soil erosion and its response to the changes of precipitation and vegetation cover on the Loess Plateau, J. Geogr. Sci, v. 23, p. 1091-1106, 2013.

SZILAGYI, G. **Diagnóstico Ambiental do Processo de Desertificação no Município de Lages/RN**. 2007. 110 p. Dissertação (Mestrado em Estudos de Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

SZILAGYI, G. **Diagnóstico Ambiental do Processo de Desertificação no Município de Lages/RN**. 2007. 110 f. Dissertação (Mestrado em Estudos de Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

TAVARES, V. C. **A desertificação em São João do Cariri (PB): uma análise das vulnerabilidades**. 2014. 109 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2009.

TAVARES, V. C. A Percepção Ambiental dos Agricultores Rurais do Município de Queimadas/ PB sobre a Degradação do Bioma Caatinga. **Acta Grográfica**, v.12, p. 74-89, Boa Vista, 2018.

TAVARES, V. C. **O município de Queimadas – PB: a utilização de rochas britadas e a questão socioambiental**. 2009. 69 f. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2009.

TAVARES, V. C. The crushing process of Britamix Company in the city of Queimadas/ PB and analysis of noise pollution. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, p. 399-412, 2016.

TAVARES, V. C.; ANDRADE, L. G.; de.; SILVA, D. G. Geodiversity and the geomorphological heritage in the City of Queimadas / PB: A study about of the Bull's Stone. **Congresso Nacional da Diversidade do Semiárido**, Natal, 2018.

TAVARES, Válter Cardoso; ARAÚJO, Sérgio Murilo Santos de. Diagnóstico socioeconômico e ambiental das vulnerabilidades à desertificação na comunidade do Bravo – Boa Vista/ PB. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 5, v. 8, p. 1541-1556, 2015.

TEODORO, V. L. I.; TEXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, s/v. n. 20, 2007.

TOURAINÉ, A. **Crítica da modernidade**. Vozes: Rio de Janeiro, 1994. 431 p.

TUAN, Yi- Fu. Topofilia: **Um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente**. Difel: São Paulo, 1980.

TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, A. L. I. **Hidrografia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. UFRS, 2009.

TUO, D. F.; XU, M. X.; GAO, L. K.; ZHANG, S.; LIU, S. H. Changed surface roughness by wind erosion accelerates water erosion, *J. Soil Sediments*, v. 16, p. 105-114, 2016.

UNCCD. 2nd Economic Assessment of Desertification, Sustainable Land Management and Resilience of Arid, Semiarid and Dry Sub-humid Areas. **The Economics of Desertification, Land Degradation and Drought: Methodologies and Analysis for Decision-Making**. Bonn, Germany, 2013.

UNCCD. United Nations Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and/ or Desertification, Particularly in Africa. In: JOHNSON, Pierre Marc; MAYRAND, Karel; PAQUIN, Marc. **Governing Global Desertification: Linking Environmental Degradation, Poverty and Participation**. Ashgate, Hampshire, USA, 2006.

UNDP. United Nations Development Programme. **Millennium Development Goals**. Disponível em: <<http://www.undp.org/content/undp/en/home/mdgoverview/>>. Acesso em: 15 de agosto de 2013.

UNEP. United Nations Environment Programme, 1978. Disponível: http://www.unep.org/sgb/prev_docs/78_05_GC6_report_k7803325.pdf. Acesso: 28 de setembro de 2013.

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Water Problems**. Disponível em: http://www.unesco.uiha.fi/water/material/05_water_problem.html. Acesso em: 09 de Maio de 2013.

United Nations Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and/ or Desertification, Particularly in Africa. In: JOHNSON, Pierre Marc; MAYRAND, Karel; PAQUIN, Marc. **Governing Global Desertification: Linking Environmental Degradation, Poverty and Participation**. Ashgate, Hampshire, USA, 2006.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **A desertificação Brasileira**. Câmara dos Deputados. Brasília – DF, 1976.

_____. **Desertificação no Nordeste do Brasil**. Recife, Editora Universitária, 2002.

VEIGA, M et al. Erodibilidade em entressulcos de solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 121-128, 1993.

VICENTE, L. E.; PEREZ FILHO, A. Abordagem sistêmica e geografia. **Geografia/ Rio Claro**, v. 28, n.03, p. 323-344, 2003.

VIEIRA, A. F. G. Erosão por voçorocas em áreas urbanas: o caso de Manaus (AM). 1998, 222 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 1998.

VIEIRA, Zédna Mara de Castro Lucena; RIBEIRO, Márcia Maria Rios. A gestão dos recursos hídricos no estado da Paraíba: aspectos legais e institucionais. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/SGC3/index.php?PUB=3&ID=19>. Acesso em: 02 de março de 2019.

VILLA, M. A. **Vida e morte no sertão: história das secas no Nordeste nos séculos XIX e XX**. São Paulo: Ática, 2000.

WAY, Sally-Anne. Examining the Links between Poverty and Degradation: From Blaming the Poor toward Recognizing the Rights of the Poor. In: JOHNSON, Pierre Marc; MAYRAND, Karel; PAQUIN, Marc. **Governing Global Desertification: Linking Environmental Degradation, Poverty and Participation**. Ashgate Publishing, Hampshire, USA, 2006.

WEBB, N. P.; MCGOWAN, H. A.; PHINN, S. R.; MCTAINSH, G. H. AUSLEM (Australian Land Erodibility Model): a tool for identifying wind erosion hazard in Australia, *Geomorphology*, v. 78, n. 3, p. 179-200, 2006.

WISCHMEIER, W.H., SMITH. D;D. 1978. **Prediction rainfall erosion losses**: a guide to conservation planning. U.S. Department of Agriculture, Washington (Agriculture Handbook 573).

WILCHES CHAUX, G. La vulnerabilid global. En: Desastre, Ecologismo y Formación Professional. Seminario Nacional de Aprendizaje. Sena, Colombia, 1989.

WINCHESTER, P. **Power, Choice and Vulnerability**. James & James, London, 1992.

WISCHMAEIR, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfull erosion losses: a guide to conservation palnning**. Washington (DC): USDA, 1978.

WISCHMEIER, W. H. Usage and msure of the universal soil loss equation. **Jornal of Soil and Water Conservation**, n. 31, p. 5- 9, 1976.

World Commission on Environment and Development. **Our Common Future**. Brundtland Report, 1987. Oxford University Press, Oxford.

YANG, C. T. Bed-load transport. In: Sediment transport: Theory and practice. McGraw-Hill, s/v., p. 90-121, 1996.

ZARONI, M. J. **Estimativas da Produção de Sedimentos em Bacias Hidrográficas por meio do Modelo de Erosão USLE e do Índice de Trensferência de Sediemntos – SDR**. 2006. 139 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

ZHANG, H.; FAN, J.; CAO, W.; HARRIS, LI, Y.; CHI, W.; WANG, S. Response of wind erosion dynamics to climate change and human activity in Inner Mongolia, China during 1990 to 2015, *Sci. Total Environ*, v. 639, p. 1038-1050, 2018.

**APÊNDICE A - DIAGNÓSTICO SÓCIO-AMBIENTAL DA MICROBACIA DO RIO
BOA VISTA, QUEIMADAS-PB**

QUESTIONÁRIO

Diagnóstico sócio-ambiental da Bacia do Rio Boa Vista, Queimadas-PB

1. Quantas pessoas moram na sua casa? ____ Quantos adultos? ____ Qual a faixa etária dos membros da família? _____
2. Pertence a alguma associação e/ ou sindicato? ____ Com que frequência? ____ Qual a importância destes órgãos para informar sobre as questões ambientais? _____
3. Qual a origem da água que é consumida na sua residência?
 - a) () Cisternas
 - b) () Poço artesiano
 - c) () Cacimba
 - d) () Carro-pipa
4. Você é proprietário do terreno onde mora? ____ qual o tamanho do terreno? ____
5. Qual o destino do lixo consumido na residência?
 - a) () Queima
 - b) () Enterra
 - c) () Coloca próximo ao rio
 - d) () Coloca para o carro-de-coleta
6. Quais os tipos de plantas palatáveis são plantados próximo de sua casa?

7. Quais os tipos de cereais são plantados na roça? _____
8. A produção agrícola é para o seu autossustento? ____ O que faz com o excedente? _____
9. Qual o tamanho da área plantada? _____
10. Como o solo é preparado para a plantação? _____
11. Faz desmatamentos para introdução da agricultura? _____
12. Realiza queimadas:
 - a) () Regular
 - b) () Ocasional
 - c) () Não utiliza
13. Usa agrotóxicos? ____ quais os tipos? _____
14. Na sua opinião, quais atividades mais prejudicam o meio ambiente?
 - a) () Desmatamento as margens do rio e ao longo da Bacia
 - b) () Cultivo das vazantes
 - c) () Prática das queimadas
 - d) () Outros _____

15. Quando começou o processo de desmatamento para a implantação da agricultura?

16. Em relação à Algaroba, quando a mesma chegou na localidade? _____
17. Qual a sua avaliação em relação à utilidade desta planta (Algaroba)? _____

- a) () Boa
 - b) () Ruim
 - c) () Razoável
18. Você já participou de alguma atividade de conscientização e proteção do meio ambiente?_____
19. Dispõe de assistência técnica:_____ Com que frequência?
- a) () Regular
 - b) () Ocasional
 - c) () Não tem
20. Em relação ao apoio técnico da EMATER, com que frequência este órgão auxilia no uso e manejo do solo e outras atividades agrícolas?
- a) () Regular
 - b) () Ocasional
 - c) () Não auxilia
21. Quais as atividades do mesmo junto à comunidade?_____
22. Irrigação:
- a) () Regular
 - b) () Ocasional
 - c) () Não usa
23. Qual tipo de irrigação é utilizado?
- a) () Pivô Central
 - b) () Irrigação por aspersão
 - c) () Gotejamento
 - d) () Outro
24. A respeito da irrigação: é do seu conhecimento que os solos dessa área são predominantemente salinos e com a disposição da água em abundância (que também é salina) no solo pode contribuir para a salinização do mesmo e, conseqüentemente, a perda de fertilidade do solo e futuros problemas?_____
25. A respeito da desertificação:
- a) O que você entende por desertificação?_____
 - b) Você já ouviu falar sobre esta palavra através da mídia (jornal escrito, jornal televisivo, ráiodifusor, etc.)?_____
26. Em relação à erosão do solo e, conseqüentemente, à sedimentação do Rio? O que você pensa a respeito disso?_____
27. Quanto ao desmatamento, este prejudica o meio ambiente e, sobretudo, o solo?_____

Fonte: Autoria própria (2019).

ANEXO A – ANÁLISE QUÍMICA DE SOLO



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
LABORATÓRIO DE QUÍMICA AMBIENTAL DE SOLOS
Dois Irmãos – Recife – PE. CEP. 52171-900. Tel. (81) 3320.6235

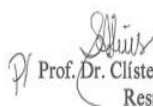


Nome: Valter Cardoso Tavares
Descrição da amostra: Queimadas/PB

Recife, 28 de fevereiro de 2020.

RESULTADOS DE ANÁLISES

Amostra	pH (água)	Ca	Mg	Al	Na	K	P	C.O.	M.O.	H+Al
	1: 2,5	cmol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³		g kg ⁻¹		cmol _c dm ⁻³	
Fazenda Sr. Nino	6,5	17,90	13,60	0,00	0,46	0,23	10	12,06	20,79	3,73
Propriedade Sra. Rita	6,6	15,05	3,55	0,00	0,21	0,11	11	8,59	14,81	1,91
Fazenda Zé Maria II	6,5	21,80	16,65	0,00	0,32	0,16	18	9,27	15,98	1,56
Açúde do Brito	6,3	8,10	6,60	0,00	2,27	0,05	4	7,34	12,65	0,69
Fazenda Sr. Zé Maria	6,8	22,50	6,70	0,00	1,57	0,09	4	10,99	18,94	1,13
Propriedade Sr. Manuel	6,7	19,20	9,45	0,00	0,24	0,12	5	10,10	17,41	2,77
Sítio Soares	6,6	22,85	8,10	0,00	0,32	0,14	14	16,02	27,62	1,39
Sítio Gangorra	6,7	12,90	6,85	0,00	1,38	0,11	21	7,43	12,80	1,39
Propriedade Sra. Nazira	7,1	21,60	12,10	0,00	0,47	0,05	6	7,03	12,12	1,39


 Prof. Dr. Clístenes Williams Araújo do Nascimento
 Responsável pelo laboratório

Fonte: LQAS (2020).