



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA



CLEANTO CARLOS LIMA DA SILVA

**RELAÇÃO SOLO, CLIMA E USO AGRÍCOLA NO TERRITÓRIO DO RIO
GRANDE DO NORTE**

NATAL, RN
2022

CLEANTO CARLOS LIMA DA SILVA

**RELAÇÃO SOLO, CLIMA E USO AGRÍCOLA NO TERRITÓRIO DO RIO
GRANDE DO NORTE**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, com vista à obtenção do título de doutor em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Lima Troleis
Coorientador: Prof. Dr. Celso Donizete Locatel

NATAL, RN

2022

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes -
CCHLA

Silva, Cleanto Carlos Lima da.

Relação solo, clima e uso agrícola no território do Rio Grande do Norte / Cleanto Carlos Lima da Silva. - 2022.
162f.: il.

Tese (doutorado) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Lima Troleis.

Coorientador: Prof. Dr. Celso Donizete Locatel.

1. Território. 2. Sistema Agrário. 3. Estoque de Terra. 4. Aptidão Agrícola. 5. Rio Grande do Norte. I. Troleis, Adriano Lima. II. Locatel, Celso Donizete. III. Título.

RN/UF/BS-CCHLA

CDU 9(813.2)

AGRADECIMENTO

Um ciclo de 12 anos termina com a defesa do meu doutorado na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Foi a UFRN que me proporcionou ter uma graduação, especialização, mestrado e doutorado, tudo de forma gratuita e de qualidade, assim como passar em um concurso público e me tornar Professor de Geografia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Nesses 12 anos muitas pessoas contribuíram neste meu percurso, de forma direta e indireta. Deixo aqui o meu agradecimento a todos e deixo claro que jamais as mensagens aqui escritas serão suficientes para expressar a minha gratidão:

À toda a minha família, pelo apoio incondicional nesse caminho que decidi seguir. Aos meus pais e meu irmão, que mesmo nos momentos de dificuldades financeiras, priorizaram o meu estudo e a minha formação. Vocês são a base de tudo!

À minha esposa e conselheira, Maria Jaqueline, que sempre me amparou nos momentos de angústia e me motivou a seguir sempre em frente, muitas vezes, renunciando ao tempo para fazer a sua tese, para que eu pudesse concluir as etapas da minha. Te amo!

Aos meus dois filhos, João Gabriel e Clara Niara, razões e forças para enfrentar todos os obstáculos nesta minha vida acadêmica. Sempre buscarei o melhor para vocês. Ao meu filho, suas palavras “vá estudar, pai” quando eu estava procrastinando, sempre marcaram meus pensamentos para realizações de cada etapa desse doutorado. Mesmo estando distante, seu apoio foi absoluto.

A todos os professores que contribuíram para a minha formação intelectual: Alessandro Dozena, Francisco Fransualdo de Azevedo, Juliana Felipe Farias, Luiz Antônio Cestaro, Lutiane Queiroz de Almeida, Maria Aparecida Pontes da Fonseca, Paulo Cesar de Araújo, Rodrigo de Freitas Amorim, Sebastião Milton Pinheiro, Silvio Braz de Sousa e Zuleide Maria Carvalho Lima. Agradeço as contribuições

Em especial ao meu orientador Prof. Dr. Adriano Troleis, por acreditar no meu potencial, pelos conselhos dados e por sempre estar disponível para as orientações, abrindo mão várias vezes do seu tempo de descanso no final de semana, se disponibilizando para discussões.

Também, deixo registrado o meu agradecimento ao Prof. Dr. Celso Locatel, meu co-orientador, importantíssimo para a minha formação acadêmica desde 2011, quando me inseriu no seu Laboratório de Pesquisa LabAgrarius. Responsável pela minha inserção na pesquisa e extensão e por valorosas contribuições na minha dissertação e tese.

Aos meus amigos que levarei da UFRN para a vida: Ana Beatriz Maciel, Anderson Gondim, Bruna Saldanha, Caroline Barros, Debora Leyse, Diego Rocha, Diogo Felipe, Élide Thalita, Elizabete Gurgel, Erick Jordan, Francielio Mendonça, Ivaniza Sales, Jhonathan Lima, Yuri Marques, Marcos Antonio de Araujo, Miquéias Rildo, Moacir Paulo, Wanderson Benigno, Vinicius Dionízio. Deixo aqui meu muito obrigado pelas contribuições acadêmicas, pelos momentos de alegrias e de confraternização. Momentos esses especiais de fortalecimento de amizades e renovação de energias para enfrentar as dificuldades e angústias da Pós-Graduação.

Em especial aos amigos que participaram diretamente em diversas etapas da minha pesquisa: Denise Saldanha, Eduardo Perônico, Joyce Clara, Leandro Lima, Lucíola Matos e Paulo Moacir. O ato de pesquisar não é solitário. Sempre fui acompanhado de bons amigos ao fazer minhas coletas de dados de campo. Sem eles esta pesquisa não estaria concluída.

Destaco aqui a importância da Joyce Clara na minha formação intelectual, conselheira em todas as etapas da minha vida acadêmica, se tornando uma grande amiga e madrinha da minha filha Clara Niara.

Aos meus amigos do IFCE, importantes para a realização desse trabalho e por minimizar à saudade da minha família e amigos de Natal: André Luiz da Cunha, Cleiton Marinho, Francisco Nataniel e Harley Bezerra. Em especial, Francisco Maciel, amigo responsável por analisar minhas amostras coletadas de solos no Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica – LGCO, da Universidade Estadual do Ceará (UECE).

Aos meus queridos alunos que sempre me apoiaram e ficaram felizes pela minha defesa de tese. Agradeço em especial aos alunos João Bandeira e Vitor Felix que contribuíram diretamente para a finalização desse trabalho, com a separação de informações no SIG e com a tradução do resumo, respectivamente.

Ao casal de amigos Ednalva e John Barbosa, por todo o apoio e acolhimento que tivemos na cidade de Iguatu, CE. Por cuidarem da minha filha para que eu e minha esposa pudéssemos resolver as atividades das nossas teses. Saibam que sempre estaremos disponíveis para vocês também.

Aos meus amigos do RPG, os quais me reunia todo final de semana para viver grandes aventuras imagináveis e esquecer momentaneamente os problemas do mundo real: José Arthur, Diogo Lopes, Esequias Neto, Gabriel Xavier, Hilcleiton Pedro, Manuel Moura e Kibson Rodrigo. Este último, em especial, por me incentivar a fazer um curso de graduação no final do Ensino Médio.

Por fim, agradeço a todos, citados ou não, que tem a consciência que contribuíram para o meu amadurecimento profissional e intelectual, que caminharam ao meu lado em vários momentos dessa jornada.

Para a vizinha da casa dos meus pais que disse que eu nunca conseguiria fazer uma graduação por ser pobre demais, mostro, com esse trabalho, que fui muito mais além. Que mesmo com todas as dificuldades financeiras, o pobre virou doutor.

RESUMO

Nas últimas décadas, houve uma incorporação de conteúdos técnicos nos sistemas agrários do Rio Grande do Norte visando ampliar a produção da fruticultura. Apesar da implementação técnica, as atividades agrícolas ainda dependem dos fatores naturais das terras para satisfazer suas necessidades, principalmente nas áreas que apresentam baixa inserção desses conteúdos. Desta forma, é importante que se compreenda como se espacializam os aspectos ambientais dentro do território e qual a importância desses aspectos para os processos fisiológicos de cada espécie. A partir desse raciocínio, partimos da análise de três culturas praticadas no estado: abacaxi, banana e caju, escolhidas pela importância econômica de cada uma no território potiguar e pelas suas diferenciações técnicas empregadas no seu desenvolvimento. Assim, constitui-se como objetivo central da presente pesquisa analisar a espacialização das culturas do abacaxi, da banana e do caju no território potiguar, levando em consideração a relação das características ambientais com os fatores edáficos, bem como o potencial de expansão desses cultivos, a partir dos estoques de terras existentes e das técnicas incorporadas no território. Para alcançar este objetivo, foi realizada uma revisão bibliográfica associada ao uso de dados secundários, para compreender a espacialização dos aspectos ambientais e das culturas selecionadas e gerar o mapeamento das áreas de estoques de terra nas unidades geomorfológica onde já são praticados os cultivos. Também foram realizadas coletas de dados primários como amostras de solos em campo e análises físicas e químicas em laboratório. Esses dados utilizados e gerados, através de procedimentos estatísticos, possibilitaram a criação e a aplicação de um índice intitulado Índice de Qualidade Ambiental para Agricultura (IQAPA), com a finalidade de classificar os estoques de terras para a aptidão agrícola. Como resultados, foram constatadas que às áreas de estoques de terras selecionadas correspondem a uma área total de 7.782,493 km², que são passíveis para as práticas das culturas destacadas na pesquisa. Deste total, para a cultura do abacaxi, 82,89% foram classificadas como excelentes e 17,11% classificadas como boas. Para a cultura da banana, 0,51% foram classificadas como regulares, 98,48% como boas e 1,01% como excelentes. Para o cajueiro, têm-se 10,85% das terras classificadas como regulares, 78,22% como boas e 10,93% como excelentes. Informações importantes que possibilitam subsidiar programas de desenvolvimento agrário para o Rio Grande do Norte, propiciam o melhor aproveitamento das terras com aptidão e o desenvolvimento regional.

Palavras-chave: Território, Sistema Agrário, Estoque de Terra, Aptidão Agrícola, Rio Grande do Norte.

ABSTRACT

In the last decades, there was an incorporation of technical contents in the agrarian systems of Rio Grande do Norte, aiming to expand the production of fruit growing. Despite the technical implementation, agricultural activities still depend on the natural factors of the land to satisfy their needs, especially in areas that have low insertion of these contents. Thus, it is important to understand how environmental aspects are spatialized within the territory and the importance of these aspects for the physiological processes of each species. From this reasoning, we start from the analysis of three cultures grown in the state: pineapple, banana and cashew, chosen for the economic importance of each one in the territory of Rio the state and for their technical differences used in their development. Thus, the central objective of this research is to analyze the spatialization of pineapple, banana and cashew crops in the territory, taking into account the relationship of environmental characteristics with edaphic factors, as well as the potential for expansion of these crops, from existing land stocks and techniques incorporated in the territory. To achieve this objective, a literature review was carried out associated with the use of secondary data, to understand the spatialization of environmental aspects and selected crops and generate the mapping of land stock areas in geomorphological units where crops are already practiced. Primary data collections were also carried out, such as soil samples in the field and physical and chemical analyzes in the laboratory. This data, used and generated, through statistical procedures, enabled the creation and application of an index called Environmental Quality Index for Agriculture (IQAPA in Portuguese), with the purpose of classifying land stocks for agricultural suitability. As a result, it was found that the selected land stock areas correspond to a total area of 7,782,493 km², which are susceptible to the practices of the crops highlighted in the research. Of this total, for the pineapple crop, 82.89% were classified as excellent and 17.11% were classified as good. For the banana crop, 0.51% were classified as regular, 98.48% as good and 1.01% as excellent. For cashew, 10.85% of the lands are classified as regular, 78.22% as good and 10.93% as excellent. Such information makes it possible to subsidize agricultural development programs for Rio Grande do Norte, providing the best use of suitable land and regional development.

Keywords: Territory, Agrarian System, Land Stock, Agricultural Aptitude, Rio Grande do Norte.

RESUMEN

En las últimas décadas, hubo una incorporación de contenidos técnicos en los sistemas agrarios de Rio Grande do Norte, con el objetivo de ampliar la producción de la fruticultura. A pesar de la implementación técnica, las actividades agrícolas aún dependen de los factores naturales del suelo para satisfacer sus necesidades, especialmente en áreas que tienen baja inserción de estos contenidos. Por tanto, es importante comprender cómo se especializan los aspectos ambientales dentro del territorio y la importancia de estos aspectos para los procesos fisiológicos de cada especie. De este razonamiento, se procede al análisis de tres cultivos sembrados en el estado: piña, plátano y anacardo, escogidos por la importancia económica de cada uno en el territorio de Río Grande do Norte y por sus diferencias técnicas utilizadas en su desarrollo. Así, el objetivo central de esta investigación es analizar la espacialización de los cultivos de piña, plátano y marañón en el territorio, teniendo en cuenta la relación de las características ambientales con los factores edáficos, así como el potencial de expansión de estos cultivos, a partir de los terrenos, existencias de tierras y técnicas incorporados en el territorio. Para lograr este objetivo se realizó una revisión bibliográfica asociada al uso de datos secundarios, para comprender la espacialización de aspectos ambientales y cultivos seleccionados y generar el mapeo de áreas surtidas de suelo en unidades geomorfológicas donde ya se practican cultivos. También se realizaron colectas de datos primarios, como muestras de suelo en campo y análisis físicos y químicos en laboratorio. Estos datos, utilizados y generados, a través de procedimientos estadísticos, permitieron la creación y aplicación de un índice denominado Índice de Calidad Ambiental para la Agricultura (IQAPA En portugués), con el objetivo de clasificar las existencias de tierra para la aptitud agrícola. Como resultado se encontró que las áreas de stock de tierra seleccionadas corresponden a una superficie total de 7.782.493 km², las cuales son susceptibles a las prácticas de los cultivos destacados en la investigación. De este total, para la cosecha de piña, el 82,89% se clasificó como excelente y el 17,11% como bueno. Para el cultivo de banano, el 0,51% se clasificó como regular, el 98,48% como bueno y el 1,01% como excelente. Para el marañón, el 10,85% de las tierras se clasifican como regulares, el 78,22% como buenas y el 10,93% como excelentes. Esa información permite subsidiar programas de desarrollo agrícola para Rio Grande do Norte, proporcionando el mejor uso de la tierra adecuada y el desarrollo regional.

Palabras clave: Territorio, Sistema Agrario, Stock de Tierra, Aptitud Agrícola, Rio Grande do Norte.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Modelo dos sistemas agrícolas com ênfase nas inter-relações dos subsistemas: ecossistema cultivado e sistema social produtivo.....	25
Figura 02: Variáveis ambientais que interferem nos processos fisiológicos das culturas.	40
Figura 03: Dados, Indicadores, Índice e Informação.	46
Figura 04: Rocha cristalina do Domínio Jaguaribeano, em corte de estrada na BR-226, em direção ao município Frutuoso Gomes.....	54
Figura 05: Climogramas ombrotérmicos dos municípios de Natal, Ceará-Mirim, representativos do clima AW, e dos municípios de Apodi e Macau, representativos do clima BSw.	64
Figura 06: Vista da Depressão Sertaneja e de <i>inselbergs</i> a partir do topo da Serra do Cuó, no município de Campo Grande – RN.	69
Figura 07: Vista da Serra de Patu no município de Patu – RN: inselberg em estrutura granítica com ausência de cobertura pedológica.	73
Figura 08: Vista da Planalto da Borborema a partir da própria chapada no município de Lajes – RN.....	75
Figura 09: Porção leste do Maciço do Pereiro, RN, com a presença de cristas e domo.	78
Figura 10: Presença Neossolo Flúvico nas margens do Rio Piranhas-Açu, no município de Açu/RN.....	81
Figura 11: Sedimentos do Grupo Barreiras aflorando na forma falésia na porção litorânea do estado do Rio Grande do Norte.	82
Figura 12: Áreas de Neossolos Quartzarênicos sobre o Tabuleiro Costeiro.....	83
Figura 13: Coleta de Latossolo Amarelo Distrófico em área de pastagem para prática da pecuária extensiva em zona de Tabuleiro, no município de São Gonçalo do Amarante, RN...85	
Figura 14: Área de dunas com vegetação de restinga e lagoas interdunares na faixa leste da planície litorânea do estado do Rio Grande do Norte.....	86
Figura 15: América do Sul: Dispersão das espécies de Ananas e as principais referências de distribuição	112

Figura 16: Plantação de abacaxi no município de Ielmo Marinho, nas margens da RN – 64.	116
Figura 17: Áreas de plantação de banana nos municípios de Ipanguaçu (Vale do Açu) (a) e Touros (Litoral Oriental) (b): o primeiro sobre um Neossolo Flúvico, acinzentado, com o horizonte superficial rico em matéria orgânica e o segundo sobre um Argissolo Vermelho...121	121
Figura 18: Primeira ilustração do Cajueiro, de André Thevet, 1558.	122
Figura 19: Coleta de solo por tradagem em cultivo de cajueiro anão precoce, no município de Apodi, na Chapada do Apodi, RN.....	125
Figura 20: Cor do solo superficial (A) e em profundidade (B)na unidade Chapada do Apodi, no município de Apodi, RN.....	131
Figura 21: Coleta de Neossolos Flúvicos nos municípios de Assu (A) e Ipanguaçu (B), com coloração e texturas diferenciadas.....	132
Figura 22: Coleta de solo em terreno preparado para o plantio do abacaxi no município de Touros, RN.	133

LISTA DE MAPAS

Mapa 01: Unidades de Solos do Rio Grande do Norte.....	15
Mapa 02: Mapa geológico do estado do Rio Grande do Norte.....	53
Mapa 03: Distribuição pluviométrica média anual do estado do Rio Grande do Norte (1981 a 2010).	58
Mapa 04: Temperatura média estimada para o estado do Rio Grande do Norte (1981 a 2010)	59
Mapa 05: Umidade do ar estimada para o estado do Rio Grande do Norte (1981 a 2010)	60
Mapa 06: Mapa de declividade do estado do Rio Grande do Norte.....	66
Mapa 07: Mapa hipsométrico do estado do Rio Grande do Norte.....	67
Mapa 08: Mapa de solos do estado do Rio Grande do Norte.....	70
MAPA 09: Rio Grande do Norte: sistemas técnicos de armazenamento e distribuição de água.....	100
MAPA 10: Rio Grande do Norte: sistemas técnicos hídricos x área irrigada (há) por município.....	102
Mapa 11: Rio Grande do Norte: cobertura e uso da terra e estoque de terras agricultáveis nas unidades geomorfológicas onde se praticam as culturas do abacaxi, banana e caju.	109

Mapa 12: Área plantada com abacaxi no Rio Grande do Norte – 1985 a 2015.....	114
Mapa 13: Área plantada com abacaxi no Rio Grande do Norte – 2017.....	114
Mapa 14: Área plantada com banana no Rio Grande do Norte – 1985 a 2015.....	118
Mapa 15: Área plantada com banana no Rio Grande do Norte – 2017.....	120
Mapa 16: Área plantada com caju (para obtenção da castanha) no Rio Grande do Norte – 1995 a 2006.....	124
Mapa 17: Área plantada com caju (para obtenção da castanha) no Rio Grande do Norte – 2017.....	126
Mapa 18: Classificação dos Estoques de Terras com base no Índice de Qualidade Ambiental para Agricultura (IQAPA) aplicado a cultura do abacaxizeiro.....	137
Mapa 19: Classificação dos Estoques de Terras com base no Índice de Qualidade Ambiental para Agricultura (IQAPA) aplicado a cultura da bananeira.....	139
Mapa 20: Classificação dos Estoques de Terras com base no Índice de Qualidade Ambiental para Agricultura (IQAPA) aplicado a cultura da bananeira.....	142

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Área Irrigada por região (1960 – 1985)	94
Tabela 02: Ano de inauguração e situação volumétrica dos açudes públicos com capacidade superior a 5.000.000m ³	97
Tabela 03: Características físicas e químicas dos solos produtores de abacaxi, banana e caju dos municípios produtores do Rio Grande do Norte.....	130
Tabela 04: Classes de solos do Rio Grande do Norte e suas características físicas e químicas.....	134

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Rio Grande do Norte: Produção Agrícola (lavouras temporárias e permanentes), 2017.....	16
Quadro 02: Classificação dos solos de acordo Zoneamento Agrícola de Risco Climático proposto pelo MAPA.....	34

Quadro 03: Tipos de levantamento de solos e suas características segundo EMBRAPA (1989)	37
Quadro 04: Municípios com maiores produções de abacaxi, banana e caju visitados para coleta de solo e caracterização ambiental.....	42
Quadro 05: Categorização das variáveis e quantificação dos indicadores.....	48
Quadro 06: Categorização das variáveis climáticas, pedológicas e geomorfológicas e a quantificação dos seus indicadores.....	50
Quadro 07: Sistematização das ações políticas na irrigação.....	95

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO.....	14
CAPÍTULO 2: ABORDAGEM TEÓRICO-METODOLÓGICA DA INTERFACE SOLO, CLIMA E USO AGRÍCOLA.....	21
2.1. O teórico-conceitual e o espaço da investigação empírica.....	21
2.1.1 Teoria da Evolução e da Diferenciação dos Sistemas Agrários.....	21
2.1.2. Potencial agrícola dos solos.....	27
2.1.3 Gestão do Território e os usos agrícolas no contexto da relação clima-solo.....	30
2.2. Procedimentos metodológicos e técnicos para obtenção e análise de dados primários e secundários.....	34
2.2.1 Pesquisas bibliográficas e coletas de dados secundários.....	34
2.2.2 Levantamentos de dados em campo.....	42
2.2.3 Análise e correlação de dados.....	43
2.2.3.1 <i>Índice de Qualidade Ambiental Para Agricultura (IQAPA)</i>	45
CAPÍTULO 3: OS ASPECTOS FÍSICOS DO TERRITÓRIO DO RIO GRANDE DO NORTE.....	52
3.1. Os aspectos físicos do Território do Rio Grande do Norte.....	52
CAPÍTULO 4: TERRITÓRIO, TÉCNICA E CONFIGURAÇÃO AGRÍCOLA NO RIO GRANDE DO NORTE.....	89
4.1 Os sistemas de engenharia hídrica, políticas públicas e as suas inconsistências no Território do Rio Grande do Norte.....	92
4.2 As diferenciações dos sistemas agrícolas do Rio Grande do Norte.....	105
4.2.1 Área agrícola da cultura do abacaxi.....	111
4.2.2 Área agrícola da cultura da banana.....	117
4.2.3 Área agrícola da cultura do caju.....	121
CAPÍTULO 5: DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA DO RIO GRANDE DO NORTE NO CONTEXTO DA RELAÇÃO SOLO-CLIMA.....	128
5.1. Análise das variáveis pedológicas dos solos que recobrem o Rio Grande do Norte.	128

5.1.2 Aplicação do Índice de Qualidade Ambiental para Agricultura nas unidades ambientais de produção do abacaxi, banana e caju do Rio Grande do Norte.....135

CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS.....147

REFERÊNCIAS.....151

.

1 INTRODUÇÃO

Na agricultura, a produtividade depende principalmente dos fatores ambientais solo e clima que satisfazem as necessidades de água e nutrientes da planta, possibilitando o seu desenvolvimento. São as condições locais criadas pela relação desses fatores ambientais que possibilitam que o agricultor compreenda quais culturas podem ser praticadas naquele espaço. Cada vez mais no mundo globalizado há necessidade de ampliar a produção agrícola e diminuir os custos de produção, o que mostra a importância da análise das características ambientais para compreender as capacidades e as limitações agrícolas de determinados espaços, possibilitando também compreender o grau de tecnologia a ser investido.

O solo é um recurso vital para a sociedade, sendo o substrato principal para a produção de alimentos e para manutenção de diversos tipos de vidas que nele se encontra. É dele que se retiram todos os alimentos para as necessidades humanas. No entanto, o uso inadequado afeta de várias formas a sua produtividade.

Por ser um corpo tridimensional da paisagem, o solo resulta da interação dos seus diferentes fatores de formação, tais como: clima, relevo e organismo (OLIVEIRA, 2011). Logo, o conhecimento desses fatores vai indicar a qualidade produtiva dos solos e subsidiar a presente pesquisa para a indicação de áreas potenciais a determinados tipos de cultivos.

Além do solo, informações sobre o clima, relevo e vegetação também são de grande importância para planejar e aperfeiçoar o uso da terra, o que permite o melhor e mais eficiente aproveitamento dos recursos naturais (SAMPAIO, 2007).

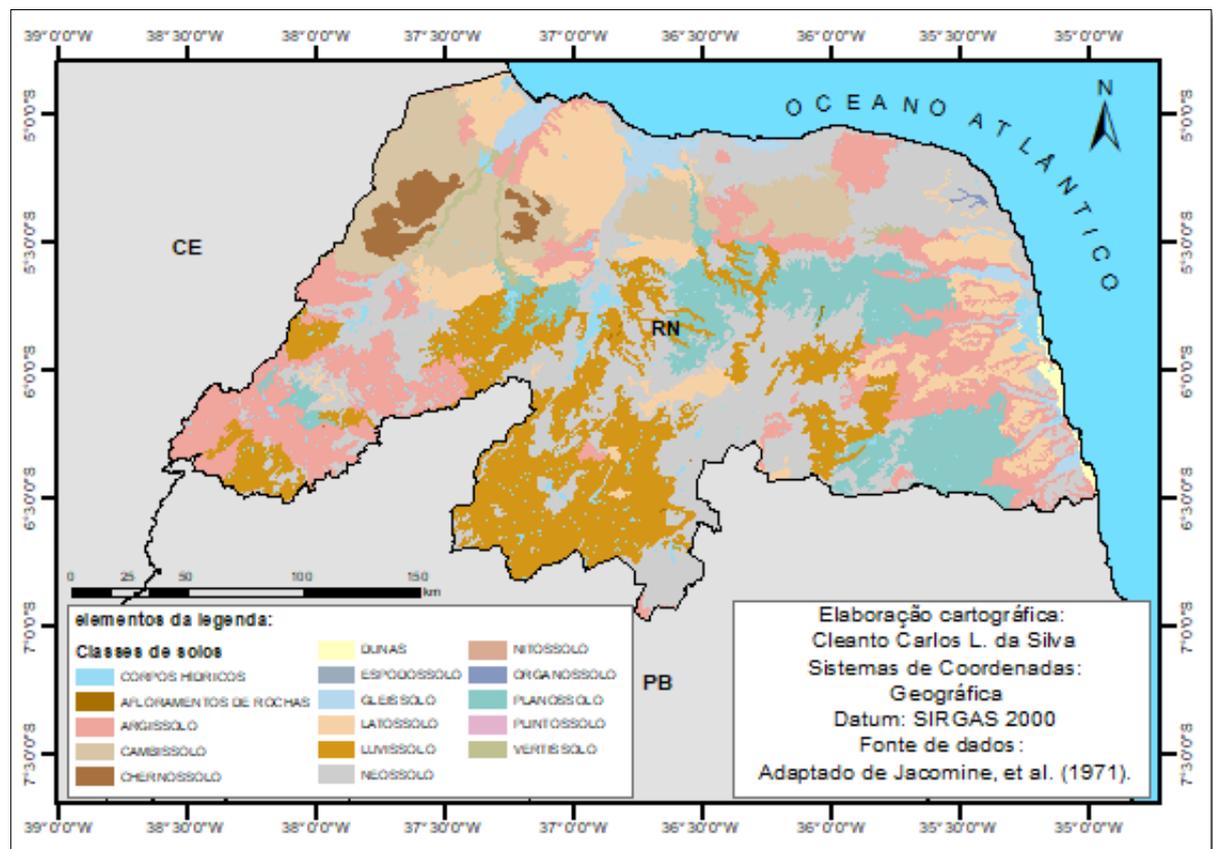
A agricultura é uma atividade econômica dependente do meio físico (como o solo, o relevo e o clima), mas que tem a dependência sanada, em grande parte, pela incorporação técnica ao processo produtivo. Santos (1996, p. 156) afirma que há em todos os lugares a substituição do “meio natural por um meio cada vez mais artificializado”. É assim também na agricultura. Contudo, como as mesmas técnicas não alcançam todo o Território para a produção agrícola, o aspecto ecológico confere fundamental importância ao processo de produção agrícola de diversas áreas. É assim também no território do Rio Grande do Norte.

Logo, a interpretação do levantamento da qualidade das terras é tarefa de grande importância para utilização desse recurso na agricultura, classificando as terras de acordo com sua aptidão para diversos tipos de culturas, sob diferentes condições de manejo, bem como a viabilidade de melhoramento, através de novas tecnologias (AMARAL *et al.*, 2004). Assim, conhecendo as características pedológicas e climáticas, além de relacioná-las com as necessidades edáficas das culturas desenvolvidas em determinadas áreas buscamos possibilitar

uma compreensão espacial das atividades agrícolas, como também indicar áreas com potencial para a expansão do plantio dessas culturas, a partir da identificação dos estoques terras agricultáveis.

No Rio Grande do Norte, o Levantamento Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado do Rio Grande do Norte (JACOMINE et al., 1971), possibilitou obter os primeiros conhecimentos sobre as características dos solos que recobrem o Estado (Mapa 01). Esse conhecimento, apesar de ser de caráter generalizado, possibilita minimizar problemas e uso agrícolas e realizar práticas conservacionistas e de reflorestamento (JACOMINE et al., 1971).

Mapa 01: Unidades de Solos do Rio Grande do Norte



Fonte: Com base nos dados de Jacomine, et al., 1971.

Sobre essas classes de solos do Rio Grande do Norte se destacam duas formas de ocupação agrícola: o agronegócio, pautado em novos métodos de produção, como a irrigação, os insumos e os equipamentos agrícolas considerados modernos, localizados principalmente no Vale do Açu, na Chapada do Apodi e nos tabuleiros litorâneos no leste do estado, com destaque para fruticultura irrigada; e a agricultura familiar, caracterizada como uma agricultura de excedentes, com baixa capacidade técnica e escassez de recursos (LOCATEL; LIMA, 2016).

No Rio Grande do Norte, algumas culturas permanentes, independentes dos seus níveis de emprego tecnológico, têm suas espacializações demarcadas ao longo do tempo sem levar em consideração às condições naturais ideais para o seu desenvolvimento, o que pode levar, ou estar levando, há uma degradação do próprio solo pela sua exaustão e/ou uma menor produtividade dessas atividades agrícolas.

Para o presente estudo, levando em consideração a importância da agricultura para a economia do Rio Grande do Norte e a concentração da produção em determinadas frações do território potiguar, foram selecionadas três culturas: abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill), banana (*Musa*) e caju (*Anacardium occidentale* L.). Essas culturas terão suas espacializações explicadas através das relações das suas características edafoclimáticas com as características dos solos que lhe servem como substrato para os seus desenvolvimentos.

A escolha dessas três culturas se deu primeiramente por estarem entre os dez produtos de maior valor de venda no estado (Quadro 01) e por destacar o território potiguar na produção nacional. Outros critérios utilizados para as escolhas dessas três culturas estão na forma de organização da produção e na capacidade técnica, estando a banana produzida na lógica do agronegócio e com alto nível técnico, o abacaxi, produzido na lógica da agricultura familiar e pelo agronegócio, podendo ser desenvolvido em um nível técnico médio, e o caju, produzido por agricultores familiares e com um baixo nível técnico empregado na produção (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995)

Quadro 01: Rio Grande do Norte: Produção Agrícola (lavouras temporárias e permanentes), 2017.

Área Colhida (hectares)		%	Valor da venda da produção (Mil Reais)	%	
Cana-de-açúcar	38315	15,3	Melão	339.220,00	42,0
Feijão fradinho em grão	35162	14,0	Cana-de-açúcar	152.805,00	18,9
Milho em grão	34108	13,6	Banana	70.710,00	8,8
Caju (castanha)	33405	13,3	Mandioca (aipim, macaxeira)	52.636,00	6,5
Mandioca (aipim, macaxeira)	18154	7,2	Mamão	31.764,00	3,9
Melão	14791	5,9	Abacaxi	26.938,00	3,3
Feijão verde	13304	5,3	Melancia	26.937,00	3,3
Forrageiras para corte	12154	4,8	Caju (castanha)	22.928,00	2,8
Sorgo forrageiro	9622	3,8	Coco-da-baía	22.026,00	2,7
Coco-da-baía	7959	3,2	Feijão verde	9.264,00	1,1
Melancia	5621	2,2	Manga	6.962,00	0,9
Banana	4234	1,7	Feijão fradinho em grão	6.228,00	0,8
Sorgo em grão	3470	1,4	Abóbora, moranga, jerimum	5.349,00	0,7
Palma forrageira	3378	1,3	Maracujá	4.620,00	0,6

Fava em grão	3126	1,2	Cebola	4.545,00	0,6
Milho forrageiro	2549	1,0	Milho em grão	4.182,00	0,5
Mamão	1675	0,7	FORAGEIRAS para corte	3.363,00	0,4
Feijão de cor em grão	1460	0,6	Algodão herbáceo	2.427,00	0,3
Abóbora, moranga, jerimum	1241	0,5	Tomate rasteiro (industrial)	2.070,00	0,3
Manga	1154	0,5	Arroz em casca	1.941,00	0,2
Abacaxi	1154	0,5	Sorgo forrageiro	1.591,00	0,2

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário, 2017.

Nesse contexto, o objeto desse estudo confronta algumas indagações que se colocam com relação aos rebatimentos das questões que envolvem os usos agrícolas dos solos. Como principal questionamento direcionador da pesquisa, temos: Como se espacializam as culturas do abacaxi, da banana e do caju no estado e como essas culturas poderiam ter suas áreas de produção aumentadas, levando em consideração as características dos solos, a disponibilidade hídrica, o relevo e os fatores climáticos, como também a disponibilidade técnica no território do Rio Grande do Norte?

Partindo dessa questão, várias outras vêm complementá-la: quais as características dos solos que recobrem o estado do Rio Grande do Norte? Como se espacializam as culturas do abacaxi, banana, e o caju no Estado? Como se relacionam essas culturas no RN com as características pedológicas e climáticas? Quais áreas do Rio Grande do Norte poderiam ter produtividade ou maior produtividade para o desenvolvimento das culturas do abacaxi, banana, e do caju, levando em consideração as características físicas? Como a técnica possibilita a produção e a expansão da produção dessas culturas nas áreas aptas para o cultivo?

Diante da problemática construída, essa pesquisa parte do pressuposto que a espacialização das culturas do abacaxi, banana e caju no estado do Rio Grande do Norte ocorre primeiramente pela disponibilidade das condições climáticas, pedológicas e geomorfológicas, e que, nessas mesmas áreas que as culturas são praticadas, existem estoques de terras aptas e com sistemas técnicos que possibilitam a ampliação produtiva dessas culturas. Destacamos que a resposta prévia será investigada, questionada e referenciada durante todo o processo da pesquisa.

Assim, considerando a importância dos estudos pedológicos, as disponibilidades hídricas, os fatores climáticos e o relevo para o desenvolvimento da agricultura para o Estado do Rio Grande do Norte, que explora de forma intensiva algumas áreas e outras pouco se desenvolvem em relação a essa atividade, o presente trabalho contribuirá com interpretação dos levantamentos de solos realizados no estado, apontando os solos com maior aptidão para o

desenvolvimento de culturas que possuem maior importância econômica, apontando os estoques de terras existentes.

O conhecimento das características dos solos, relacionado com os fatores climático e de relevo, levando em consideração a disposição da técnica, poderá tornar possível um melhor direcionamento das políticas públicas e de investimentos públicos e privados, com a finalidade de ampliar a produção agrícola do Estado, diminuir os custos de produção e impedir o avanço da degradação do solo.

A partir das hipóteses e justificativas supracitadas, delineou-se como **objetivo geral** da pesquisa analisar a espacialização das culturas do abacaxi, da banana e do caju no território do Rio Grande do Norte, levando em consideração a relação das características ambientais, em especial as características pedológicas e climáticas, os fatores edáficos, assim como o potencial de expansão desses cultivos, a partir dos estoques de terras existentes.

Para facilitar a operacionalização da pesquisa, foram definidos como **objetivos específicos**:

- a) Compreender as características pedológicas e as diferenciações dos fatores climáticos que atuam no estado do Rio Grande do Norte;
- b) Entender como as culturas do abacaxi, Banana e Caju se espacializam pelo território do Rio Grande do Norte;
- c) Identificar as áreas de solos subutilizados, apontando assim o estoque de terra existente, levando em consideração a aptidão agrícola necessária para o desenvolvimento das culturas do Abacaxi, Banana e Caju no estado do Rio Grande do Norte.
- d) Elaborar um índice das áreas de aptidão agrícola que relacionem as características dos solos, das unidades de relevos e dos fatores climáticos que atuam nas áreas de produção das culturas do abacaxi, banana e caju do estado do Rio Grande do Norte, com o objetivo de espacializar as áreas aptas para o desenvolvimento das três culturas.
- e) Compreender como estão instalados os sistemas técnicos sobre o território do Rio Grande do Norte e qual a sua importância para o desenvolvimento das culturas do abacaxi, banana e caju de acordo em relação a classificação das terras aptas para o desenvolvimento das culturas.

Para viabilizar o desenvolvimento da pesquisa, em linhas gerais, procedeu-se, no próximo capítulo, com a discussão da abordagem teórico-metodológica que possibilitará a sua construção. No subcapítulo intitulado "*o teórico-conceitual e o espaço da investigação empírica*", além de trazer a discussão de alguns conceitos que são tratados na presente pesquisa,

como terras, potencial agrícola e gestão do território, também se aprofundará na Teoria da Evolução e Diferenciação dos Sistemas Agrários, que permite explicar os problemas relacionados com o desenvolvimento e espacialização de determinadas atividades agrícolas.

No segundo subcapítulo desse mesmo capítulo, intitulados “procedimentos metodológicos e técnicos para obtenção de dados secundários, primários e as suas análises para a área de estudo” traz sistematizando o conjunto de regras e procedimentos estabelecidos para alcançar o objetivo desta pesquisa. Além de explicar os meios de obtenção das coletas de dados secundários, da elaboração das cartografias e dos procedimentos laboratoriais necessários para obtenção dos dados primários, também é enfatizado a criação do índice denominado de Índice de Qualidade Ambiental para Agricultura (IQAPA), trazendo os níveis de análise da pesquisa, sua equação e as variáveis necessárias do solo, clima e relevo.

O terceiro capítulo trata da caracterização dos aspectos físicos que recobrem o território do Rio Grande do Norte. Uma descrição a partir dos da base geológica e das condições climáticas que recobrem o território e que condicionam as formações geomorfológicas. Por fim, enfatizamos as unidades geomorfológicas presentes na geologia cristalina e na geologia sedimentar potiguar, com a descrição das classes de solos de cada unidade até o terceiro nível categórico

O quarto capítulo é denominado como “*território, técnica e configuração agrícola no Rio Grande do Norte*”. No primeiro subcapítulo trazemos a discussão de território e a importância da técnica para a configuração agrícola no território. Buscamos analisar algumas políticas criadas para o desenvolvimento agrícola na região nordestina e no Rio Grande do Norte e os sistemas técnicos implementados a partir dessas políticas. No segundo subcapítulo discutimos sobre as diferenciações nos sistemas agrícolas do Rio Grande do Norte, apresentando as áreas de cultivos das culturas do abacaxi, banana e caju, como também as áreas mapeadas que não apresentam nenhum tipo de uso antrópico, as quais consideramos como estoque de terras.

No quinto capítulo analisamos as características pedológicas da área da pesquisa com base nos resultados químicos e físicos dos laboratórios e nas descrições realizadas em campo, como também analisaremos os dados secundários do “Levantamento Exploratório de Solos do Rio Grande do Norte”, elaborado pela SUDENE. Depois partiremos para a aplicação do índice IQAPA, através da sobreposição das variáveis do solo, clima e relevo do estado, tendo como resultado a classificação da aptidão regular, boa e excelente para o desenvolvimento das culturas do abacaxi, banana e caju para as áreas consideradas como estoques de terra de cada

unidade geomorfológica que já desenvolvem as culturas. Neste subcapítulo chamamos atenção para as formas de manejo visando as áreas com deficiência hídrica, para os solos com fertilidade natural baixa e os solos passíveis de erosão. Também relacionaremos algumas áreas de aptidão agrícola com a espacialização dos sistemas técnicos para irrigação.

Nas considerações finais traremos uma síntese das análises e dos resultados obtidos na pesquisa, com o fechamento das questões apresentadas ao longo do trabalho. Por fim, traremos as referências bibliográficas que embasaram os conceitos, a teoria utilizada, os procedimentos metodológicos e que possibilitaram a obtenção das informações.

CAPÍTULO 2: ABORDAGEM TEÓRICO-METODOLÓGICA DA INTERFACE SOLO, CLIMA E USO AGRÍCOLA

2.1. O teórico-conceitual e o espaço da investigação empírica

Abordaremos aqui três questões que entendemos como fundamentais para compreensão das relações entre solo, clima e uso agrícola do território no Rio Grande do Norte. Na Primeira discutiremos sobre a Teoria da Evolução e da Diferenciação dos Sistemas Agrários, sendo o embasamento teórico que possibilita entender o sistema agrícola no território potiguar, relacionando os aspectos ambientais com a disposição técnica; a segunda questão a ser abordada é sobre a aptidão agrícola, necessário para entender a capacidade produtiva das terras. E na terceira discutiremos a importância de analisar o território na perspectiva da aptidão agrícola, com base na teoria anteriormente citada, fundamental, no nosso ponto de vista, para a criação de instrumentos de gestão do território.

2.1.1 Teoria da Evolução e da Diferenciação dos Sistemas Agrários

Em se tratando da relação entre as características pedológicas com os fatores edafoclimáticos para a produção agrícola, algumas questões devem ser levadas em consideração, como o emprego das técnicas agrícolas, tendo como o exemplo os sistemas de irrigação e os equipamentos modernos agrícolas. Pensar em uma agricultura levando em consideração o meio natural é fundamental, como também é importante pensar em um sistema agrícola levando em consideração o seu nível técnico.

Entendendo desta forma, a presente pesquisa traz discussões que relacionam objetos de estudos da especialização dos dois grandes ramos da ciência geográfica: a Geografia Física e a Geografia Humana. Entender o desenvolvimento dos sistemas agrícolas sobre o espaço na perspectiva da disponibilidade dos elementos do meio natural é preciso pensar na Geografia sem levar em consideração a sua dicotomia. Essa dicotomia caracterizada pelos dois ramos da ciência

Relacionar os elementos da Pedologia, Climatologia e da Geomorfologia com alguns elementos da Geografia Agrária é um trabalho complexo, pouco abordado na Geografia. Para que essa relação seja efetivada, possibilitando a integração e comunicação dos elementos das ciências naturais e sociais, recorreremos analisá-las sob a perspectiva da Teoria Geral dos Sistemas (TGS) (MAZOYER E ROUDART, 2010). Essa teoria que é amplamente utilizada na

Geografia Física é o que torna uma das formas possíveis, se levarmos em consideração seus principais propósitos, em pensar e analisar de forma integrada o meio natural e a agricultura.

Assim,

Quanto aos principais propósitos da Teoria Geral do Sistema, há uma tendência geral no sentido da integração nas várias ciências, naturais e sociais, cuja centralização repousa na teoria dos sistemas. Portanto, esta mesma teoria pode ser um importante meio para alcançar uma teoria “exata” nos campos não físicos da ciência. Desenvolvendo princípios unificadores que atravessem verticalmente o universo das ciências individuais, aproxima-se da meta da unidade na diversidade ou multiplicidade da ciência que, finalmente, pode conduzir à integração muito necessária na formação científica (VALE, 2012, p. 90).

Entendendo o sistema como conjunto de objetos e suas relações, que estão organizados com a finalidade de executar determinada função (CHRISTOFOLETTI, 1979), temos a necessidade de relacionar elementos do meio físico-natural, como o relevo, o clima e a geologia, que possibilitam diferenciações no elemento pedológico, sejam parte do sistema agrícola, que relacionados ou não com os elementos técnicos empregados no território potiguar, possibilitem a prática de diferentes culturas no estado.

Considerando o desenvolvimento da pesquisa a partir da abordagem sistêmica, e para melhor entender as diferenciações espaciais no desenvolvimento das culturas do abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill), banana (*Musa*) e o caju (*Anacardium occidentale* L.), utilizaremos a Teoria da Evolução e Diferenciação dos Sistemas Agrários de Mazoyer & Roudart (2010). A teoria “é um instrumento intelectual que permite apreender a complexidade de cada forma de agricultura e de perceber, em grandes linhas, as transformações históricas e a diferenciação geográfica das agriculturas humanas” (MAZOYER; ROUDART, 2010, p. 71).

A utilização dessa teoria possibilita entender o desenvolvimento da agricultura e sua espacialização no estado através da relação de vários elementos que formam o sistema agrícola, levando em consideração os fatores históricos e geográficos responsáveis pela diferenciação da produção e social dos agricultores (SILVA NETO; LIMA; BASSO, 1997). Essa teoria possibilita, ainda, uma visão completamente diferente daquela proposta e imposta pela Teoria da Modernização, que generalizava as várias formas de produção agrícola que não se beneficiavam dos equipamentos industriais, colocando-as como um bloco homogêneo (SILVA NETO; LIMA; BASSO, 1997). Para essa última teoria, só existem duas formas agrícolas: a tradicional, que não usa insumos e equipamentos industriais, e a moderna, a que utiliza esses equipamentos.

A Teoria da Modernização vem sendo elaborada desde a década de 1960, sendo uma linha de pensamento que defende a incorporação de insumos e equipamentos industriais na agricultura como sendo o único meio para o desenvolvimento agrícola (SILVA NETO; LIMA;

BASSO, 1997). Essa teoria começou a conduzir as políticas voltadas para o campo, acreditando que o desenvolvimento agrícola acontece pela difusão de tecnologias, negligenciando as condicionantes econômicas, sociais e ecológicas dos agricultores.

A discussão da modernização chegou à agricultura com a expressão “Revolução Verde”. Criada em 1966, por William Gown, em uma conferência em Washington, EUA, que disse “a Revolução Verde é feita à base de tecnologia, e, não do sofrimento do povo” (CALDERAN; FUGITA, 2010). Essa revolução possibilitou uma maior integração dos setores agrários e indústrias para aumentar a produção agrícola mundial (SANTOS; CEDRAZ, 2015).

É com o intuito de dar maior importância à produção agrícola do estado, levando em consideração tanto a agricultura familiar como o agronegócio, com base nos diversos fatores ambientais que estão presentes no território potiguar, que a presente pesquisa valoriza as diversas formas de produção, se distanciando da esfera de tratamento da Teoria da Modernização e se aproximando da abordagem dos sistemas agrícolas.

No que diz respeito à tipologia de sistemas - de forma amplamente empregada desde a proposta de unicidade científica da TGS - esses podem ser classificados como sistemas abertos e sistemas fechados. No primeiro ocorre a entrada e saída de energia e matéria e no segundo apenas a permuta de energia (SILVA, 1973; CHRISTOFOLETTI, 1980; CHRISTOPHERSON, 2011). Assim, pautada na Teoria da Evolução e Diferenciação dos Sistemas Agrários, entendemos os sistemas agrícolas como sistemas abertos, pois a produção agrícola recebe influência de meios externos, como as políticas influenciadas pela Teoria da Modernização, com a mecanização da agricultura, e, pela globalização de mercado, a partir da década 1990 (PORTO, 2003). Entendemos assim, como finalidade deste sistema aberto, o fornecimento para a população de produtos alimentícios, a produção de matérias primas para as agroindústrias e a produção de energia.

É através da Teoria da Diferenciação dos Sistemas Agrários que explicaremos a diversidade geográfica atual da agricultura do estado do Rio Grande do Norte, explicando sua espacialização através da análise dos recursos naturais disponíveis no estado, como o relevo a hidrografia e, principalmente o solo e o clima, mas, não negando os demais fatores de ordem social que contribuem para diferenciação dos sistemas agrários, como econômico, a força de trabalho e a técnica.

Mazoyer e Roudart (2010) consideram à agricultura como o resultado da interação entre a população rural e o meio ambiente em que vive, o que torna delimitada no espaço e em determinado tempo. Como dentro do sistema agrícola existem elementos mais instáveis,

relacionados com as dinâmicas sociais, políticas e econômicas, em relação a elementos menos instáveis, como o relevo, o clima e o solo, a agricultura torna-se variável no tempo e no espaço. São essas interações e variações no espaço-tempo que torna os sistemas agrícolas complexos em hierarquia e interdependência entre diversos fatores. Por isso,

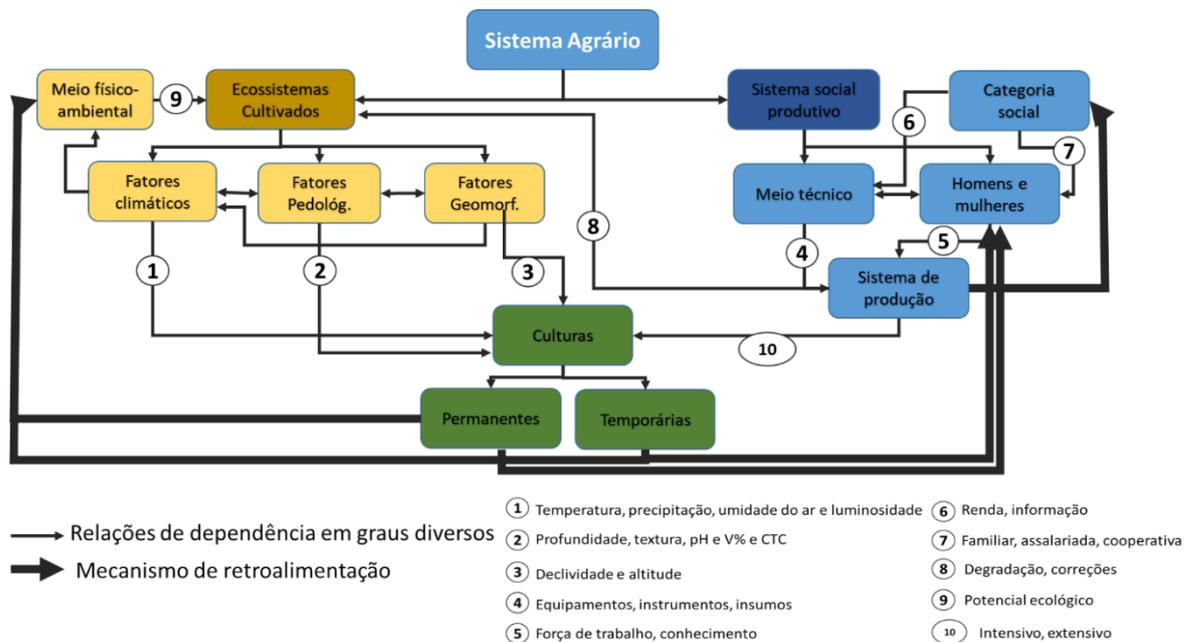
[...] analisar e conceber um objeto complexo em termos de sistema, é, num primeiro momento, delimitá-lo, ou seja, traçar uma fronteira, virtual, entre esse objeto e o resto do mundo, e é considerá-lo como um todo, composto de subsistemas hierarquizados e interdependentes (MAZOYER; ROUDART, 2010, p. 72).

Outra questão que justifica a escolha em utilizar o conceito de sistemas agrários para análise está em relação ao tamanho do recorte empírico. Como o objetivo da pesquisa é analisado na escala estadual, só esse conceito possibilita discutir e perceber as transformações geográficas no processo de ocupação agrícola do território no estado e as influências dos agentes promotores do processo de ocupação (PORTO, 2003), podendo ser definido, segundo Carmo e Salles (1998), como uma combinação de variáveis inter-relacionadas, recursos naturais, instrumentos de produção, força de trabalho, divisão social do trabalho, relações de posse e uso da terra, excedente agrícola e sua distribuição social e as condições políticas e sociais.

Como subsistemas do sistema agrícola, Mazoyer e Roudart (2010) consideram dois principais que devem ser levados em consideração à análise da organização e funcionamento, como também as interações entre si: o ecossistema cultivado e o sistema social produtivo (Figura 01).

Em relação ao ecossistema cultivado, Mazoyer e Roudart (2010) exemplificam como um conjunto de vários subsistemas complementares, como as hortas, as terras cultiváveis, os campos de ceifa, as pastagens e as florestas. Cada subsistema contribui com sua parte para a satisfação das necessidades dos animais domésticos e da sociedade, através da sua organização e exploração particular.

Figura 01: Modelo dos sistemas agrícolas com ênfase nas inter-relações dos subsistemas: ecossistema cultivado e sistema social produtivo



Fonte: Adaptado de Mazoyer e Rodart (2010).

Na pesquisa, podemos diferenciar os ecossistemas cultivados do território potiguar pela disposição dos tipos de solos e das características edafoclimáticas das culturas, em interesse: o abacaxi, a banana e o caju. Usando como exemplo a banana, no Vale do Açu, há um aproveitamento dos solos de textura média, com elevada luminosidade e umidade do ar, favorecendo a qualidade do fruto e valorizando-o no mercado internacional. São essas condições que analisamos e que possibilitam o entendimento da espacialização dessas culturas no território.

Já o sistema social produtivo, considerado também como sistema técnico, econômico e social, é composto pela força de trabalho de homens e mulheres, pelo conhecimento prático dos agricultores e pelas técnicas e equipamentos empregados na exploração dos subsistemas do ecossistema cultivado, que dispõe a população agrícola com a finalidade de satisfazer as suas necessidades (MAZOYER; ROUDART, 2010).

Para a pesquisa, o sistema social produtivo se diferencia, antes de tudo, pela disposição técnica e de equipamentos empregados que estão concentrados nos lugares do estado onde tiveram maiores investimentos públicos e estão rarefeitas nos lugares com menores investimentos, o que torna estes últimos mais dependentes das condições ambientais para

produção. As três culturas analisadas encontram-se presentes nos diferentes lugares do território potiguar, estando umas mais dependentes das condições técnicas do que outras.

Para a produção dessas culturas, algumas intervenções foram realizadas no passado para que hoje elas tenham uma produção expressiva no território potiguar. Uma das intervenções foi à implementação de grandes perímetros de irrigação, como a Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, construída em 1983, financiada pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) (LOCATEL; LIMA, 2016). A localização dessa barragem no Vale do Açu possibilitou a inserção de novos investimentos para o local, tornando-se uma das áreas agrícolas mais modernas do Estado (LOCATEL; LIMA, 2016). Outra área com destaque para a agricultura tecnificada é a microrregião de Mossoró, localizada na Chapada do Apodi, onde a atividade irrigada é realizada pela utilização de poços artesianos (LOCATEL; LIMA, 2016).

Pensando na espacialização das culturas de interesse da pesquisa, levando em consideração os subsistemas ecossistema cultivado e o social produtivo, realizaremos o zoneamento regional, que consiste na delimitação dos espaços agrários relativamente homogêneos, que abrangem as características geomorfopedológicas e socioeconômicas denominadas de “paisagens agrárias” (MIGUEL & MAZOYER, 2014). Esse zoneamento foi escolhido com base nas unidades geomorfológicas onde as culturas são praticadas.

O zoneamento regional se torna essencial para realização de um diagnóstico de uma realidade agrária, consistindo na primeira etapa da “análise-diagnóstico de um sistema agrário” (ADSA), facilitando assim a operacionalização do conceito de sistemas agrários. Segundo Gret (1984), *apud* Miguel e Mazoyer (2014), Cochet (2011) e Dufumier (2007), as demais etapas de um diagnóstico de sistemas agrários são as seguintes:

Caracterização da evolução e diferenciação dos sistemas agrários – etapa que consiste na reconstrução da evolução e diferenciação dos sistemas agrários no Território, explicando as causas e fatores do desenvolvimento de cada cultura, com uma profundidade na análise maior na disponibilidade dos recursos naturais em relação à distribuição técnica, como o enfoque proposto na pesquisa.

Proposição e execução de ações e projetos – etapa que consiste em identificar, selecionar e difundir tecnologias e ações que possibilitem o desenvolvimento agrário. Na presente pesquisa as proposições têm um caráter de embasar políticas para a gestão territorial, facilitando o desenvolvimento da produção agrícola no estado do Rio Grande do Norte.

2.1.2. Potencial agrícola dos solos

Um conceito importante para o desenvolvimento deste trabalho é o solo, sendo um fator condicionante para o potencial agrícola e de erosão. Para Oliveira (2011), solo é a coleção de corpos naturais na superfície da terra, formada por matéria orgânica e mineral inconsolidado. Já sobre a sua formação, o mesmo autor coloca:

Solo é um corpo tridimensional da paisagem, resultante da ação combinada de vários processos pedogenéticos, dependente da intensidade de manifestação dos fatores de formação – clima relevo e organismo – sobre material de origem durante certo período de tempo (OLIVEIRA, 2011, p. 13).

Apesar de possuir um caráter tridimensional, o solo tem sido tratado principalmente numa perspectiva unidimensional, tendo a agricultura como a forma de uso desse recurso natural que mais se destaca nessa perspectiva (MARINHO; OLIVEIRA, 2012). Olhando o solo na perspectiva de única dimensão, perde-se, assim, o caráter sistêmico na qual deve-se pensar o solo e os outros elementos que também compõe a paisagem.

Nessa concepção unilateral, as pesquisas voltadas para a produção agrícola têm o cunho mais restritivo, local, sem levar, também, em consideração as relações históricas, sociais, econômicas e culturais do homem e deste com a Natureza (MATOSO, *et al.*, 2015). No nosso caso, pensando na magnitude espacial que este trabalho tem como recorte empírico, o solo é pensando de forma holística, levando em consideração o seu desenvolvimento associando outros aspectos físicos da paisagem, como também sua relação com os aspectos sociais.

Dependendo da sua relação com os demais aspectos físicos da paisagem, como o relevo e o clima e, conseqüentemente, com as suas características, cada classe de solo apresenta o seu potencial agrícola, o que vai diferir no seu uso e manejo. Como potencial agrícola, entendemos a sua capacidade de uso agrícola, podendo ter um bom potencial para uma cultura e ser restritiva para outra. Podemos citar como exemplo os Neossolos Quartzarênicos no estado, onde se pratica a culturas do caju, porém sendo restritivo para o desenvolvimento da cultura da banana.

De acordo com Deslandes (2002), a capacidade de uso da terra está relacionada diretamente com o seu valor e a sua capacidade de gerar renda, sendo o valor da terra função direta de sua capacidade de produção de renda, e o potencial e produção de renda é função direta de sua capacidade de uso. Logo, quanto maior o potencial agrícola de um solo, maiores são os tipos de culturas que nele podem se desenvolver, maior também será o seu valor.

Para tornar mais claro a discussão, é necessário distinguir terra de solo. Segundo Lepsch (1987; 1991), o termo terra tem o caráter mais amplo, sendo preferível quando aplicável às

avaliações do meio físico, ou seja, o uso do termo terra significa a junção espacial de todos os demais elementos ambientais; já o solo seria apenas um componente, assim como o clima e o relevo, imprescindível nas avaliações dos potenciais agrícolas das terras.

Para determinar o potencial agrícola de uma área, deve-se ser realizado um levantamento e a interpretação dos solos que a compreende (MATOSO et al., 2015). O conhecimento desses solos é de fundamental importância para a aplicação da aptidão agrícola das terras, que constitui a base para realização de zoneamentos agrícolas, agroecológicos por cultura e ecológico-econômico, fundamentais para o uso e ocupação adequados desse recurso (SILVA NETO, *et al.*, 2018). É a partir da aptidão agrícola que se pode avaliar o potencial agrícola das terras. Segundo a FAO (1976) avaliação da terra é o

processo de prever o comportamento da terra quando usada para atividades específicas, envolvendo a execução e interpretação de levantamento do relevo, solos, vegetação, clima e outros aspectos do ambiente, com o objetivo de identificar e comparar tipos potenciais de uso aplicáveis à finalidade da avaliação (FAO, 1976, p. 5).

Hoje, principalmente para fins de planejamento do uso do solo, existem diversos métodos de avaliação para o potencial de produção das terras. Os mais aplicados no Brasil são o *Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras*, proposto por Ramalho Filho e Beek (1995) e o *Sistema de Classificação da Capacidade de Uso da Terra* (USDA Land Capability Classification) (ALVES, *et al.*, 2003; PEREIRA; LOMBARDI NETO, 2004).

O primeiro método de avaliação, publicado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), intitulado como *Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras*, consiste em um sistema de avaliação física das terras, proposto pelos autores mencionados anteriormente, baseia-se na qualidade do solo e nos diferentes níveis de manejos, de acordo com o contexto específico, técnico e econômico. Nessa proposta são levados em consideração três níveis de manejos com bases nos níveis tecnológicos: baixa tecnologia (A), média tecnologia (B) e alta tecnologia (C), estabelecendo como fatores de avaliação a deficiência de fertilidade, deficiência de água, deficiência de oxigênio, susceptibilidade a erosão e impedimentos a mecanização elaborado Ramalho Filho e Beek (1995) e adaptado por Pereira e Lombardi Neto (2004).

O segundo método, citado, intitulado como *Sistema de Classificação da Capacidade de Uso da Terra*, estruturado pelo Serviço de Conservação dos Solos dos Estados Unidos e adaptado para o Brasil por Lepsch (1991), é uma classificação técnica que envolve um conjunto de características físicas do solo, relevo, clima e uso, não priorizando a localização e as

características socioeconômicas (MARINHESKI, 2017). Os conjuntos dessas características físicas da área vão distinguir as classes e subclasses, sendo potenciais ou limitantes. O modelo geralmente é utilizado pensando na sua capacidade de detalhe das informações e, quando tem, como objetivo na área a conservação.

Para ajudar a compreender a espacialização das culturas adotadas e indicar as possíveis áreas propícias para seus desenvolvimentos, o método de avaliação do potencial das terras utilizado como referência base nesta pesquisa é o *Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras* (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995), adaptado por Pereira e Lombardi Neto (2004).

Segundo Pereira e Lombardi Neto (2004), esse sistema possibilita uma maior utilização em nível nacional, considerando na sua estrutura diferentes níveis de manejo, permitindo ajustes e incorporações de outros parâmetros, aceitando adaptações e aplicações em diferentes escalas e bem como permite distinguir a agricultura familiar da agricultura empresarial pelo uso de capital e tecnologia, importantes para diferenciação de áreas no estado como a região do Vale do Açu¹.

Esses sistemas que possibilitam avaliar a capacidade de uso da terra, sua aptidão, são utilizados em diversos trabalhos nas ciências agrárias, porém pouco pensado e utilizado na Geografia. Na Geografia, um dos poucos trabalhos nessa área, e que merece destaque, é a pesquisa intitulada *Zoneamento da aptidão agrícola e uso dos solos da área do médio curso do rio Natuba – PE*, de Barbosa Neto (2011), que classificou os solos para a agricultura e discutiu o uso agrícola atual e potencial para médio curso da bacia do rio Natuba.

Outro trabalho importante publicado nesta área, vinculado ao programa de ciências agrárias no Estado da Paraíba, está a pesquisa *Classificação e mapeamento das terras para mecanização agrícola do estado da Paraíba utilizando sistema de informações geográficas*, de Francisco (2010), que objetivou classificar e mapear as terras do estado para utilização de máquinas e implementos agrícolas de preparo do solo.

Desta forma, compreendendo o potencial agrícola e como esses solos se diferenciam pelo Rio Grande do Norte, entendendo também a importância dos fatores socioeconômicos e da disponibilidade técnica no território, teremos meios que possibilitem a gestão territorial, possibilitando uma melhor ocupação e uso agrícola dessas terras, contribuindo para sua conservação, como também para a renda daqueles que praticam a atividade agrícola no âmbito do estado.

2.1.3 Gestão do Território e os usos agrícolas no contexto da relação clima-solo

A gestão do Território é importante para evitar a exploração ineficiente dos solos pelas diversas formas de usos, a degradação dos recursos naturais, a pobreza e diversos outros problemas sociais (ALVES *et al.*, 2003). A ideia de se pensar em organizar e planejar um Território não são com sentido de limitar seus usos, mas de tornar seu uso mais eficaz, mais produtivo e, ao mesmo tempo, contribuir para a conservação dos recursos naturais.

Primeiramente, para se chegar à discussão de gestão do Território, precisamos dizer o que entendemos por Território. O Território sempre foi relacionado ao Estado-nação, conceito difundido na Geografia pelo geógrafo alemão Friedrich Ratzel, que estreitou o vínculo da sociedade e o Estado ao solo (CASTRO, 2010). No seu sentido clássico podemos dizer que o “Território compreende recursos minerais, que podem ser classificados por sua qualidade ou quantidade, é suporte da infraestrutura de um país, é por sua superfície que os indivíduos de uma nação se deslocam” (SPÓSITO, 2004, P. 112).

Já Souza (2000, p.78) define o Território como sendo “fundamentalmente um espaço definido e delimitado por e a partir de relações de poder”, não descartando os elementos clássicos do Território, como o substrato material e a noção de Estado-nação, mas sim pondo em destaque as relações de poder. É a partir da relação de poder que percebemos que o Território pode ser dinâmico, pois ele pode mudar ao longo do tempo, mesmo que o substrato material permaneça inerte. É o que fala Souza (2000), quando diz que os Territórios podem ser construídos e desconstruídos em diversas escalas temporais e espaciais.

Para proceder à análise sobre o Território, consideramos os conceitos de Território usado e configuração territorial (SANTOS; SILVEIRA, 2001). O primeiro termo, como o nome já deixa explícito, refere-se à ideia de uso do Território por alguma pessoa ou grupo social, podendo ser usado de uma forma ou de outra. O Território é onde o homem realiza a ação. Para Santos pensar em Território é pensar sobre a noção de Território usado em que

O Território não é apenas o resultado da superposição de um conjunto de sistemas naturais e um conjunto de sistemas de coisas criadas pelo homem. O Território é o chão e mais a população, isto é, uma identidade, o fato e o sentimento de pertencer àquilo que nos pertence. O Território é a base do trabalho, da residência, das trocas materiais e espirituais e da vida, sobre os quais ele influi. Quando se fala em Território deve-se, pois, de logo, entender que se está falando em Território usado, utilizado por uma dada população (SANTOS, 2002, p.96).

O segundo termo – configuração territorial, se remete ao Território como a base física, estando nela materializadas ações de tempos e realidades técnicas diferentes. Santos (1988) define o termo como

Formada pela constelação de recursos naturais, lagos, rios, planícies, montanhas, florestas e também de recursos criados: estradas de ferro e de rodagem, condutos de toda ordem, barragens, açudes, cidades, o que for. É esse conjunto de todas as coisas arranjadas em sistema que forma a configuração territorial cuja realidade e extensão se confundem com o próprio Território de um país (SANTOS, 1988, p.75-76).

A configuração territorial a qual iremos analisar o uso agrícola e a sua relação com a qualidade das terras, através da espacialização das culturas do abacaxi, banana e caju, é o estado do Rio Grande do Norte. É a partir da análise do uso do território que entenderemos a espacialização agrícola, as diferenciações nas relações de trabalho e na acumulação desigual das técnicas (LOCATEL, 2018).

Só assim, compreendendo esses conceitos, poderemos retornar a pensar no planejamento e gestão do Território (entendido como a configuração territorial) em relação a determinado tipo de uso (Território usado), que neste caso voltado para o uso agrícola, levando em consideração a relação entre o solo e clima.

Pensar na gestão do território e no desenvolvimento agrícola de forma harmônica com a conservação dos recursos naturais, exige análise integrada desses recursos com as questões socioeconômicas. Os solos, a água, a vegetação, a geologia e o relevo são recursos que interagem entre si e influenciam na distribuição dos tipos de solos, sendo este o principal recurso natural para a elaboração do planejamento e gestão do território agrícola (ALVES *et al.*, 2003). Os sistemas agrícolas vão variar de acordo com as diferenciações ambientais criadas pela combinação desses recursos. Porém, as atividades agrícolas, onde são praticadas, em muitos casos, não utilizam toda a área com solos propícios para o seu desenvolvimento, o que torna possível mapear esse estoque de terra agricultável.

Assim, o levantamento e as características dos solos juntamente com os outros elementos ambientais são uma excelente ferramenta para o planejamento, contribuindo no aumento da produção agrícola, na determinação de problemas, como conflitos de uso da terra, proporcionando a gestão racional de todo o ambiente (FORMAGGIO *et al.*, 1992). O levantamento dos solos é efetuado com o exame de identificação dos solos no campo para estabelecer seus limites geográficos. Os seus limites vão de acordo com as condições do ambiente, já que o solo se forma através da relação dos seus fatores de formação: a rocha, clima, relevo, matéria orgânica e tempo.

O clima é outro elemento importante para se pensar no desenvolvimento agrícola. Se há variedade climática, há necessidade de maior conhecimento sobre suas características visando à adequação dos cultivos, temporal e espacialmente, para que ocorra uma maior produtividade das culturas plantadas (SANTOS, 1996). Os elementos climáticos, como: precipitação,

temperatura, radiação solar, ventos, exercem influência sobre todos os estágios do desenvolvimento de cultivos (SILVA *et al.*, 2014), por isso se deve conhecer a variação desses elementos para se compreender as melhores condições para realização da produção agrícola.

O sistema técnico é outro aspecto que deve ser pensado para o desenvolvimento da produção agrícola através da sua disposição no estado, sendo fundamental para a gestão do território. Os objetos técnicos estão distribuídos de forma diferenciada no território potiguar, seguindo uma lógica de efetivação pelo rearranjo de fatores econômicos, políticos e sociais (LOCATEL, 2018). As mudanças nas bases técnicas da agricultura geram, também, mudanças nas bases econômicas e sociais do setor produtivo (LIMA, 2015).

Assim, além de pensar nas características dos elementos físicos importantes para o desenvolvimento agrícola, como o solo, o clima, e levando em consideração as relações entre si e entre os outros elementos que também compõe o território potiguar, como o relevo, a vegetação e hidrografia, é necessário também sobrepor às informações dos sistemas objetos técnicos que estão distribuídos de forma desigual no Rio Grande do Norte (LOCATEL; LIMA 2016). Entre os objetos técnicos no território do Rio Grande do Norte, podemos destacar um complexo sistema de transporte, como as rodovias, portos e aeroportos para escoamento da produção, um conjunto de barragens e poços para fornecimento de água e os sistemas de distribuição de energia elétrica (LOCATEL, 2018). Destacam-se também a tecnificação inseridas no processo produtivo, como a bioengenharia, aditivos químicos, métodos de irrigação, arados, roçadeiras etc. (LIMA, 2016).

Vale salientar que, como afirmam Alves *et al.* (2003), a dificuldade em compatibilizar esses aspectos socioeconômicos com aspectos do meio físico para planejamento e gestão do território se dá pelo fato que o recorte adotado na maioria dos casos tem seus limites de contornos artificiais, ou seja, obedecendo os limites políticos/administrativos, como no caso os municípios e estados. A referida pesquisa se enquadra nesse contexto, pelo fato de ter como recorte empírico o estado potiguar.

Porém, importante ressaltar que a conciliação entre esses aspectos, no caso da agricultura, se torna menos dificultoso, pois os usos agrícolas obedecem a determinadas condições ambientais, e as diferenças socioeconômicas se tornam visíveis pelos diferentes níveis técnicos implantados no Território rural, o que possibilita melhor uma delimitação. Como exemplo de área o Vale do Açu, que tanto se evidencia pelos aspectos naturais como pela densidade técnica,

Verificamos que a combinação de um conjunto de fatores e de eventos, que conferem particularidades ao RN, possibilitou sua integração aos mercados nacional e internacional. No caso específico do Vale do Açu, a produção de frutas tropicais no baixo curso do rio Açu se apresentou como uma atividade rentável e atrativa ao capital de grandes empresas multinacionais, uma vez que a produção ocorre no período de entressafra dos demais principais produtores mundiais de frutas, bem como pela inexistência da “mosca da fruta” na região. Essa região tornou-se atrativa também em virtude das suas condições fisiográficas, como altas temperaturas; forte luminosidade; baixa umidade relativa do ar; uma topografia plana e a existência de solos de fácil manejo e excelente drenagem (LOCATEL; LIMA, 2016, p. 41).

Ressaltando a importância de pensar em um planejamento e gestão do território do Rio Grande do Norte voltada para os usos agrícolas, é importante destacar que não se tem por parte do governo um instrumento de gestão desenvolvido para a produção agrícola para todo o território do estado. O mesmo tem que ser pensado de forma planejada, pois existem mais de 83 mil estabelecimentos agropecuários (IBGE, 2017) e o setor agrícola garante a reprodução social de mais de 30% da população economicamente ativa (LOCATEL, 2018).

Na esfera nacional, para o estado, é desenvolvido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) desde 1996 (BRASIL, 2008). O Zoneamento de Risco Climático disponibiliza para os municípios informações contendo a melhor época para o plantio, levando em consideração o tipo de solo, o clima e os ciclos das culturas, visando minimizar os riscos relacionados aos fenômenos climáticos (LIMA, 2015).

Fazem parte do Zoneamento Agrícola de Risco Climático as culturas do abacaxi, banana e caju, todas as culturas destacadas na presente pesquisa. Para cada cultura citada existe uma portaria aprovando a criação do zoneamento agrícola, contendo também os tipos de solos propícios, as condições térmicas e hídricas ideais, o período do plantio e a relação de municípios aptos ao cultivo. Dados esses acessíveis no Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (Agritempo).

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático passou a ser considerado pelo Banco Central do Brasil (BCB), por determinação do Conselho Comunitário Nacional (CMN), como referência para aplicação correta do crédito agrícola e para o Programa de Garantia Agropecuária (PROAGRO) (FRANCISCO *et al.*, 2011), o que mostra a importância do zoneamento do MAPA para os agricultores do Rio Grande do Norte e todo o Brasil. Entre as fragilidades observadas pelo zoneamento proposto pelo MAPA (Quadro 02) está o não aprofundamento das características dos solos, generalizando para as culturas apenas três classes:

Quadro 02: Classificação dos solos de acordo com o Zoneamento Agrícola de Risco Climático proposto pelo MAPA.

TIPOS	1	2	3
INTERVALOS (% argila)	Solos com teor de argila maior que 10% e menor ou igual a 15%	Solos com teor de argila entre 15 e 35 % e menos de 70% areia	Solos com teor de argila maior que 35%

Fonte: MAPA, 2012.

Também, dois dos atributos utilizados pela delimitação das zonas do MAPA é o excedente hídrico e déficit hídrico levando em consideração apenas os dados climáticos das estações e não levando em consideração a disposição técnica nos territórios que possibilitem o acúmulo de água e a irrigação dos solos e dos cultivos. Desta forma, percebendo a fragilidade em relação a um plano de gestão agrícola e as fragilidades elencadas do zoneamento agrícola par algumas culturas do estado realizado pelo MAPA, vale destacar novamente a importância da presente pesquisa, possibilitando novas contribuições teórico-metodológicas para a agricultura do Rio Grande do Norte.

2.2. Procedimentos metodológicos e técnicos para obtenção de dados secundários, primários e as suas análises para a área de estudo.

A pesquisa apresentada conta com uma combinação de abordagens metodológicas de caráter quantitativas e qualitativas para a concretização dos objetivos informados anteriormente. Quanto à natureza qualitativa, buscaremos relacionar e caracterizar os fatores dos solos, do clima e do relevo presentes na área de estudo para mostrar a sua importância para determinado tipo de uso agrícola, já na de cunho quantitativo, iremos considerar pesos e ponderações para as variáveis necessárias dos elementos naturais presentes no território que possibilitam o desenvolvimento das culturas abacaxi, banana e caju. Descrevemos de forma sistemática os procedimentos metodológicos divididos em pesquisas bibliográficas e análise de dados secundários, levantamentos de dados em campo e análise e correlação de dados.

2.2.1 Pesquisas bibliográficas e coleta de dados secundários

O levantamento bibliográfico foi realizado primeiramente com a finalidade de embasar teoricamente a pesquisa. Desta forma, podemos dividir inicialmente a pesquisa bibliográfica a partir de três grupos, de acordo com as divisões do subcapítulo anterior: Teoria da Evolução e

da Diferenciação dos Sistemas Agrários, potencial agrícola dos solos e Gestão do Território e os usos agrícolas no contexto da relação clima-solo.

Para fundamentar a pesquisa sobre a Teoria da Evolução e da Diferenciação dos Sistemas Agrários, destacamos as obras: “*História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea*” de Marcel Mazoyer & Laurence Roudart (2010), “*Dinâmica e diferenciação de sistemas agrários*”, organizado por Lovois de Andrade Miguel (2009) e “*Teoria dos sistemas agrários: uma nova abordagem do desenvolvimento da agricultura*”, publicado por Benedito Silva Neto, Arlindo Jesus Prestes Lima e David Basso (1997), fundamentais para o entendimento dos conceitos, fundamentos e a teoria dos sistemas agrários. Obras como “*Sistemas Agrários e Desenvolvimento Rural*”, de Lovois de Andrade Miguel e Marcel Mazoyer (2014), “*L’agriculture comparée*”, de Hubert Cochet (2011) e “*Projetos de desenvolvimento agrícola: manual para especialistas*”, de Marc Dufumier (2010) possibilitaram compreender a operacionalização do conceito e a caracterização dos sistemas agrários.

Entre os levantamentos bibliográficos utilizados para a construção teórica do potencial agrícola dos solos, destacamos as obras “*Sistemas de Avaliação Agrícola das Terras*”, de A. Ramalho Filho e Klaas Jan Beek (1995), “*Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras: proposta metodológica*” de Lauro Charlet Pereira e Francisco Lombardi Neto (2004) e o livro “*Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso*”, publicado por Igo F. Lepsch (1991). São consideradas as obras fundamentais sobre levantamentos do potencial agrícolas.

No último grupo de obras e autores de destaques na pesquisa bibliográfica sobre “Gestão do Território e os usos agrícolas no contexto da relação solo-clima”, destacamos no trabalho as obras “*o Brasil: território e sociedade no início do século XXI*”, de Milton Santos e Maria Laura Silveira (2001), e “*Metamorfose do espaço habitado*”, também de Santos (1988), importantes para discussão sobre o território; e os trabalhos “*Uso do território e agricultura no Rio Grande do Norte: materialidades e estruturas*”, de Celso Donizete Locatel (2018) e a dissertação de mestrado intitulada “*Território, Técnica e Agricultura no Rio Grande do Norte*”, de Fernanda Laize de Lima (2015), sobre a discussão de usos agrícolas.

Na busca de dados secundário para o conhecimento e, conseqüentemente, a análise dos aspectos ambientais no território potiguar, levantamos as informações de solos disponíveis no Banco de Dados de Informações Ambientais (BDiA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala de 1:250.000. A metodologia desse mapeamento do solo utilizado pelo instituto consiste em análise de imagens e de levantamento em campo, apoiado em

mapeamentos pré-existentes, como o Boletim Técnico (n° 21), intitulado “Levantamento Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado do Rio Grande do Norte”, (BRASIL, 1971), produzido pelo Ministério da Agricultura e a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (1971). O mapeamento de solos disponível pelo IBGE é o que tem de mais detalhado sobre levantamento de solos do Rio Grande do Norte, sendo considerado pela Embrapa (1989) como um reconhecimento de baixa intensidade dos solos (Quadro 03).

Quadro 03: Tipos de levantamento de solos e suas características segundo EMBRAPA (1989)

Levantamento pedológico	Objetivos	Escala de publicação	AMM	Método de prospecção	Material cartográfico e sensores remotos básicos	Constituição das unidades de solos
Mapa mapeamento esquemático	Visão panorâmica da distribuição dos solos	≤1:1.000.00	>40 Km ²	Generalizações e amplas correlações com o meio ambiente	Mapas planialtimétricos, imagens de radar e satélite, em pequenas escalas	Associações extensas de vários componentes
Exploratório	Informação generalizada do recurso solo em grandes áreas	1:750.000 a 1:2.500.000	22,5 a 250 Km	Extrapolações, generalizações, correlações e observações de campo	Mapas planialtimétricos, imagens de radar e satélite, fotoíndices, em pequenas escalas	Associações amplas de até 5 componentes
Reconhecimento baixa intensidade	Estimativa de recursos potenciais de solos	1:250.000 a 1:750.000	2,5 a 22,5 Km	Verificação de campo e extrapolações	Mapas planialtimétricos, imagens de radar e satélite, carta imagem, em pequenas escalas	Associações de até 4 componentes, unidades simples
Reconhecimento média intensidade	Estimativa de natureza qualitativa e semiquantitativa do recurso solo	1:100.000 a 1:250.000	40 ha a 2,5 Km	Verificações de campo e correlações solo-paisagem	Mapas planialtimétricos, imagens de radar e satélite, carta imagem, em escalas ≥ 1:250.000 e fotografias aéreas em escala ≥ 1:120.000	Unidades simples, associações de até 4 componentes
Reconhecimento alta intensidade	Avaliação da natureza qualitativa e quantitativa de áreas prioritárias	1:50.000 a 1:100.000	10 a 40 ha	Verificações de campo e correlações solo-paisagem	Mapas planialtimétricos, carta imagem, em escalas ≥ 1:100.000 e fotografias aéreas em escala ≥ 1:60.000	Unidades simples, associações de até 3 componentes
Semidetalhado	Planejamento e implantação de projetos agrícolas e de engenharia civil	≥ 1:100.000 (≥ 1:50.000)	< 40 ha	Verificações de campo ao longo de topossequências selecionadas e correlações solos-superfícies geomórficas	Mapas planialtimétricos ≥ 1:50.000, restituições aerofotográficas ≥ 1:50.000, levantamentos topográficos e fotografias aéreas em escala ≥ 1:60.000	Unidades simples, associações de até 3 componentes e complexos
Detalhado	Execução de projetos, uso intensivo do solo	≥ 1:20.000	≤ 1,6 ha	Verificações de campo ao longo de topossequências, caminhamentos e quadrículas e correlações solos-superfícies geomórficas	Mapas planialtimétricos, restituições aerofotográficas, levantamentos topográficos com curvas de nível e fotografias aéreas em escala ≥ 1:20.000	Unidades simples, complexos e associações
Ultradetalhado	Estudos específicos, localizados	≥ 1:5.000	≤ 0,1 ha	Malhas rígidas	Plantas, Mapas planialtimétricos, levantamentos topográficos com curvas de nível a pequenos intervalos, em escala ≥ 1:5.000	Unidades simples

Fonte: Tipos de levantamento de solos e suas características segundo EMBRAPA, 1989.

Como o desenvolvimento do solo está atrelado ao material de origem e sua posição no relevo, os solos foram analisados também através de sua relação com a geologia e as formas de relevo presentes na área de abrangência de todas as unidades de solo. Como material sobre as unidades geológicas do Rio Grande do Norte, utilizamos também o mapeamento do IBGE (2021), disponibilizado na plataforma BDIA, na escala de 1:250.000.

Quanto às informações sobre as unidades do relevo do Rio Grande do Norte, utilizamos também o mapeamento disponibilizado pela plataforma BDIA, do IBGE, como também os dados altimétricos da superfície da SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), que fez parte do projeto de cooperação entre a NASA (National Aeronautics and Space Administration), com o objetivo de gerar mapas hipsométrico e de declividade, utilizado o software Arcgis 10.6.

A partir do mapeamento das classes de solos e dos aspectos do relevo do Rio Grande do Norte disponibilizados pelo portal do IBGE, sobreposmos as informações de uso e cobertura da terra, disponível em formato de vetor disponibilizado no portal BDiAWeb do tema vegetação (2021), também na escala de 1:250.000. Com o auxílio do software ArcGis 10.6, nas unidades de relevo que se desenvolvem as culturas do abacaxi, banana e caju, subtraímos as áreas já utilizadas pelas práticas agropecuárias, as zonas urbanas, os corpos hídricos, as unidades de proteção ambiental e os solos considerados impróprios para a agricultura. Do resultado, produzimos um mapa que mostra o uso e cobertura da terra e as áreas classificadas aptas para a produção agrícola, a qual denominamos de estoque de terra.

Utilizamos as imagens STRM com resolução de 30 metros, disponibilizado pelo Serviço Geológicos dos Estados Unidos (USGC), com o intuito de produzir mapas de hipsometria e declividade para todo o Estado. Essas informações são úteis para entender sobre a profundidade do solo e o seu potencial de erosão, por exemplo, contribuindo para identificar as áreas de limitações agrícolas.

Com a relação dessas informações para localizar as classes de solos e compreender suas características, foram gerados mapas temáticos de profundidade efetiva, pedregosidade, textura e drenagem. Essas características são fundamentais para relacionar com os usos agrícolas no território potiguar.

O clima é um fator condicionante, tanto para o desenvolvimento pedológico como para o desenvolvimento da agricultura, assim é necessário a realização de um levantamento dos dados climáticos do Estado e analisar com as características pedológicas e de relevo e os diversos usos agrícolas. Foram utilizados para compreensão das características climáticas que atuam no Estado os dados de precipitação, insolação, umidade relativa do ar e temperatura

correspondente ao período de 1981 a 2020, disponibilizado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária (EMPARN) proveniente dos pluviômetros espalhados em barragens e instituições pelo estado potiguar.

Como dados fundamentais para entender a espacialização dos usos agrícolas, serão coletadas e analisadas as informações sobre radiação solar, temperatura, umidade de ar e precipitação. Esses parâmetros contribuem para a explicação da distribuição dos cultivos no estado, como para caracterização das zonas agrícolas no Rio Grande do Norte.

Quanto as informações hidrológicas, coletamos os dados espaciais referentes aos poços espalhados pelo território potiguar, disponibilizados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e pela Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH), como também os dados espaciais dos principais rios do estado e seus açudes e barragens, disponibilizados pela Agência Nacional das Águas (ANA). Informações fundamentais na pesquisa para entender a disponibilidade e a espacialização dos recursos hídricos no território do Rio Grande do Norte, essencial para o desenvolvimento da agricultura.

Em relação a escolha das culturas agrícola centrais para o desenvolvimento desta pesquisa, selecionamos o abacaxi, banana e caju. A escolha das três culturas se dá pela importância econômica das produções para o Rio Grande do Norte e principalmente pela espacialização das mesmas, pois são culturas que estão localizadas em áreas específicas no estado, o que possibilita deduzir que suas localizações são influenciadas, de certa forma, por condições ambientais. Das três culturas, o abacaxi é cultura temporária e a banana e o caju são culturas consideradas como permanentes.

Para localizar os municípios do estado produtores dessas três culturas selecionadas, utilizamos o censo do Rio Grande do Norte, publicado pelo Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente agropecuário 2017, produzido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Anuário Estatístico do Rio Grande do Norte – 2018 (IDEMA). Foram utilizados também os censos agropecuários anteriores (1980, 1985, 1995/96 e 2006) para identificar as áreas de expansão das culturas e, conseqüentemente, sobre tipos de solos e que condições ambientais as culturas avançaram. Esses dados foram especializados em mapas por meio do método de interpolação de Kernel com o Arcgis 10.6.

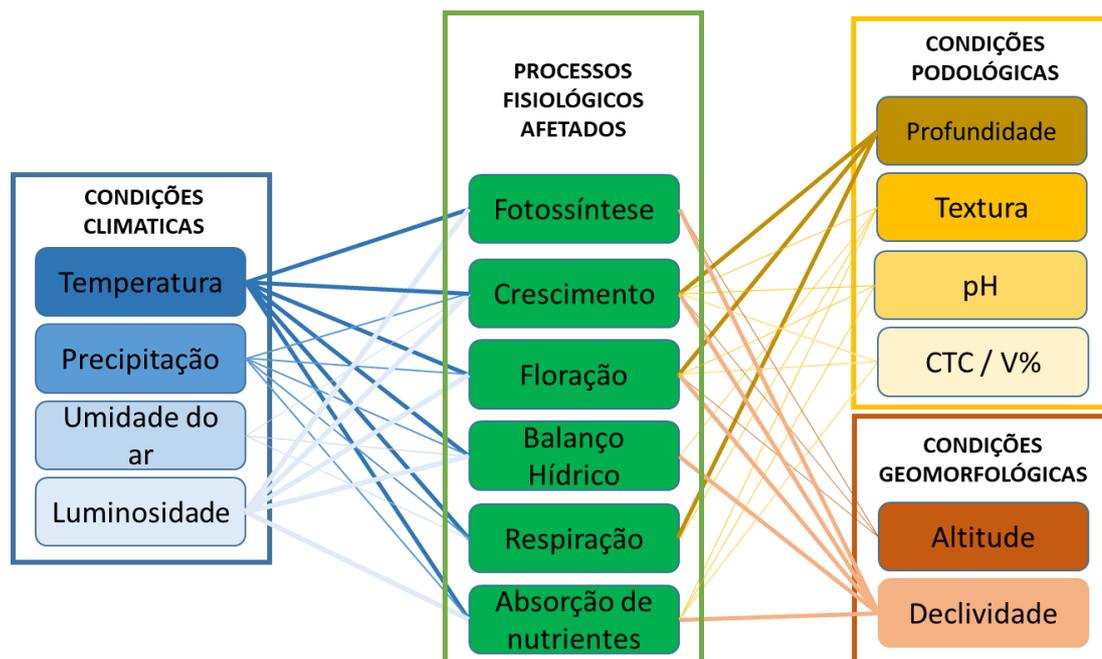
O censo agropecuário é uma fonte de dados que traz informações referentes aos aspectos quantitativos em relação aos estabelecimentos agropecuários, utilização das terras, tratores existentes, áreas de lavouras, áreas de matas etc., tanto para o Brasil, Regiões e Estados como para mesorregiões, microrregiões e municípios (IBGE, 2016).

A metodologia utilizada pelo Instituto está em consonância com as recomendações feitas pela Food and Agriculture Organization of the United Nation – FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), o que torna os dados confiáveis para fazer comparações internacionais.

Também utilizamos os dados espaciais de produção das culturas permanentes e temporárias disponibilizados pelo IBGE através do site BDIA, para facilitar a identificação das áreas de cultivos dos municípios produtores dos cultivares selecionados. Os dados utilizados foram espacializados em mapas temáticos, produzidos a partir do software Arcgis 10.5, mostrando as áreas de maior produção e as áreas com menores produções agrícolas no Estado.

Para cada cultura, existem as variáveis fundamentais para o seu desenvolvimento (Figura 02). Essas variáveis estão relacionadas às condições ambientais: do clima destacamos a temperatura, precipitação, umidade do ar e luminosidade; do solo temos a profundidade, textura e potencial hidrogeniônico (pH); do relevo, levamos em consideração a altitude e declividade. Quanto as características químicas necessárias para cada tipo de planta, separamos em macronutrientes e micronutrientes.

Figura 02: Variáveis ambientais que interferem nos processos fisiológicos das culturas.



Fonte: adaptado de Castro (1999).

As variáveis necessárias e seus valores para a vegetação de cada condição ambiental foram retiradas de referências distintas. Para a cultura do abacaxi, destacamos as obras

“*Abacaxi: o produtor pergunta, a Embrapa responde*” (EMBRAPA, 2013), “*abacaxi. Produção: aspectos técnicos*” (EMBRAPA, 2000), e “*Aptidão Agroclimática para a cultura do abacaxi MOCOCA-SP – região apta ao cultivo de abacaxi*” (BRUNINI, et al., 2007).

Para o caju, como exemplo de fonte sobre os valores das variáveis, temos: “Caju: o produtor pergunta, a Embrapa responde” (EMBRAPA, 2015), “solos cultivados com cajueiros” (EMBRAPA, 1997) e “Clima, solo, nutrição mineral e adubação para o cajueiro-anão precoce” (CRISÓSTOMO, 2013). Para a cultura da banana, utilizamos: “o cultivo da bananeira” (ANDRADE, et al., 2004), “*A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais*” (ALVES, et al., 1999) e “*a cultura da banana*” (EMBRAPA, 1998).

Cada variável tem sua importância para o processo de desenvolvimento fisiológico da planta de forma direta ou indireta, como por exemplo o caso da variável luminosidade, que influencia diretamente no crescimento da planta, mas sofre interferência na sua distribuição pela influência da variável declividade, essa atuando, assim, de forma indireta para o crescimento da vegetação.

A variável climática precipitação é importantíssima para o desenvolvimento agrícola, e especificamente, para as culturas temporárias é a que mais condicionam o rendimento, pois assumem papel de fornecedora de insumos hídricos para o período fenológico das culturas (MARIANO; SANTOS; SCOPEL, 2006). Também, essa é a variável climática que mais interfere nas atividades agrícolas, pois sua variabilidade temporal e espacial de distribuição influencia na aptidão e manejo do solo para a agricultura (GOMES; WOLLMANN, 2017).

A variável temperatura está no mesmo grau de importância da precipitação em relação a agricultura, pois influi diretamente sobre a germinação, crescimento e desenvolvimento da planta (FERNANDES, 2007), afetando também a respiração de manutenção, transpiração e também a duração das fases fenológicas do cultivo (INMET, 2009). Quanto a variável luminosidade influencia na fotossíntese e no amadurecimento dos frutos (KERBAUY, 2004), enquanto a variável umidade do ar tem influência indireta no cultivo, afetando a capacidade da evaporação do ar e na transpiração da planta (INMET, 2009).

Em relação as variáveis dos solos, as variáveis profundidade e textura estão relacionados com a capacidade de armazenamento de ar, água e nutriente e no crescimento do sistema radicular da planta (INMET, 2019; BARBOSA, 2015). A variável pH pode também influenciar na absorção de nutrientes, tendo consequência na produção dos frutos, pois os solos com pH

baixo geralmente apresentam toxicidade por alumínio e manganês, além de deficiência de Cálcio, Magnésio e fósforo, necessários para o desenvolvimento da planta (VELOSO, et al., 1992).

A Capacidade de troca de cátions (CTC) corresponde a capacidade de carga que os coloides do solo (fração de argila e matéria orgânica) pode reter. Refere-se a retenção de cátions de cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+), sódio (Na^+), alumínio (Al^{3+}) e hidrogênio (H^+) (LEPSCH, 2013). Apresenta relação de proporcionalidade com a fertilidade do solo: quanto maior a CTC, maior a fertilidade. Já a saturação por bases (V%) refere-se à proporção de cátions de básicos trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) em relação a CTC determinada a pH igual a 7 (OLIVEIRA, 2011), sendo um excelente indicativo das condições de fertilidade do solo.

Quanto as condicionantes geomorfológicas, a altitude e a declividade são variáveis que influenciam algumas variáveis climáticas e pedológicas, logo, têm a capacidade de influenciar de forma indireta a cultura agrícola. A altitude tem influência na temperatura, enquanto a declividade influencia na radiação, temperatura e na quantidade de ar e água no solo (CASTRO, 1999). Existem culturas que requer limitações específicas em relação as altitudes e declividades para a sua boa produção, como no caso do abacaxi (EMBRAPA; 2013) e o caju (EMBRAPA, 1997; 2015).

2.2.2 Levantamentos de dados em campo

Baseado nos dados geoespaciais das produções do Rio Grande do Norte e, conhecendo os municípios com maior expressão na produção das culturas do abacaxi, banana e caju, de acordo com o IBGE (2017), foram realizadas visitas a campo nos municípios com as maiores produções (Quadro 04) das lavouras selecionadas, para descrição do ambiente onde as culturas são plantadas, caracterizando o solo, clima e relevo. Também realizamos coleta de amostras de solos para análises químicas e físicas em laboratório através do uso de trado. Essas coletas levaram em consideração as diferenciações dos solos em profundidade.

Quadro 04: Municípios com maiores produções de abacaxi, banana e caju visitados para coleta de solo e caracterização ambiental.

Municípios visitados	Cultura principal
Ielmo Marinho	Abacaxi.
Touros	Abacaxi, banana.

Assu	Banana
Ipanguaçu	Banana
Apodi	Caju
Serra do Mel	Caju

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

As análises químicas do solo possibilitam determinar o pH, a capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por base o para o desenvolvimento das plantações. As análises físicas vão determinar a granulometria do perfil do solo, determinando assim a quantidade de argila, silte e areia, como também as características de porosidade, permeabilidade e infiltração, por exemplo. A caracterização do ambiente das culturas e as análises dos solos possibilitam entender a espacialização das lavouras.

Também, realizamos o levantamento do aporte técnico utilizados pelos produtores nos municípios de maior produção dessas culturas. Esse levantamento é importante para identificação sobre utilização de sistema de irrigação, de que poço, rio ou barragem é utilizado a água para a lavoura e se utilizam meio de melhoramento do solo, como adubação, calagem, etc. Essas informações contribuem para análise do uso de técnicas no desempenho das culturas do abacaxi, banana e caju nessas áreas.

2.2.3 Análise e correlação dos dados

Após a produção dos dados primários e coleta/compilação dos dados secundários, foram elaboradas tabelas, quadros, e realizada uma correlação dos dados para facilitar a análise das informações para atingir o objetivo da pesquisa. Com base nas variáveis do clima, solo e relevo, fizemos uma relação desses dados com os ambientes descritos em campo e analisados em laboratório, juntamente com distribuição hídrica possibilitada pelo uso da técnica (poços, adutoras, barragens, açudes) pelo território, descrevendo as áreas ondem ocorrem as práticas agrícolas das culturas selecionadas de forma minuciosa.

Com a utilização das unidades geomorfológicas como critério delimitador da diferenciação das terras do estado e com a seleção apenas das unidades onde se praticam as culturas do abacaxi, banana e caju com o maior valor de produção, subtraímos o mapeamento dos diversos tipos de uso e ocupação dessas áreas (áreas urbanas, agropecuárias, corpos hídricos e Unidades de Proteção Ambiental), gerando a assim, com a utilização do software Arcgis 10.6,

as áreas denominadas de Estoques de Terras. A partir desse recorte, selecionamos cinco unidades geomorfológicas, estando todas inseridas na bacia sedimentar potiguar: Chapada do Apodi, Superfície Rebaixada do Rio Assu, Planícies e Terraços Fluviais, Chapadas Potiguares e Tabuleiros Orientais do Nordeste. Serão essas áreas de estoques de terras que serão avaliadas e classificadas de acordo com suas aptidões agrícolas.

As descrições das características ambientais citadas das áreas produtoras vão possibilitar uma classificação da aptidão agrícola dessas áreas para as três culturas em destaque no território potiguar, validando ou não a aplicação do índice criado para a pesquisa. No próximo item, discutiremos os passos dessa classificação através da elaboração e utilização de um índice pensado para as áreas de estoques de terras nas unidades onde são praticadas as três culturas em análise.

Compreendendo as condições ambientais as quais se especializam as três culturas de interesses nesta pesquisa e a distribuição das técnicas que proporcionam a utilização de água no território do Rio Grande do Norte, como as variáveis já citadas das condições climáticas pedológicas e geomorfológicas e as informações de poços, barragens e adutoras, a pesquisa segue com o objetivo de identificar, mapear e classificar a aptidão de áreas onde as três culturas não são exploradas e que tenham possibilidades de uso agrícola (aquelas que não sejam áreas protegidas por lei e urbanizadas, por exemplo), destacando assim, cartograficamente, as áreas aptas, não aptas e a reserva de terra agricultável para a expansão da produção dessas culturas.

A partir desse entendimento e com os dados obtidos sobre os aspectos edáficos das culturas, criamos um índice com a finalidade de gerar um mapeamento das terras do estado aptas para o desenvolvimento agrícola das culturas do abacaxi, banana e caju, dividido em cinco classes: inapta, restrita, regular, boa e excelente. O índice se adequa às especificidades de cada cultura, pois embora se utilizem das mesmas variáveis, dependem de valores diferentes dessas variáveis. Posto isto, o que pode ser regular para uma cultura, pode ser excelente para outra.

Para que possa ser gerado e representado espacialmente as informações obtidas pelo índice, utilizamos do Sistema de Informação Geográfica (SIG), através de um software que possibilita o uso de técnicas de estatística espacial. Na estatística espacial o foco está em localizar, visualizar e até modelar a distribuição do fenômeno, possibilitando identificar seus padrões específicos associados à sua localização geográfica (SANTOS; SOUZA, 2007).

Na realização desse mapeamento, utilizamos a ferramenta de geoprocessamento Arcgis 10.6, para gerar as classes de acordo com o peso das variáveis. Para isso, no uso dessa ferramenta, utilizamos o método de álgebra de mapas e a análise estatística de multicritérios

para agrupar e, depois, classificar as áreas que apresentem potencial para os diversos usos agrícolas no estado.

Análise de multicritérios é uma alternativa para a análise de problemas que utilizam vários critérios relacionados ao objeto de estudo (FRANCISCO et al., 2007). Já álgebra de mapas pode ser definida como procedimento de análise espacial em geoprocessamento que produz novos dados a partir de manipulação de um ou mais mapas, utilizando um conjunto de operações matemáticas sobre os mapas (BARBOSA et al., 1998).

Além das áreas aptas para o desenvolvimento agrícola, também é necessário ter no mapeamento final as áreas destinadas à preservação, protegidas por leis. Desta forma, além de indicar o estoque de terra agricultável para a expansão das culturas agrícolas do abacaxi, banana e caju, também possibilita fornecer subsídios para o planejamento agrário que leve em consideração práticas agrícolas mais adequadas com base nas condições ambientais e nas características das culturas.

Destacamos aqui que as análises laboratoriais dos solos coletados em campo foram realizadas em dois diferentes laboratórios. No Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica (LGCO) da Universidade Estadual do Ceará (UECE) foram realizadas as análises granulométricas enquanto as análises químicas de pH em água, Capacidade de Troca Catiônica e Valor de base foram realizadas no laboratório de análises da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN).

2.2.3.1 Índice de Qualidade Ambiental Para Agricultura (IQAPA)

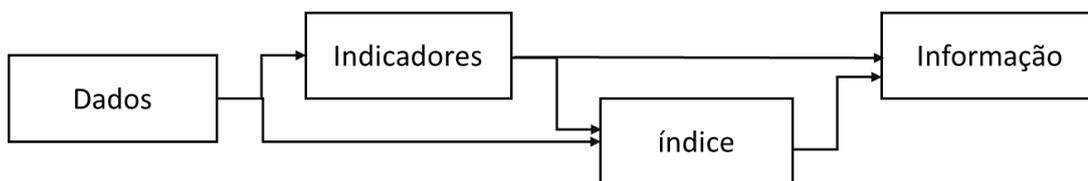
Neste item discutiremos sobre a utilização de índice para compreender a espacialização das culturas de interesse na presente pesquisa e possibilitar indicação de áreas para que as culturas se desenvolvam - Índice de Qualidade Ambiental Para Agricultura (IQAPA).

A proposta da criação do índice possibilita um melhor direcionamento para expansão da produção das culturas do abacaxi, banana e caju nas unidades ambientais que as produções já se desenvolvem, e de investimento de técnicas que possibilitem a melhor produtividade dessas terras. Vale salientar que embora trabalhamos com as três culturas anteriormente citadas, o índice serve para a utilização das demais culturas, desde que sejam consideradas as suas condições climáticas, pedológicas e geomorfológicas necessárias.

A proposição de um índice é uma forma de agregação de um conjunto de indicadores para facilitar a informação em virtude do grande número de dados (SOBRAL, et al., 2011)

(figura 03). Já o indicador é uma unidade de medição que representa um parâmetro de fácil interpretação que é usado para representar características principais do objeto de análise (CEROI, 2004, *apud* SOBRAL, *et al.*, 2011). Assim, um índice é formado a partir do agrupamento de dois ou mais indicadores (JANNUZZI, 2004), o que possibilita uma maior complexidade em razão da exploração do relacionamento de um número maior de variáveis.

Figura 03: Dados, Indicadores, Índice e Informação.



Fonte: Segnestam, 2002.

Para entendimento da construção do índice, as culturas do abacaxi, banana e caju são consideradas como os níveis de análise da pesquisa, tendo como seus indicadores as condições climáticas, pedológicas e geomorfológicas. Como cada indicador tem influência diferenciada sobre a produção de cada cultura, definimos um peso para cada indicador, de acordo com o seu grau de influência.

As condições climáticas, com base na análise da importância deste indicador para cada uma das três culturas, foram consideradas como a de maior importância, pois apresenta grande capacidade de influência sobre as culturas do abacaxi, banana e caju. Suas variáveis temperatura, precipitação, umidade do ar e luminosidade, são fundamentais no desenvolvimento das culturas, sobretudo em áreas de cultivo onde a densidade técnica é baixa. Desta forma, na ponderação dos indicadores as condições climáticas tiveram o maior peso, com o valor de 1,2.

As condições pedológicas são compostas pelas variáveis textura, profundidade, fertilidade e pH, contidas na base física para o crescimento de todas as culturas – o solo. As influências dessas variáveis sobre as culturas, na análise das ponderações dos indicadores, definiram as condições pedológicas como o segundo maior peso, com o valor igual a 1,0.

Já as variáveis declividade e altitude das condições geomorfológicas, por apresentarem maiores influências nas variáveis dos indicadores climáticos e pedológicos nos processos fisiológicos das culturas, avaliamos como o indicador de menor peso na análise, ficando com o valor de 0,8. Esses valores (1,2, 1,0 e 0,8, respectivamente para as condições climáticas,

pedológicas e geomorfológicas) foram estabelecidos tendo em vista a regra que a soma total dos pesos dos indicadores é igual ao número de indicadores para a elaboração de um índice.

Nesse contexto, as dez variáveis foram categorizadas de forma ordinal, onde seus valores numéricos estão dentro de uma classificação de qualidades hierarquizadas em 3 níveis: inapta, regular e excelente. Cada categoria é representada por valores numéricos de 0 a 2, que possibilitam o somatório para o cálculo de cada indicador. Assim, quanto maior for o valor número de uma categoria, maior será a sua influência sobre a determinada cultura. Vale lembrar que a mesma categoria da mesma variável, nesta pesquisa, pode apresentar valor diferente para culturas distintas.

Após terem sido definidos os níveis de análise, os indicadores e suas variáveis, como também a sua categorização, foi criada uma primeira equação para agregar todos os indicadores em um único cálculo. A agregação foi elaborada por meio de uma média ponderada, com os valores definidos para cada variável através de uma escala valorativa e somativa para cada condição. Assim, temos:

Equação 1:

$$MpC = \frac{Vx.p + \dots + Vn.pn}{nV.3}$$

Para cada condição, foram levantados os resultados de suas variáveis e inserido os valores nessa fórmula. Para melhor compreensão, temos V sendo o resultado obtido de cada variável para cada condição, representando numericamente a qualidade da informação levantada em campo ou por referencial bibliográfico. Os valores das variáveis são multiplicados por p que representa o valor numérico da categorização ordinal dos valores de cada variável.

Outro elemento na equação, o n refere-se as outras variáveis do indicador e seus pesos, que serão somados sequencialmente. Por fim, todas as somas das variáveis com seus pesos serão divididas pelo denominador $nV.3$, sendo o nV os números de variáveis de cada condição, multiplicado pelo maior valor das variáveis (3). O resultado representa a Média ponderada por condição (**MpC**).

Para melhor representação do que foi descrito anteriormente, temos na Quadro 05 organizada as culturas, suas condições (indicadores), suas variáveis e suas categorizações, com a equação 1 adaptada para cada indicador.

Quadro 05: Categorização das variáveis climáticas, pedológicas e geomorfológicas e a quantificação dos seus indicadores.

Culturas	Condições	Ponderação Indicadores	Variáveis	peso das variáveis (1) restritivas; (2) regulares; (3) excelentes	QUANTIFICAÇÃO DOS INDICADORES
Abacaxi	Climáticas	1,2	Temperatura (°C)	< 5° e > 40° (1); 5° a 21° e 33° a 40° (2); 22° a 32° (3)	$\frac{\sum(\text{valores das variáveis climáticas})}{\sum(\text{n}^\circ \text{ de variáveis } \times \text{ maior valor das variáveis})}$
			Umidade do Ar (%)	< 50 e > 85 (1); 81 a 85 (2); > 60 e < 80 (3)	
			Precipitação (mm)	< 500 (1); 500 a 1000 (2); 1000 a 1500 (3)	
			Luminosidade (h/ano)	< 1200 (1); 1200 a 1500 (2); 2500 a 3000 (3)	
	Pedológicas	1	Profundidade (cm)	< 30 (1); 30 a 80 (2); 80 a 100 (3)	$\frac{\sum(\text{valores das variáveis pedológicas})}{\sum(\text{n}^\circ \text{ de variáveis } \times \text{ maior valor das variáveis})}$
			Textura (%)	> 35 de argila e < 15 de areia (1); até 15 de argila e mais de 70% de areia (textura fina)(2); 15% a 35% de argila e mais de 15% de areia (textura média) (3)	
			Fertilidade - CTC (cmol dm ³) / V%	< 5/ < 50 (1); 5 - 15 / 50 - 70 (2); > 15 / > 70 (3)	
	Geomorfológicas	0,8	Ph	< 4,5 e > 5,5 (2); 4,5 a 5,5 (3)	$\frac{\sum(\text{valores das variáveis geomorfológicas})}{\sum(\text{n}^\circ \text{ de variáveis } \times \text{ maior valor das variáveis})}$
			Declividade (%)	> 5 (1); < 5 (3)	
Banana	Climáticas	1,2	Altitude (m)	> 700 (1); 400 a 700 (2); < 400 (3)	$\frac{\sum(\text{valores das variáveis climáticas})}{\sum(\text{n}^\circ \text{ de variáveis } \times \text{ maior valor das variáveis})}$
			Temperatura (°C)	< 15 e > 35 (1); 15 a 35 (2); 28 (3)	
			Umidade do Ar (%)	< 50* (1); > 50 a 80 (2); > 80 (3)	
			Precipitação (mm)	< 1000 (1); > 1000 a 1900 (2); 1900 (3)	
	Pedológicas	1	Luminosidade	< 1000 (1); 1000 a 2000 (2); > 2000 (3)	$\frac{\sum(\text{valores das variáveis pedológicas})}{\sum(\text{n}^\circ \text{ de variáveis } \times \text{ maior valor das variáveis})}$
			Profundidade (cm)	< 25 (1); 26 a 75 (2); > 75 (3)	
			Textura (%)	Arenosa fina e grossa (1); Franco-argilosa, franco-siltosa ou franca (textura média)(2); Areno argiloso (3)	
			Fertilidade - CTC (cmol dm ³) / V%	< 5/ < 50,0 (1); 5 - 15 / 50 - 70 (2); > 15 / > 70 (3)	
	Geomorfológicas	0,8	Ph	< 3,5 e > 9,0 (1); 3,5 a 4,5 e 7,0 a 9,0 (2); 4,5 a 7,0 (3)	$\frac{\sum(\text{valores das variáveis geomorfológicas})}{\sum(\text{n}^\circ \text{ de variáveis } \times \text{ maior valor das variáveis})}$
			Declividade (%)	> 30 (1); 9 a 30 (2); < 8 (3)	
Caju	Climáticas	1,2	Altitude (m)	> 1000 (1); 300 a 1000 (2); < 300 (3)	$\frac{\sum(\text{valores das variáveis climáticas})}{\sum(\text{n}^\circ \text{ de variáveis } \times \text{ maior valor das variáveis})}$
			Temperatura (°C)	< 21 e > 37 (1); 21 a 26 ou 31 a 37 (2); 26 a 30 (3)	
			Umidade do Ar (%)	< 45 ou > 90 (1); 46 a 64 ou 76 a 90 (2); 65 a 75 (3)	
			Precipitação (mm)	> 700 ou > 2501 (1); 701 a 999 ou 1501 a 2500 (2); 1000 a 1500 (3)	
	Pedológicas	1	Luminosidade	< 2000 (1); > 2000 (3)	$\frac{\sum(\text{valores das variáveis pedológicas})}{\sum(\text{n}^\circ \text{ de variáveis } \times \text{ maior valor das variáveis})}$
			Profundidade (cm)	< 100 (1); 100 a 200 (2); > 200 (3)	
			Textura (%)	Cascalhento, < 10 ou > 40 de argila (1); < 15 de argila superfície e > 15 em profundidade (2); 15 a 35 de argila (textura média) (3)	
			Fertilidade - CTC (cmol dm ³) / V%	< 5/ < 50,0 (0); 5 - 15 / 50 - 70 (1); > 15 / > 70 (2)	
	Geomorfológicas	0,8	Ph	< 4,5 ou > 6,0 (1); 4,5 a 5,0 ou 5,5 6,0 (2); 5,0 a 5,5 (3)	$\frac{\sum(\text{valores das variáveis geomorfológicas})}{\sum(\text{n}^\circ \text{ de variáveis } \times \text{ maior valor das variáveis})}$
			Declividade (%)	> 12 (1); 3 a 12 (2); 0 a 3 (3)	
			Altitude (m)	> 1000 (1); 600 a 1000 (2); < 600 (3)	

Fonte: Adaptado de Babbie (1999).

Os resultados obtidos de cada indicador devem ser agregados para a elaboração do Índice de Qualidade Ambiental Para Agricultura (IQAPA). A informação obtida de cada indicador não deve ser pensada de forma isolada, mas sim analisada dentro do processo (FERREIRA, 2006). Os índices são ferramentas mais concisas, com um maior nível de representatividade do fenômeno ou objeto analisado e são elaborados por dois ou mais indicadores (SEGNESTAM, 2002). Desta forma, o **índice** foi elaborado pela agregação dos resultados das condições: climática, pedológica e geomorfológica.

Equação 2:

$$IQAPA = \frac{MpC1 . 1,2 + MpC2 . 1,0 + MpC3 . 0,8}{3}$$

Logo, para obtermos os resultados do IQAPA para cada cultura, somamos todas as medias ponderadas por indicador (MpC), multiplicado por seu peso: condição climática = 1,2; condição pedológica = 1,0; e condição geomorfológica = 0,8. A soma dos pesos de cada indicador é igual ao denominador da equação, conforme os princípios da média aritmética ponderada.

Os resultados do IQAPA corresponderão sempre dentro do intervalo 0 a 1, onde o valor mais próximo de 0, corresponde sempre as áreas inadequadas para os cultivos, e o valor mais próximo de 1, as áreas que têm condições propícias para o melhor desenvolvimento de determinado cultivo.

Como são três culturas de destaque na produção potiguar, o índice vai ser validado nas áreas dos municípios de maior produção dessas culturas, de acordo com o censo agropecuário do IBGE (2017), também será aplicado em áreas já determinadas como impróprias para as práticas agrícolas, como por exemplo em solos discriminados de mangue e dunas. A partir dos resultados obtidos, foram realizadas análises de validação das variáveis, suas categorias, as condições e seus pesos, que possam estar destoando na qualidade do índice, possibilitando assim inclusão ou exclusão de variáveis, mudanças na categorização e/ou modificação nos pesos das condições climáticas, pedológicas e geomorfológicas.

Para sua representação cartográfica, os resultados para cada uma das culturas aqui analisadas serão representados através de cinco classes: inapta, restrita, regular, boa e excelente, para cada unidade ambiental onde se desenvolve a prática das culturas em destaque. Diferente das classes das variáveis: inapta, regular e excelente, categorizada em 0, 1 e 2, respectivamente, os resultados do índice indicarão classes intermediárias, estando entre as classes inapta e regular

e entre regular e excelente. Como a categorização das variáveis varia de 1 a 3 os intervalos de classes foram definidos de forma igualitária, a partir da fórmula de Struges:

$$C = \frac{AT}{K}$$

Onde:

C: amplitude de cada classe;

At: amplitude total – diferença entre o maior valor (X) e o menor valor do rol (x). Assim, temos $At = X - x$

K: número de classes

Assim, os intervalos de cada classe podem ser identificados no quadro 06.

Quadro 06: Categorização das variáveis e quantificação dos indicadores.

Categorização das classes	Valoração das classes	Representação coroplética
Excelente	0,801 a 1,000	
Boa	0,601 a 0,800	
Regular	0,401 a 0,600	
Restrito	0,201 a 0,400	
Inapta	0,000 a 0,200	

Fonte: adaptado de Brasil (2013).

A representação espacial das áreas classificadas em excelente, boa, regular, restrita e inapta, para todo o território do Rio Grande do Norte, obedecerá respectivamente às cores azul, verde, amarelo, laranja e vermelho, através de um mapa coroplético na escala de 1:250.000. Como se trata de um índice aplicado à análise de três culturas, cada uma com suas peculiaridades em relação as condições necessárias para sua produção, serão gerados três mapas temáticos, um para o abacaxi, outro para a banana e outro para a cultura do caju. Com a elaboração desses mapas, cada área do estado classificada cartograficamente em relação a aptidão agrícola para cada cultura, será analisada de acordo com a distribuição das técnicas pelo território, indicando melhoramento para produção ou mostrando a influência da técnica pela sua ausência.

Embora tenhamos apresentado neste trabalho metodologias que possibilitem avaliar a terra para os diversos usos agrícolas, como o “Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras” (RAMALHO FILHO & BEEK, 1997) e o Zoneamento Agrícola de Risco Climático

(MAPA, 2008), o índice proposto nesta pesquisa possibilita uma classificação mais detalhada das terras para a prática das culturas do abacaxi, banana e caju, pois foi pensado somente para o Rio Grande do Norte, através das suas condições ambientais, da distribuição da técnica no seu território e das condições ambientais necessárias para o desenvolvimento das três culturas já produzidas.

A incorporação técnica será analisada sobre o território a partir da classificação da aptidão das terras nas unidades geomorfológicas para as três culturas. Cada cultura vai ser pensada de acordo com suas necessidades técnicas para a sua produção sobre áreas de reservas de terras classificadas pelo índice IQAPA.

CAPÍTULO 3: CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DO RIO GRANDE DO NORTE E USO AGRÍCOLA DO TERRITÓRIO.

O território do Rio Grande do Norte é uma das menores unidades federativas do Brasil, com sua área total de 52.811,126 km², equivalente a 0,62% do território brasileiro, tendo seus limites junto ao estado do Ceará a oeste, com a Paraíba ao sul e com oceano Atlântico ao Leste e ao norte (IBGE, 2021). Apesar do tamanho, o Rio Grande do Norte apresenta um complexo mosaico de paisagens construído através das relações sociais e naturais ao longo do tempo.

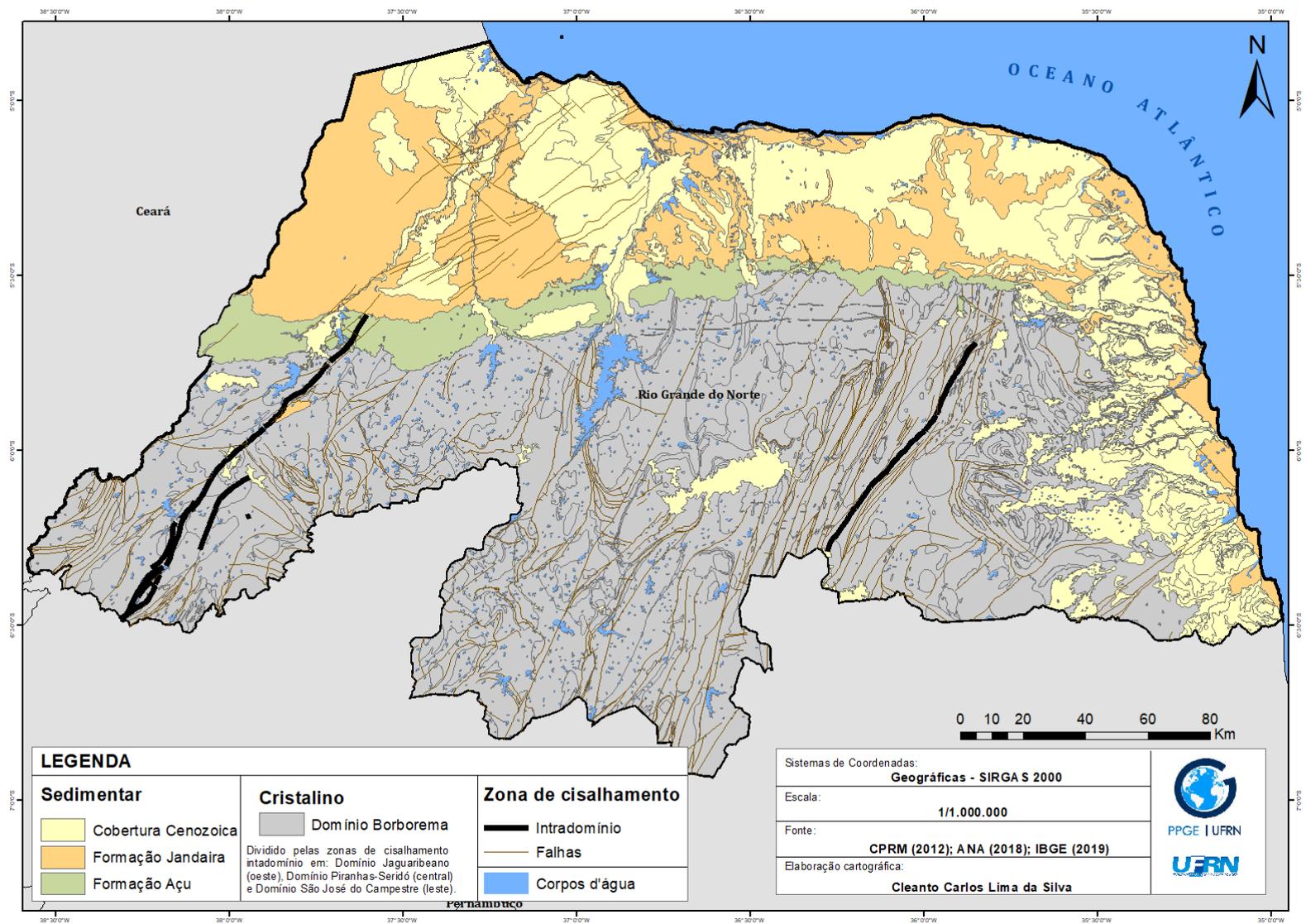
O presente capítulo propõe uma caracterização dos aspectos ambientais do território do Rio Grande do Norte, com ênfase nos aspectos pedológicos que recobrem o estado, assim como suas diferenciações geomorfológicas e climáticas, visando a partir desses temas uma análise sistêmica. Essa caracterização dos aspectos ambientais e as suas relações, possibilitam a compreensão da espacialização das práticas agrícolas das culturas no abacaxi, da banana e do caju.

Para analisar as diferenças físicas do estado do Rio Grande do Norte, devido ao tamanho desse recorte empírico e pela sua diversidade, é necessário a utilização de uma divisão dessa área para orientação do leitor e facilitar a descrição da relação desses aspectos físicos no texto. Consideramos aqui a utilização do mapeamento geomorfológico do IBGE (2021), partindo da premissa que o relevo é o resultado das influências das estruturas litológicas e das condições climáticas da área, como também tem influência nos processos pedogenéticos, na rede de drenagem, nas formações vegetais e, conseqüentemente, nas práticas sociais.

3.1 Os aspectos físicos do Território do Rio Grande do Norte.

O estado do Rio Grande do Norte tem 65% do seu território formado por rochas pré-cambrianas da Província Borborema, dividida em três domínios tectono-estruturais: Domínio Jaguaribeano (oeste), Domínio Piranhas-Seridó (central) e Domínio São José do Campestre (leste) (CPRM, 2007). Os outros 35% do território é formado por rochas sedimentares mesozoicas, responsáveis pela formação da Bacia Sedimentar Potiguar (Mapa 02).

Mapa 02: Rio Grande do Norte: Características geológicas.



O Domínio Jaguaribeano (Figura 04), formado pelo Complexo Jaguaretama do Riacciano e pelo Grupo Serra de São José, apresenta rochas metaplutônicas migmatizadas, com ortognaisses bandados e migmatitos, como também associações litológicas de anfibólitos e/ou biotita paragnaises e níveis de metaconglomerados (CPRM, 2007).

Figura 04: Rocha cristalina do Domínio Jaguaribeano, em corte de estrada na BR-226, em direção ao município Frutuoso Gomes.



Fonte: acervo próprio (2021).

Já o Domínio Rio Piranhas-Seridó é dividido pelas unidades paleoproterozoicas do Embasamento Rio Piranhas, na parte oeste do domínio, e pelas rochas supracrustais neoproterozoicas da Faixa Seridó (CPRM, 2007). O Embasamento Rio Piranhas é composto por ortognaisses e granitóides (SILVA, 2018), enquanto as rochas supracrustais da Faixa Seridó é formada por alto grau de metamorfismo: paragnaisse com intercalação de mármore, quartzitos e micaxistos (Formação Jucurutu): predomínio de quartzitos com intercalações de metaconglomerados, calcissilicáticas e paragnaisse (Formação Equador); e micaxistos feldspático ou aluminosos com intercalações de mármore, paragnaisse, metaconglomerados e quartzitos (JARDIM DE SÁ & SALIM, 1980, apud NASCIMENTO, 2002).

Já a parte leste, compreendido como o Domínio São José do Campestre, é constituída com ortognaisses granodiorítico e granítico e monzograníticos e migmatito (pertencentes aos Complexos Bom Jesus, Serra Caiada, Brejinho, Senador Elói de Souza e São José do Campestre) e por paragnaises, podendo apresentar lentes de mármore, granadas anfibólitos e gnaisses calciossilicáticos (porção SW do domínio) (DANTAS, et al., 2019).

Já na área compreendida como a Bacia Sedimentar Potiguar, composta por rochas sedimentares meso-cenozoicas, encontram-se a Formação Açú, com arenitos finos e grossos, com intercalações dos folhelhos e argilitos, depositados sobre o embasamento cristalino (CPRM, 2007). Sobreposta a Formação Açú, encontra-se a Formação Jandaíra, formada por sedimentos carbonáticos marinhos, como calcário e dolomito, e calcarenitos (OLIVEIRA, *et al.*, 2013). Sobre esta formação apresenta-se as rochas do Grupo Barreiras, composto por argila de cores variadas e leitos com areias inconsolidadas e concreções ferruginosas (CPRM, 2007), formadas entre o Mioceno e o Plioceno (ARAS, 2006).

Segundo Araripe e Feijó (1994) e Pessoa Neto et al. (2007) a Bacia Sedimentar Potiguar é formada por três grandes grupos: Areia Branca, Apodi e Agulha. O primeiro, formado pela supersequência Rifte, é representado pelos sedimentos fluviais lacustres e deltaicos e leques aluvionais depositados no Cretáceo Inferior, dando origem as formações de Pendências e Pescada. O segundo, destaca-se as formações Açú, Quebradas e Ponta do Mel, com sedimentos continentais clásticos como arenito e pelitos e com afloramentos de folhelhos e carbonatos da Formação Jandaíra. O terceiro grande grupo compreende as formações na porção onshore da bacia.

Entender sobre as diferenciações geológicas do território potiguar é importante para a compreensão das unidades geomorfológicas que recobrem o estado, já que muitas formas de relevo são respostas do controle da estrutura geológica, influenciando, por exemplo, o processo de erosão diferencial (MAIA 2019). Destacamos também a importância do conhecimento geológico para compreensão das classes de solos, já que as rochas são os materiais de origem para os processos pedogenéticos (OLIVEIRA, 2011).

As rochas disponibilizam para o solo os minerais que os constituem. São encontrados nos solos partículas de minerais primários, que são materiais praticamente inalterados do material originário, e, minerais secundários, que são materiais que resultaram de alterações no próprio solo. Segundo Lepsch (2011, p. 46), “minerais são compostos químicos naturais, formado a partir de diversos processos físico-químicos que operam na crosta terrestre”.

Assim, os minerais que compõem o solo influenciam na sua granulometria e na sua capacidade de reserva de nutrientes, pois, são esses compostos químicos que são fontes de alguns elementos também químicos, fundamentais para o desenvolvimento da agricultura (K, Na, Fe, Ca, Mg) (OLIVEIRA, 2011). Logo, compreender a geologia de uma área, possibilita entender as diferenciações pedológicas que a recobrem, dando indícios da sua composição granulométrica e dos nutrientes que a compõem.

Como aspecto tão importante quanto a geologia para diferenciação do relevo e do solo, destacamos o clima, sendo fundamental para o desenvolvimento dos processos de intemperismo químico e físico atuantes sobre a rocha, possibilitando a formação pedogenética e a esculturação do relevo. No relevo, o seu modo e mecanismo de formação são fortemente governados pelo clima (ABREU, 2006). No solo, Oliveira (2011) descreve:

De seus elementos, destacam-se, em nosso país, pela ação direta na formação e constituição dos solos, a temperatura e a precipitação pluvial. A precipitação fluvial fornece água que, por sua vez, está presente na maior parte dos fenômenos físicos, químicos e bioquímicos que se processam no solo. A temperatura, por outro lado, tem influência marcante na velocidade e intensidade com que aqueles fenômenos atuam (OLIVEIRA, 2011, p. 36)

O clima também é fator fundamental para o desenvolvimento agrícola, sendo a temperatura e a umidade os fatores do clima que mais podem afetar a produção agrícola, pois cada cultura é dependente de condições específicas para o seu melhor desenvolvimento em relação a esses dois fatores. Desta forma, entendemos ser necessário caracterizar o clima do estado do Rio Grande do Norte para mostrar suas relações com as formas de relevo, as características dos solos e entender as características climáticas de todo o estado para se pensar a espacialização das culturas do Abacaxi, Banana e Caju, trabalhadas nesta tese.

A caracterização climática do estado do Rio Grande do Norte é feita a partir dos dados de apenas 8 (oito) estações climatológicas espalhadas pelo estado: Apodi, Caicó, Ceará-Mirim, Cruzeta, Florânia, Macau, Mossoró e Natal e complementada pelos dados dos 290 postos pluviométricos em postos espalhados pelo estado e de umidade e temperatura estimados, disponibilizados pela EMPARN. Utilizamos como recorte temporal dos dados das variáveis de clima o recorte de 1981 a 2010, com base nas informações disponibilizadas através de médias calculadas em relação a dados de 30 anos das 8 estações do estado utilizadas pelo INMET com mesmo intervalo de tempo, denominada de Normais Climatológicas.

Em relação a variável climática precipitação, para entender a distribuição da mesma no território potiguar, devemos levar em consideração os mecanismos dinâmicos que produzem as chuvas e que atuam sobre o território. Segundo Molion e Bernardo (2002), os mecanismos que produzem as chuvas podem ser classificados em mecanismos de grande, média e pequena escalas.

Quanto aos mecanismos de precipitação em grande escala, destaca-se a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que tem a capacidade de influenciar todo o estado do Rio Grande do Norte. A ZCIT se desloca para o sul, e, juntamente com a convergência de umidade e da convecção local provoca chuvas no período do outono. Já em relação aos mecanismos de

média escala, destaca-se a importância das Perturbações Ondulatórias no Campo dos Alísios (POA), que influencia a parte leste do território potiguar (DINIZ; PEREIRA, 2015). As POA são agitações provenientes dos movimentos dos ventos alísios, formadas pelas convergências dos ventos de extremidades frontais, aumento de frequência de complexos convectivos associados as ZCIT (MOLION; BERNARDO, 2002).

Outro sistema de mesoescala de importância para a área são as brisas marinha e as brisas terrestres. De acordo com Diniz e Pereira (2015), as brisas marinhas são responsáveis por carregar umidade do oceano e provocar precipitações no litoral oriental até 300 km para o interior. Já as brisas terrestres, apesar de provocar chuvas no oceano, também provocam precipitações nas áreas costeiras do estado (Kousky, 1980, *apud* DINIZ; PEREIRA, 2015).

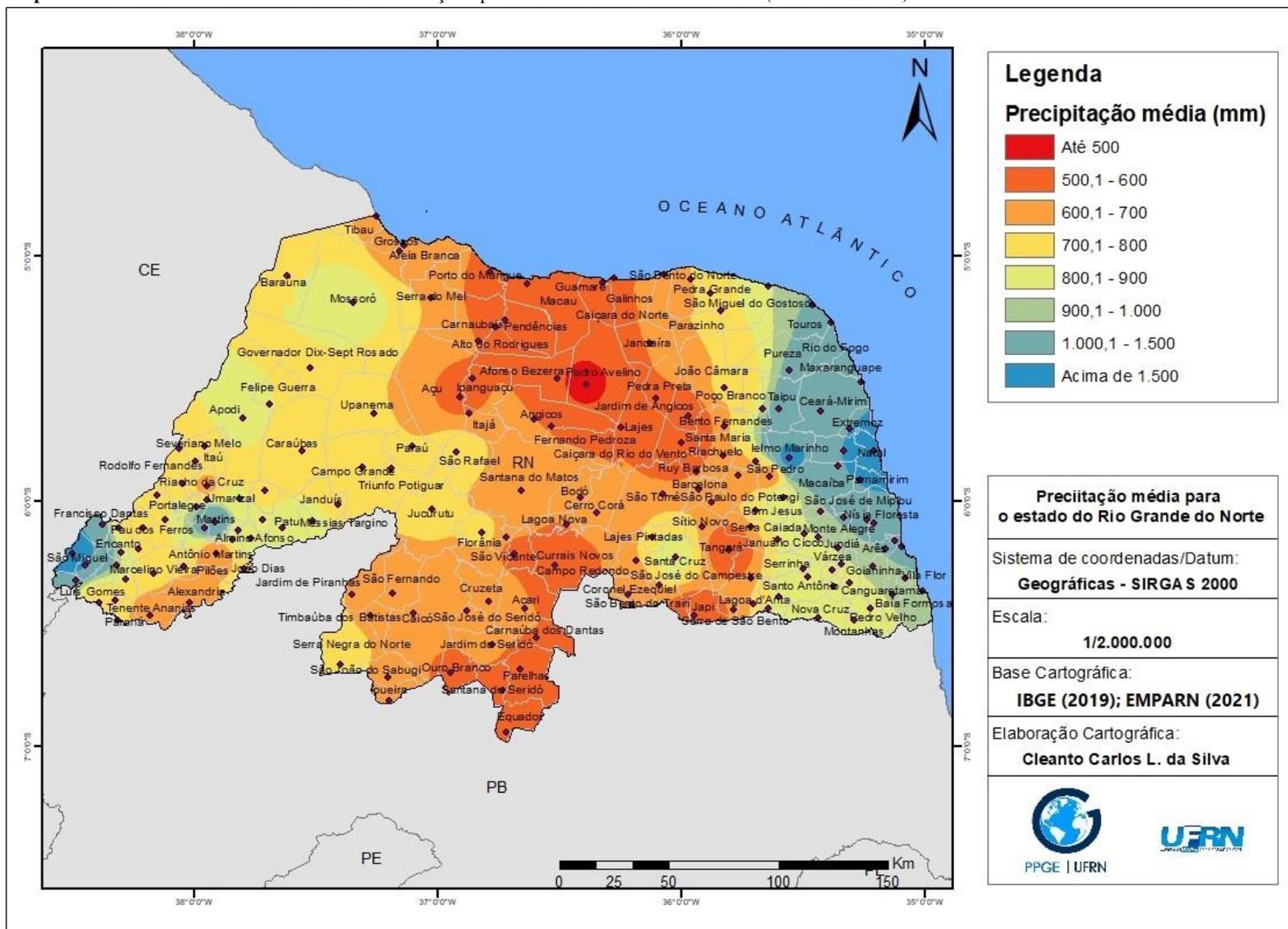
Dentro dos mecanismos de microescala que atuam no estado, Diniz e Pereira (2015) destacam as circulações orográficas, que, controladas pelo clima, relevo e altitude, tem um papel de destaque na distribuição da precipitação média anual. As áreas de relevo mais elevadas do estado como o Planalto da Borborema e a Serra de Martins, por exemplo, têm um papel fundamental na distribuição pluviométrica, com maior pluviosidade média anual nos municípios dos platôs e do barlavento desses planaltos e com menor pluviosidade nos municípios situados a sotavento dessas áreas, como mostra o trabalho de Diniz e Pereira (2015).

Compreendendo quais são os mecanismos dinâmicos que atuam na produção de chuva e as áreas que estes mecanismos influenciam no estado do Rio Grande do Norte, devemos partir para a caracterização climática das diversas regiões do estado, focando principalmente na espacialização das variáveis temperatura, precipitação, luminosidade e umidade relativa do ar, variáveis de importância já mencionadas no trabalho.

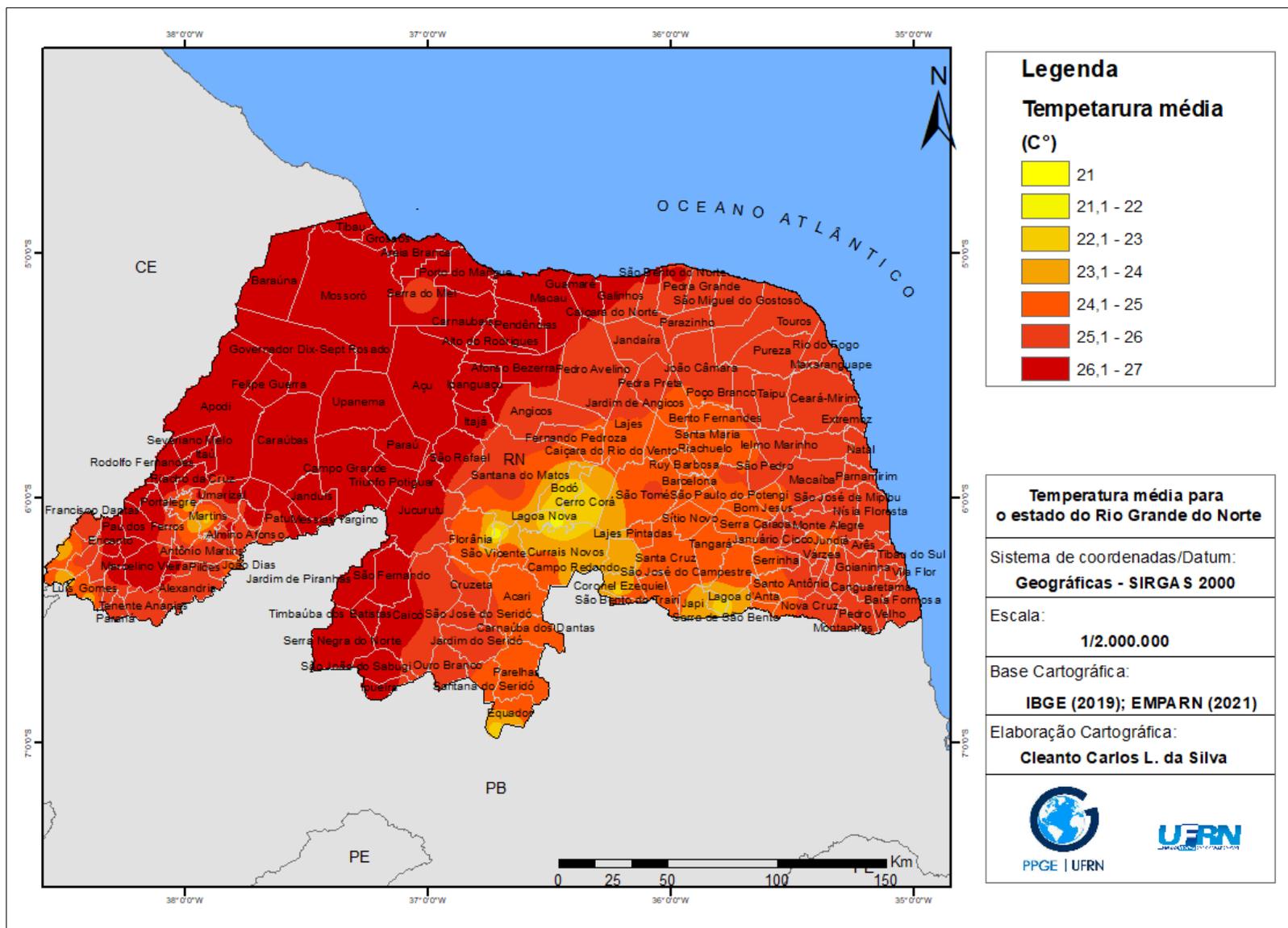
Destacamos aqui que a variável luminosidade em todo o estado do Rio Grande do Norte, de acordo com os dados das Normas disponibilizados pelo INMET, é sempre superior à média anual de 2500 horas, o que é superior ao mínimo exigido para a produção classificada como excelente para as três culturas, abacaxi, banana e caju. Este fato se dá pela posição em baixas latitudes no globo em que o território do Rio Grande do Norte se encontra, estando muito próximo em graus da linha do Equador. Assim, não discorreremos sobre as diferenciações desta variável no território potiguar.

Alguns fatores no estado vão diferenciar localmente as variáveis temperatura e umidade do ar, como a altitude, a posição em relação as vertentes das serras (barlavento e sotavento), a maritimidade e continentalidade. A partir dos mapas a seguir (Mapas 3, 4 e 5), discutiremos essas diferenciações pelo território potiguar.

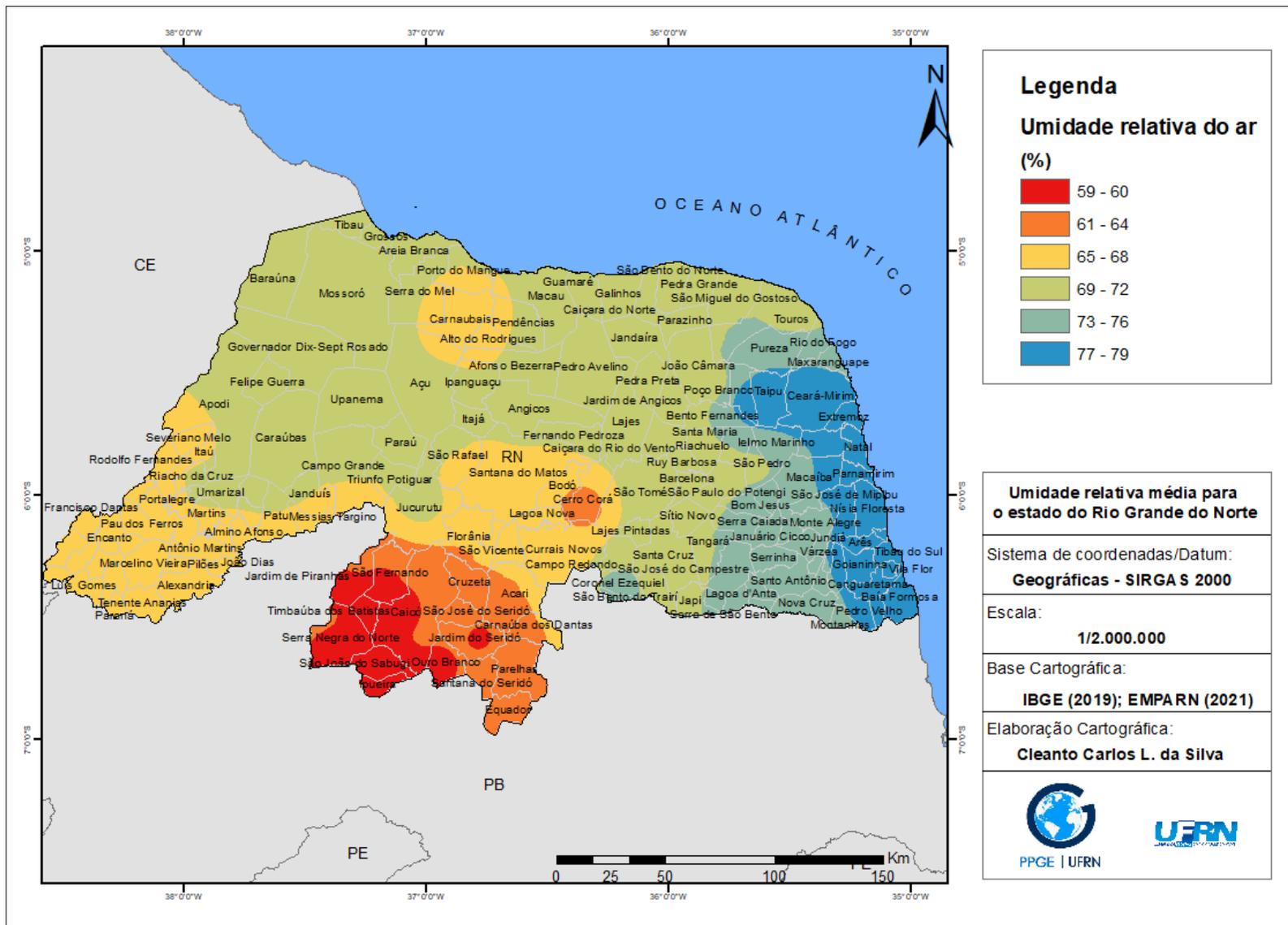
Mapa 03: Rio Grande do Norte: Distribuição pluviométrica média anual (1981 a 2010).



Mapa 04: Rio Grande do Norte: Temperatura média estimada (1981 a 2010).



Mapa 05: Rio Grande do Norte: Umidade do ar estimada (1981 a 2010).



Destaca-se nos mapas algumas diferenciações espaciais das variáveis precipitação, temperatura e umidade relativa do ar no estado do Rio Grande do Norte, que em muitos casos, através de uma análise breve, podem ser relacionadas com as diferenciações do relevo do estado, como também pela aproximação ou distanciamento de determinadas áreas em relação ao litoral.

No mapa de precipitação observa-se que as maiores pluviosidades estão presentes no litoral leste do estado e nas áreas de maiores altitudes como nas Serras do Pereiro e Martins, podendo passar da cota de 1000 milímetros anuais. Destaque para as áreas dos postos nos municípios de Natal, Ielmo Marinho e São Miguel com pluviosidade anual superior a 1500 mm, sendo a capital com maior acumulação pluviométrica, ultrapassando os 1700 mm. A pluviosidade maior na área do litoral oriental do Rio Grande do Norte se deve a influência da maritimidade, da ZCIT e das POA (DINIZ; PEREIRA, 2015). As áreas de serra que apresentam as maiores concentrações de chuvas se dão pelas elevadas altitudes e por se posicionarem a barlavento.

As menores acumulações pluviométricas foram registradas na parte central do estado, observadas em parte da região norte do estado, no Seridó e parte da Chapada da Borborema, todas com concentração pluviométrica inferior a 600 mm anual. Destaque para a menor concentração pluviométrica nas áreas adjacentes ao posto no município de Pedro Avelino, com pluviosidade média anual inferior a 500 mm. Na parte leste e na região do agreste do estado apresentam-se pluviosidades médias, com concentrados entre 700 e 900 mm.

A baixa pluviosidade nos municípios do litoral setentrional pode ser explicada pela brisa terrestre que, segundo Diniz e Ferreira (2015), é responsável por afastar as nuvens de chuvas do continente para o oceano. Já a explicação da baixa pluviosidade anual na região do Seridó e parte da Chapada da Borborema pode ser atribuída pelo posicionamento em relação a própria chapada que forma uma barreira orográfica, dificultando assim uma maior umidade a sotavento.

Vale destacar que analisando apenas as diferenciações da variável precipitação no estado para o desenvolvimento agrícola das três culturas estudadas neste trabalho, de maneira geral, a compreendemos que as regiões do Litoral Leste e nos planaltos do Pereiro e de Martins apresentam pluviosidade excelente para prática do cultivo do abacaxi e apenas sendo inapta para a área do entorno do município de Pedro Avelino. As demais áreas são consideradas como regulares.

Em relação a banana, apenas o Litoral Oriental e os planaltos do Pereiro e de Martins apresentam condições regulares para a bananicultura em relação a variável pluviométrica, pois

ultrapassam os 1000 mm, enquanto as demais áreas seriam inaptas. Já para a cultura do caju, as mesmas áreas excelentes para o desenvolvimento da cultura do abacaxi também seriam para a cajucultura, com exceção das áreas com pluviosidade anual superior a 1500mm, como as áreas próximas a Natal, Ielmo Marinho e São Miguel, enquanto as áreas com menos de 700 mm anual seriam inaptas para o seu plantio.

Destacamos mais uma vez que o sistema técnico de irrigação em áreas que apresentam baixa pluviosidade para o desenvolvimento do abacaxi e banana podem complementar a necessidade de água necessária para o excelente (termo utilizado nesta tese para a categorização das classes) desenvolvimento das culturas, como no caso das Planícies e Terraços Fluviais do Rio Piranhas-Açu, onde se pratica a bananicultura em grande escala. Já em relação ao caju, a irrigação, apesar de aumentar a produtividade, torna inviável economicamente em razão da elevação dos custos de produção em relação ao baixo valor de mercado da castanha.

Analisando o mapa com os dados de temperatura média anual, observamos que as temperaturas são bastante elevadas, apresentando quase todo o território do Rio Grande do Norte com temperaturas superiores a 25° C, com exceção as áreas de maiores altitudes, como a Chapada da Borborema, e os planaltos do Pereiro, Martins-Portalegre e João do Vale. Essas áreas mais elevadas apresentam temperaturas médias anual que podem chegar a 21°C.

Em relação a espacialização dos dados de umidade relativa do ar, observamos que as áreas de maior umidade são as áreas mais próximas ao oceano, principalmente nos municípios pertencentes ao Litoral Oriental, com umidade superior a 73% e chegando até 79%, como no município de Natal. Já as menores umidades relativas do ar se encontram no sul do estado, mais precisamente na região do Seridó, com umidade média podendo atingir menos que 60%.

Analisando essas informações de temperatura média e umidade relativa do ar espacializadas para o desenvolvimento das culturas do abacaxi, banana e caju no estado, podemos perceber que quase todo o território potiguar apresenta, em relação as variáveis temperatura e umidade, condições excelentes para a produção do abacaxi, pois apresenta temperaturas médias entre 22° e 32°, com umidade relativa do ar entre 60 e 80%. Levando em consideração só essas duas variáveis isoladas, nenhuma área do estado se apresenta como inapta para a produção do abacaxi.

Quando analisadas para a produção de banana essas duas variáveis de forma isolada, observamos que o território potiguar não tem áreas consideradas excelentes para a bananicultura e nem que se apresentem como inaptas. Logo, podemos classificar essas áreas como regulares para o desenvolvimento da cultura, pois apresentam temperatura e umidade, respectivamente,

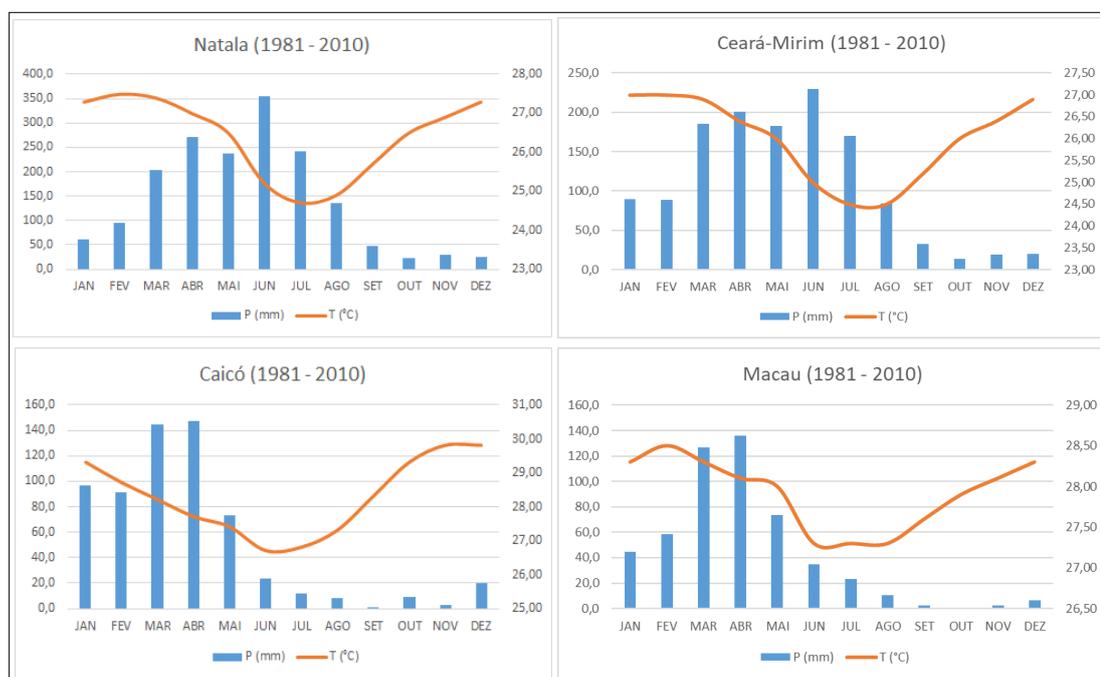
entre 15 e 35°C e entre 50 e 80%. Entretanto, a técnica implementada no território, como os sistemas técnicos de irrigação, possibilitou um bom desenvolvimento desse cultivo em algumas áreas no estado, satisfazendo as necessidades climáticas para a cultura.

Analisando essas variáveis para a produção de caju, destacamos que quase todo o território se apresenta como características de temperatura e umidade excelentes para o desenvolvimento da cultura, apresentando temperaturas médias entre 26 e 30°C e umidade relativa do ar entre 65 e 75%. O estado não apresenta áreas com temperaturas médias menores que 21°C e maiores que 37°C, e com umidade relativa do ar média menor que 45% e maior que 90%, para serem consideradas como inaptas para o desenvolvimento do cajueiro em relação a essas duas variáveis isoladas.

Relacionando as diferenciações de temperatura com a distribuição sazonal de precipitação, podemos classificar o clima do estado do Rio Grande do Norte, de acordo com a classificação climática de Koppen (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007), em duas classes: clima tropical chuvoso (Aw), que abrange os municípios que se encontram no Litoral Oriental, e o clima seco, compreendendo o restante do território (BSh).

A classificação A se remete as áreas que apresentam temperaturas médias superior a 18°C no mês mais frio, com precipitação anual maior que a evapotranspiração anual; o W se refere a característica de estação seca no inverno (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2016), como no caso dos municípios de Natal e Ceará-Mirim (Figura 05), por exemplo. A classificação B é referente as áreas que apresentam a evapotranspiração média anual maior que a precipitação média anual, com as subdivisões S em relação da presença da estação seca no verão e h por ser quente e com temperatura média anual maior que 18°C, como no caso dos municípios de Caicó e Macau.

Figura 05: Climogramas ombrotérmicos dos municípios de Natal, Ceará-Mirim, representativos do clima AW, e dos municípios de Apodi e Macau, representativos do clima BSw.



Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados das Normais Climatológicas (INMET, 2021).

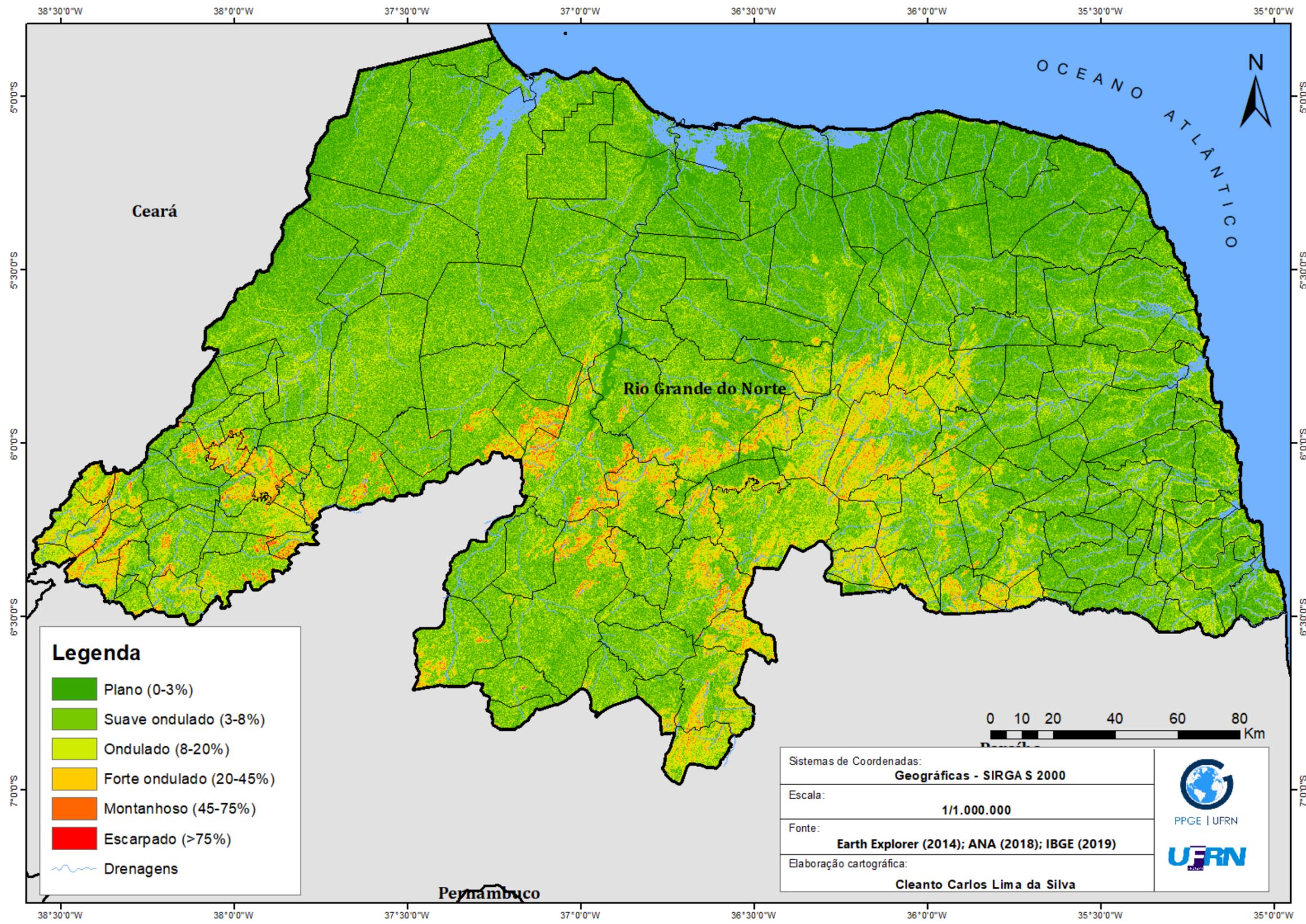
Observamos que os municípios que representam a classe climática AW apresentam temperaturas médias superiores a 24°C e um maior período chuvoso. Já os municípios que representam a classe climática BSw apresentam mais da metade do ano seco e com temperaturas médias mínimas superiores a 27°C. A importância da análise da distribuição anual da chuva se deve pelas necessidades fisiológicas das plantas: o cajueiro necessita de 1.000 a 1.500 mm para uma produção de sucesso, distribuídos entre 5 a 7 meses de chuva (SÁ; PAIVA; MARINHO, 2000); o abacaxizeiro precisa de chuvas bem distribuídas durante o ano, necessitando assim fazer uma suplementação hídrica caso a área apresente meses secos (CARVALHO, 1998); e a bananeira precisa de chuvas bem distribuídas durante o ano, com chuvas mais esparsas nos três primeiros meses do plantio, devendo evitar o plantio nos meses de maior intensidade (TRINDADE, *et al.*, 2004). São duas culturas que precisam de maior intervenção técnica para serem desenvolvidas em boa parte do território potiguar.

Logo, pensando as culturas para as duas áreas do território potiguar classificadas como AW e BSh, o cajueiro se desenvolve bem na área de clima tropical chuvoso, precisando de sistema de irrigação nas áreas de clima seco para uma boa resposta, porém inviabiliza economicamente a produção devido ao valor de mercado da castanha. Já o abacaxizeiro e a

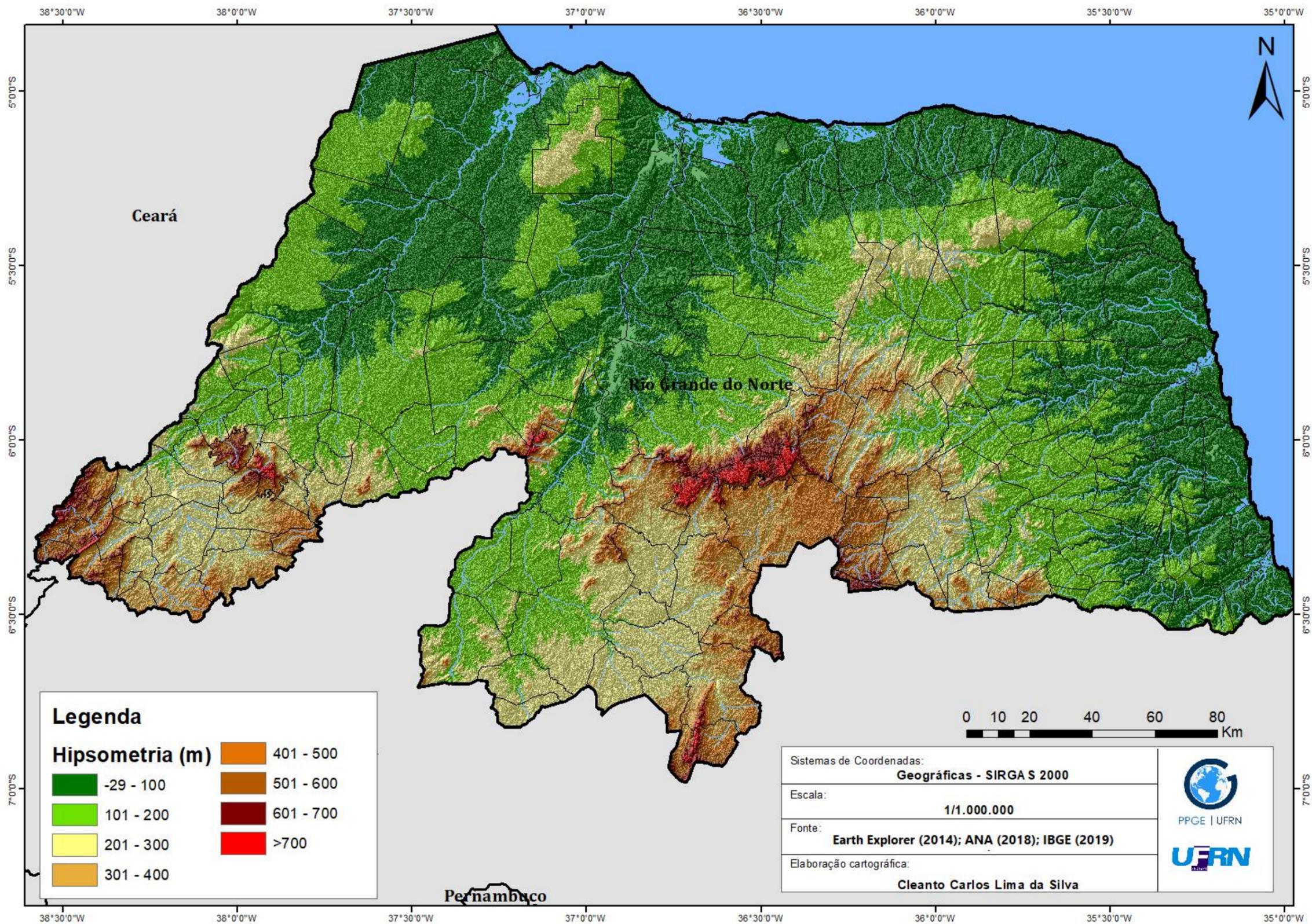
bananeira precisam, para todo o território do Rio Grande do Norte, da utilização de sistemas de irrigação para atenderem as necessidades de crescimento e produção.

A caracterização das formas de relevo que constituem o território do Rio Grande do Norte se torna fundamental neste trabalho porque consideramos as suas variáveis declividade e altitude como importantes para a estruturação do Índice de Qualidade Ambiental para Agricultura que aplicamos no estado. Na análise geral do estado do Rio Grande do Norte, a declividade do relevo destaca-se como suavemente ondulado a ondulado, com presença de classes “montanhoso” e “escarpado” nos limites das grandes serras e planaltos. Observa-se as áreas compreendidas como “planas” nas planícies do rio Piranhas-Açu e nas áreas de tabuleiros (Mapa 06 e 07).

Mapa 06: Rio Grande do Norte: Declividade



Mapa 07: Rio Grande do Norte: Hipsometria



Em relação a altitude, o mapa hipsométrico mostra altitudes até 100 metros nas faixas litorâneas leste e setentrional do estado, adentrando para o interior até o médio curso dos rios Apodi-Mossoró e Piranhas-açu; predomínio de uma altitude de até 200 metros na Depressão Sertaneja; e com elevações superiores a 300 metros no sul do estado, mais precisamente nas áreas de planaltos interiores e do Planalto da Borborema, podendo chegar em algumas áreas desses maciços e planaltos a um pouco mais de 850 metros.

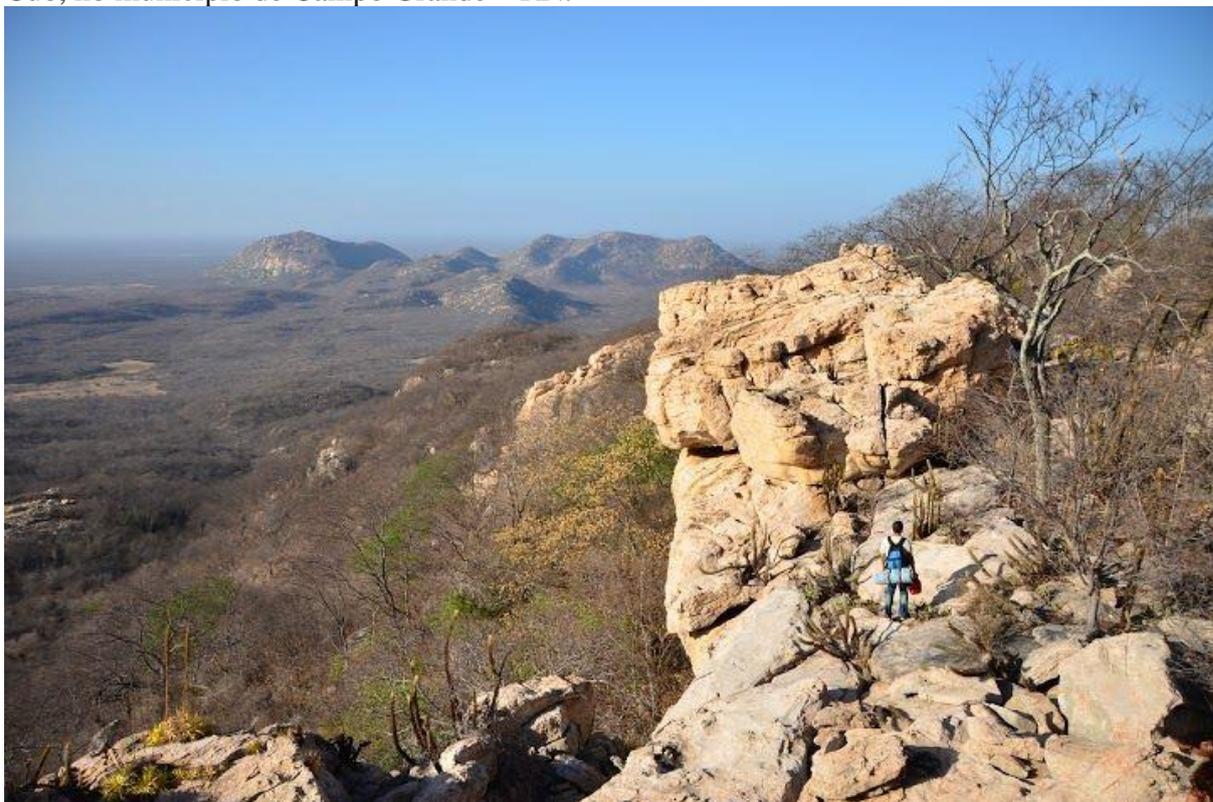
De acordo com o mapeamento geomorfológico elaborado pelo IBGE (2021) na escala de 1:250.000, o Rio Grande do Norte apresenta formações marcadas em maior parte pela dissecação, sobre uma geologia estável e sob um clima tropical, o que já evidencia que há uma predominância de formações de relevo composta pelos processos de desgastes no estado.

Dentre essas formações desnudadas destaca-se a Depressão Sertaneja, que, de acordo com o IBGE (2021), predomina em 45,95% do território potiguar, abrangendo maior parte da província da Borborema, principalmente nas áreas dos domínios geológicos Jaguaribeano e Piranhas-Seridó, sobre rochas ígneo-metamórficas da Faixa de Dobramentos do Nordeste correspondente ao Pré-Cambriano (DANTAS; FERREIRA, 2010).

A Depressão Sertaneja caracteriza-se pelas áreas aplainadas, de superfícies planas e suavemente onduladas, compostas por pedimentos resultantes de processos de dissecação do relevo com acentuada diversificação litológica, estando entre os planaltos sedimentares e cristalinos (LIMA, et al., 2000; DANTAS & FERREIRA, 2010). Para Mabessone (1984) os pedimentos são formados pelas condições climáticas do semiárido, alta temperatura e estação chuvosa concentrada, ocasionando a desagregação mecânica e o escoamento superficial difuso de forte intensidade, respectivamente, resultando na suavização do modelado de rampas (CORRÊA, et al., 2014).

Segundo Diniz *et al.* (2017), o relevo da região varia de 50 a 350 metros de altitude, apresentando algumas elevações isoladas no seu interior, principalmente nas áreas de intrusões graníticas, como montes rochosos isolados ou agrupados, resultantes de erosão diferencial denominados de *inselbergs* (FIGURA 06).

Figura 06: Vista da Depressão Sertaneja e de *inselbergs* a partir do topo da Serra do Cuó, no município de Campo Grande – RN.

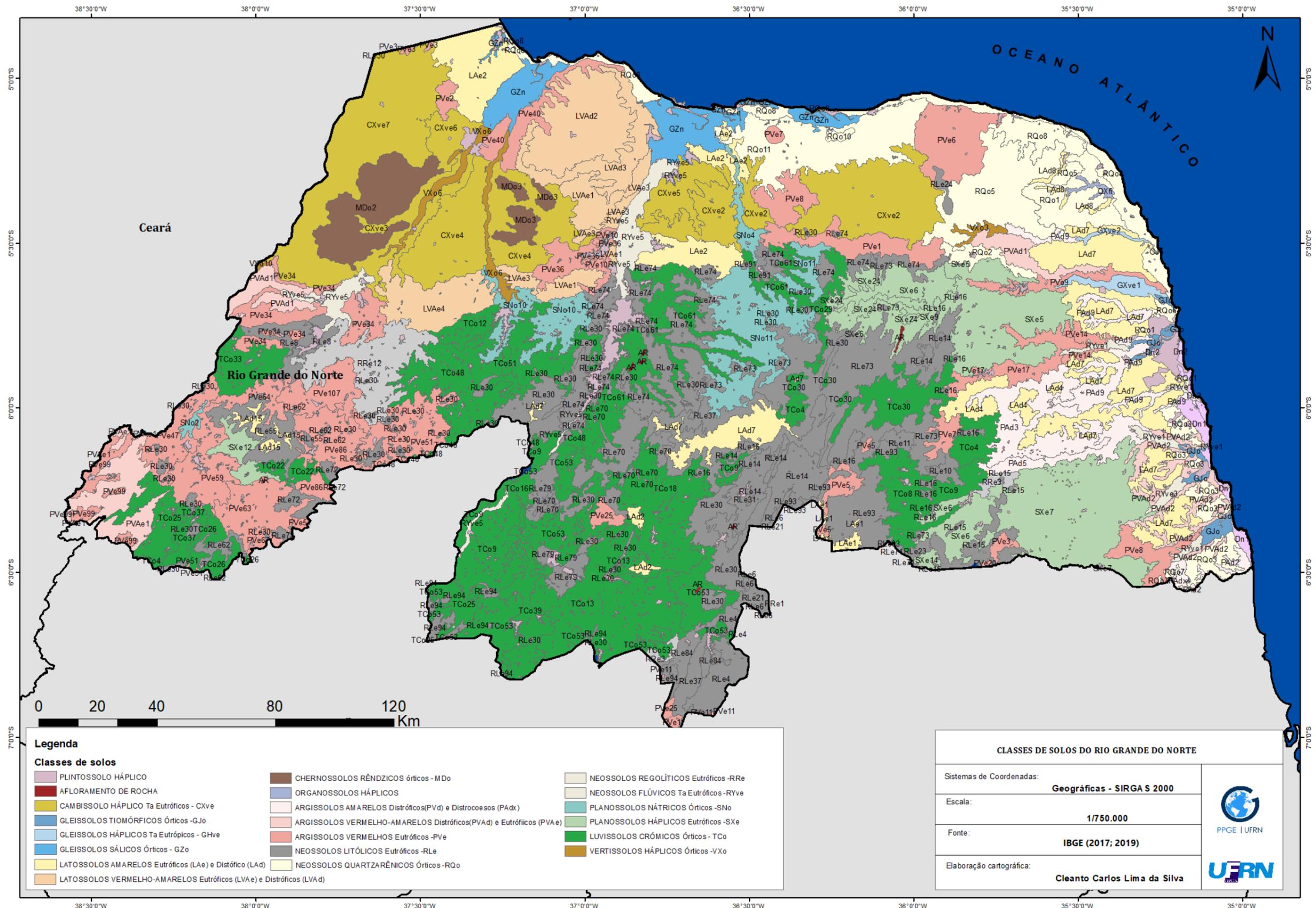


Fonte: Arquivo do autor (2021).

Diniz et al. (2017) apresentam quatro divisões da Depressão Sertaneja: Depressão Interplanáltica Oriental, Depressão Interplanáltica do Piranhas-Açu, Depressão Interplanáltica do Apodi-Mossoró e Inselbergs e campos de inselbergs. Os autores denominaram essas divisões como subunidades morfoesculturais, diferenciando o relevo da Depressão Sertaneja pelos trabalhos realizados pelas redes de drenagem das bacias que dão nome as subunidades e pelos montes isolados evidenciados pela erosão diferencial registrados na paisagem.

Em relação aos solos encontrados (Mapa 08) sobre a diversidade litológica desta unidade geomorfológica, destaca-se assim como na maior parte da Depressão Sertaneja Nordeste, solos poucos espessos, resultado do balanço denudacional que favorece a erosão sobre os agentes pedogenéticos (CORRÊA, et al., 2014). Segundo os mesmos autores, as variações de solos encontradas na unidade decorrem da própria heterogeneidade litológica subjacentes e de eventos de sedimentação em encostas e planícies aluviais de grandes rios da região, onde ocorrem solos mais desenvolvidos. Destaca-se também como fatores que contribuem para essas variações as mudanças de relevo e do regime de umidade (CÂMARA, 2016).

Mapa 08: Rio Grande do Norte: Tipos de solos



Legenda

Classes de solos

PLINTOSSOLO HÁPLICO	CHERNOSSOLOS RÊNZDICOS órticos - MDo	NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Eutróficos -RRe
AFLORAMENTO DE ROCHA	ORGANOSSOLOS HÁPLICOS	NEOSSOLOS FLÚVICOS Ta Eutróficos -RYve
CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutróficos -CXve	ARGISSOLOS AMARELOS Distróficos(PVd) e Distrocossos (PAdx)	PLANOSSOLOS NÁTRICOS Órticos -SNo
GLEISSOLOS TIOMÓRFICOS Órticos -GJo	ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos(PVA d) e Eutróficos (PVA e)	PLANOSSOLOS HÁPLICOS Eutróficos -SXe
GLEISSOLOS HÁPLICOS Ta Eutróficos -GHve	ARGISSOLOS VERMELHOS Eutróficos -PVe	LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos -TCo
GLEISSOLOS SÁLICOS Órticos -GZo	NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos -RLe	VERTISSOLOS HÁPLICOS Órticos -VXo
LATOSSOLOS AMARELOS Eutróficos (L Ae) e Distrófico (L Ad)	NEOSSOLOS QUARTZARENÍCOS Órticos -RQo	
LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos (LVA e) e Distróficos (LVA d)		

CLASSES DE SOLOS DO RIO GRANDE DO NORTE	
Sistemas de Coordenadas:	Geográficas - SIRGA S 2000
Escala:	1/750.000
Fonte:	IBGE (2017; 2019)
Elaboração cartográfica:	Cleanto Carlos Lima da Silva



Entre as classes de solos presentes na paisagem da Depressão Sertaneja, segundo Corrêa *et al.*, (2014), em área de pedimento e sobre rochas cristalinas, se destacam os Luvisolos e Planossolos. Os Luvisolos geralmente estão sobre as litologias de gnaisses ou xistosas ricas em minerais de ferro magnesianos do Pré-cambriano (ARAÚJO FILHO, et al., 2000).

Os Luvisolos são grupos de solos minerais que apresentam acentuada diferenciação de argila entre os horizontes (B textural – Bt), com argila de atividade alta e alta saturação por base (EMBRAPA, 2006) sendo exclusivamente eutróficos. Apresentam quantidades significantes de minerais primários facilmente intemperizáveis e elevadas reservas de nutrientes, o que representa elevado potencial nutricional (OLIVEIRA, 2011).

São solos poucos profundos, variando de bem a imperfeitamente drenados, podendo estar associados com pedregosidade superficial (EMBRAPA, 2006). Entre as principais limitações destes solos destaca-se a susceptibilidade à erosão nos Luvisolos com B textural de textura argilosa e horizontes superficiais com textura mais grosseira (OLIVEIRA, 2011). Segundo Oliveira (2011) na Depressão Sertaneja esses solos apresentam uma maior capacidade de erosão fato de as chuvas serem concentradas, como característica do clima semiárido nordestino. De modo geral, outros fatores limitantes para as práticas agrícolas que podem ser encontradas nestes solos são a pedregosidade superficial e a baixa profundidade efetiva. No Rio Grande do Norte estes solos correspondem a 18% da cobertura da Depressão Sertaneja (IBGE, 2021), com maior predominância sobre as rochas do domínio geológico Piranhas-Seridó.

Os Luvisolos encontrados nesta unidade geomorfológica são os Luvisolos Crômicos Órticos (IBGE, 2021). Crômicos por apresentarem a predominância na maior parte do horizonte B de cores avermelhadas (matiz¹ 5YR ou mais vermelho) ou amareladas (matiz mais amarelo que 5YR). Já a característica órtica se referem por esses solos apresentarem a espessura do seu solum igual ou menor que 80 centímetros.

Outra classe de solos comum nessas áreas de pedimentos da Depressão Sertaneja e muitas vezes aparecendo associados com os Luvisolos nos pedimentos (catena), é o Planossolos. Os Planossolos são solos desenvolvidos sobre uma diversidade de rochas do Pré-cambriano: gnaisses, granitos, migmatitos, xistos, quartzitos e granodioritos (ARAÚJO FILHO, et al., 2000). São solos minerais com horizontes B plântico subjacente a qualquer tipo de horizonte A, formados em áreas rebaixadas de relevo plano ou suavemente ondulado, favorecendo período anual de excesso de água (EMBRAPA, 2006).

¹ De acordo com Santos et al. (2005), refere-se ao espectro dominante da cor, sendo um grau de intensidade de um dos três componentes da cor, segundo a padronização mundial “o Sistema Mundial de Cores”.

Os Planossolos apresentam altos valores de saturação por base além de apresentar uma concentração de minerais primários facilmente intemperizáveis, características importantes para o desenvolvimento nutricional das plantas (CÂMARA, 2016). Porém estes solos apresentam fortes limitações para o uso agrícola, pois são classificados como imperfeitamente ou mal drenados, com permeabilidade lenta ou muito lenta devido a diferenciação de argila entre os horizontes superficiais (de textura mais leve) e o horizonte B (com maior concentração de argila) (OLIVEIRA, 2011). Essa diferenciação textural além de limitar a infiltração da água também impede o crescimento radicular da planta. Oliveira (2011) chama atenção para a transmissão de doenças de plantas que podem se propagar melhor em ambientes relativamente mal drenados.

No Rio Grande do Norte, estes solos correspondem aproximadamente a 10% dos solos que recobrem a Depressão Sertaneja, sendo 7% a subordem Planossolo Háptico Órticos, predominando no Domínio geológico São José do Campestre e 3% Planossolo Nátrico Eutróficos, com maior cobertura no Domínio Piranhas-Seridó (IBGE, 2021).

Nas áreas da Depressão Sertaneja com Inselbergs e campos de inselbergs, sobre uma estrutura cristalina e granítica ocorrem solos poucos desenvolvidos como os Neossolos e Cambissolos, podendo ter solos mais desenvolvidos como os Argissolos ou apenas apresentar afloramentos das rochas (CORRÊA et al., 2014) (Figura 07). Nesses maciços residuais, encontra-se uma amplitude de relevo de 50 a 500 m, com inclinação das vertentes entre 25° a 45° (PFALTZGRAFF, 2010), o que acaba controlando o desenvolvimento da pedogênese.

Figura 07: Vista da Serra de Patu no município de Patu – RN: inselberg em estrutura granítica com ausência de cobertura pedológica.



Fonte: Arquivo do autor (2021).

Sendo o solo mais abundante no Rio Grande do Norte e o segundo de maior abrangência na unidade geomorfológica da Depressão Sertaneja, os Neossolos são solos poucos evoluídos, sem horizonte B diagnóstico definido, apresentando apenas horizonte A seguido de C ou R com predomínios das características do material de origem. (EMBRAPA, 2006).

As subordens mais comuns na Depressão Sertaneja Potiguar são os Neossolos Litólicos, Regolíticos e os Flúvicos, todos classificados no 3º nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de solos (SiBCS) como Eutróficos, sendo as duas primeiras encontradas apenas nessa unidade geomorfológica predominando em áreas declivosas. Os Neossolos Litólicos são solos com horizonte A ou hístico sobrejacente ao horizonte C, com contato lítico dentro dos 50 centímetros de espessura. Se apresentar essas características e com contato lítico superior as 50 cm e presença de minerais primários alteráveis, considera-se Neossolo Regolítico. Na Depressão Sertaneja do estado todas as ocorrências das duas subordens apresentam-se como solos Eutróficos (IBGE, 2021) por apresentarem saturação por base alta.

Em relação as suas restrições ao desenvolvimento da agricultura, a pouca profundidade determina um reduzido aporte de volume de água e nutrientes e impossibilita o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, como também por ocorrerem em terrenos

declivosos, classificados como forte ondulado a montanhoso, podendo ser pedregoso e apresentar afloramento rochoso (OLIVEIRA, 2011).

Já os Neossolos Flúvicos ocorrem nas áreas mais rebaixadas e planas da Depressão Sertaneja formados por sedimentos aluviais depositados nos vales dos rios. Os Neossolos Flúvicos presentes na Depressão Sertaneja são considerados Eutróficos. Esta denominação é dada por apresentarem uma quantidade de argila com alta atividade, alta saturação por bases e possuir elevado potencial nutricional para as plantas (OLIVEIRA, 2011).

Os Argissolos aparecem na Depressão Sertaneja geralmente associados a terrenos acidentados, como os maciços cristalinos e serras altas (LIMA, 2014). Na Depressão Sertaneja do estado potiguar as subordens que mais se destacam são os Argissolos Amarelos Distróficos, abrangendo áreas sobre as rochas do Domínio São José do Campestre, e os Argissolos Vermelhos Eutróficos, localizados sobre as rochas principalmente do Domínio Jaguaribeano.

Como características os Argissolos apresentam horizonte B textural e evolução avançada com atuação incompleta de processos de Ferralitização². O que diferencia as suas subordens é apenas a questão da cor apresentada no horizonte B (EMBRAPA, 2006). Em geral esses solos apresentam susceptibilidades a erosão devido a diferença abrupta de textura. O Argissolo Amarelo Distrófico pode apresentar problemas de toxicidade de alumínio para as plantas (OLIVEIRA, 2011).

Os Cambissolos, característicos também dos maciços residuais da Depressão Sertaneja do Nordeste Brasileiro, se apresenta na Depressão Sertaneja do Rio Grande do Norte de acordo com a escala de mapeamento do IBGE (2021) apenas restrito, em pequena ocorrência, no município de Pedro Avelino, mais precisamente sobre a Serra Preta formada por rochas do Basalto Macau. Detalharemos mais esse tipo de solo quando adentrarmos nas áreas de planaltos sedimentares do estado.

Já às áreas mais elevadas do estado do Rio grande do Norte compreendem as áreas das unidades do Planalto da Borborema e os Planaltos interiores do Pereiro, Martins-Portalegre e João do Vale. No trabalho de Diniz *et al.* (2017) a unidade geomorfológica Planalto da Borborema está compartimentada em Depressão Intraplanáltica do Acauã, Depressão Intraplanáltica do Trairi, Compartimento Florânia, Compartimento Potengi-Trairi, Compartimento Seridó, Compartimento Monte das Gameleiras e Compartimento Serra de

² Processo comum em regiões tropicais e subtropicais úmidas, onde ocorre as reações de hidrólise e oxidação nos solos devido a abundância de chuvas. O ambiente favorece a formação e a acumulação de oxido de ferro (goethita e hematita) e de alumínio (gibbsita) (OLIVEIRA, 2011).

Santana (pertencentes ao Planalto da Borborema). Já os Planaltos interiores do Pereiro, Martins-Portalegre e João do Vale pertencem a unidade Maciços e Planaltos Interiores.

O Planalto da Borborema é uma área bastante dissecada compreendendo uma diversidade de padrões de relevo como morros e serras, cristas, superfícies planálticas, platôs, escarpas serranas e colinas dissecadas (DANTAS; FERREIRA, 2010) (Figura 08). Essas diferenciações morfológicas marcadas por formas residuais e de dissecação estão relacionadas pela diversidade litológica do Planalto da Borborema e pelas diferenças climáticas existentes entre a parte oriental do planalto e a sua parte norte-ocidental (CORRÊA et al., 2010).

Figura 08: Vista da Planalto da Borborema a partir da própria chapada no município de Lajes – RN.



Fonte: Arquivo do autor (2021).

Em relação ao controle morfológico geológico, Corrêa et al. (2010) afirmam que essas diversas formas encontradas no Planalto estão condicionadas pela dinâmica morfotectônica regional ao longo do Cenozóico. Os autores destacam que o soerguimento do Planalto da Borborema, ao longo do Cenozóico, atuou sobre as estruturas pré-cambrianas realçando os controles estruturais herdados e sobrepondo o modelado às diversas litologias, com rochas de diferentes graus de metamorfismo regional, maciços arqueanos e proterozóicos gnáissico/migmatíticos e corpos intrusivos brasileiros de diversas dimensões e áreas aflorantes.

Sobre a diversidade geológica do Planalto, Lima (2008) destaca que esse conjunto de feições morfológicas é sustentada por rochas gnáissicas, granitos e metassedimentos do Pré-cambriano e arenitos laterizados. Essas formações possibilitam, através da atuação climática e das resistências dos minerais que as constituem, as diferenciações morfológicas.

As rochas graníticas formadas por intrusões formam relevos residuais isolados que se destacam sobre a superfície geral do planalto (CORRÊA et al., 2010); as rochas metassedimentares com textura xistosa e bandamentos gnáissicos, devido a esforços sofridos durante um metamorfismo regional, reflete em modelados de cristas, pontões e inselbergs (CORRÊA et al., 2010). Já os arenitos refletem em modelado de mesas e mesetas (LIMA, 2008).

As diferenciações geomorfológicas ocasionadas pelas diferenciações climáticas tornam-se mais diferenciáveis nas vertentes leste e oeste, barlavento e sotavento da Borborema, respectivamente. No barlavento apresenta uma vertente um pouco mais úmida, com influência dos ventos alísios na precipitação, sendo drenada pelos rios Potengi, Salgado e Japi (DANTAS; FERREIRA, 2010). Em sotavento a vertente não sofre influência da precipitação trazida pelos ventos alísios, sendo drenada pelo rio Piranhas-Açu para a Depressão Sertaneja. Nesta área apresenta uma maior exposição de afloramento de rochas e solos menos espessos (DANTAS; FERREIRA, 2010).

Em relação aos solos que recobrem o Planalto da Borborema Corrêa et al. (2008) destaca que o acúmulo de leques coluviais no sopé das encostas do planalto tendem a originalizar Argissolos ou Cambissolos. Nas áreas de relevo mais acidentado, geralmente associado a afloramento de rochas, sobressaem-se os Neossolos Litólicos (NUNES, 2006). Já no mapeamento realizado e disponível pelo IBGE (2021) podemos observar, de acordo com a escala, além dos Argissolos e Neossolos Litólicos, Luvisolos, Planossolos e Latossolos. Sendo este último ainda não caracterizado no então capítulo.

Nas áreas de relevo de planalto como a Serra de Santana, Martins-Portalegre e João do Vale, sobre uma cobertura sedimentar da Formação Serra do Martins, se desenvolve os Latossolos. Os Latossolos são solos bastante intemperizados, evoluídos, constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico, com ausência de minerais primários e classificados de bem a fortemente drenados (EMBRAPA, 2006). No geral, quanto ao uso agrícola, geralmente os latossolos têm boa permeabilidade e boa aeração, que ocorrendo em relevo plano, como nesse caso, apresenta-se propício a mecanização.

Destacam-se na região os Latossolos Amarelos, dividido em Eutrófico e Distrófico. Nas áreas planas da Serra de Santana e dos Planaltos de João do Vale e Martins-Portalegre apresentam-se os Latossolos Amarelos Distróficos, e, na Serra de Cuité, os Eutróficos. Os Latossolos Amarelos são classificados assim quando apresentam na carta de Munsell³ na matiz 7,5YR ou mais amarelo nos primeiros 100 centímetros do horizonte B (EMBRAPA, 2006). A cor amarelada no solo é característica de solos com teor de óxidos hidratados (goethita) (EMBRAPA, 2009). Já os termos Eutrófico e Distrófico referem-se à saturação por bases do solo, um dos indicadores usados na aplicação do índice dessa pesquisa.

Os demais solos, já caracterizados na descrição da unidade Depressão Sertaneja, se encontram na Borborema hierarquizados como Argissolos Vermelho Eutrófico, Neossolos Litólico Eutrófico e Neossolos Regolítico Eutróficos, Luvisolos Crômicos Órticos e os Planossolos Nítrico e Háptico Eutróficos (IBGE, 2021).

O Planalto do Pereiro (Figura 09), denominado por alguns autores como Maciço do Pereiro, destaca-se na paisagem do Rio Grande do Norte por ser um batólito granodiorítico-granítico com um conjunto de cristas e vales incisos, com altitudes médias de 700 a 800 metros (GURGEL, 2012). Esta área é composta por três unidades litoestratigráficas: ortognaísse plutônico do Complexo Pau dos Ferros, metassedimentos e metavulcânicas alcalinas do Grupo São José e granitóides plutônicos cálcio-alcalinos de alto potássio do Complexo Granítico Neoproterozóico.

³ É uma ferramenta utilizada nas pesquisas ambientais para identificação da cor de um solo.

Figura 09: Porção leste do Maciço do Pereiro, RN, com a presença de cristas e domo.



Fonte: Brito, 2019.

Entre os solos presentes no Maciço do Pereiro se destacam, de acordo com o IBGE (2021), os Argissolos Vermelhos Eutróficos e os Argissolos Vermelho-Amarelo Eutróficos. Porém, Martins e Claudino-Sales (2019) destacam que no Maciço do Pereiro são encontrados os Argissolos nas partes mais altas e planas e nas colinas suaves do planalto devido ao favorecimento da infiltração da água e da atuação do intemperismo, enquanto nas encostas mais declivosas há o predomínio dos Neossolos Litólicos.

Nas áreas de rampa de colúvio formado pelos colapsos das estruturas de materiais remobilizados das vertentes, provenientes das alteritas do granito, possibilitam a formação de solos com caráter câmbico com o enriquecimento de minerais primários e minerais intemperizados, caracterizados pelas estruturas em blocos subangulosos (GURGEL, 2012). Os minerais primários no solo oriundos do calcário, como a feldspato e a mica, podem enriquecer o solo com o potássio (MELO, et al, 2003), elemento químico importantíssimo para o desenvolvimento de plantas.

Na Bacia Sedimentar Potiguar encontram-se feições de relevo mais suave, geralmente de plano a suavemente ondulado, contendo solos mais profundos com classes bem diferenciadas dos solos do cristalino. Na divisão geomorfológica regional denominada pelo IBGE de Chapadas Litoral Norte, sobre a formação Jandaíra, destacam-se as subunidades denominadas por Diniz *et al.* (2017) da Chapada do Apodi, Tabuleiros Interiores e Tabuleiros Costeiros Setentrionais.

A Chapada do Apodi apresenta um relevo de cuesta, plano, levemente inclinado para o norte com altitudes variando de 20 a 120 metros (ROCHA et al., 2009), tendo sua continuidade prolongada até o estado do Ceará. Sobre uma superfície cárstica derivada do calcário da Formação Jandaíra destacam-se três feições morfológicas nessa área: o vale do Rio Apodi-Mossoró, as encostas da chapada, que possibilita uma rede de drenagem superficial, e parte mais elevada da chapada com menor declividade e ausência de rede de drenagem (MIRANDA, 2011).

Com o predomínio de rochas carbonáticas da Formação Jandaíra na Chapada do Apodi há o predomínio de solos de alta fertilidade natural como os Cambissolos e os Latossolos Eutróficos ((ROCHA et al., 2009; DANTAS; FERREIRA, 2010). De acordo com o mapeamento do IBGE (2021) destacam-se em maior abrangência os Cambissolos Háplicos Eutróficos e depois os Latossolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Chernossolos Rêndzicos Órticos e os Argissolos Vermelhos Eutróficos.

Os Cambissolos são uma classe de solo constituída com material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, exceto horizonte hístico com mais de 40 cm de espessura ou horizonte A chernozêmico (EMBRAPA, 2006). O termo Háplico é utilizado quando o solo não apresenta horizonte A húmico ou caráter Flúvico. Na área em questão os Cambissolos apresentam-se de rasos a profundos com presença de horizonte cálcico (COSTA, 2018). Por serem Eutróficos, apresentando alta saturação por bases e argila de atividade alta, esses Cambissolos são ideais para a prática agrícola, porém, com restrições para algumas culturas em áreas de Cambissolos relativamente rasos.

Os Chernossolos presentes na Chapada do Apodi, derivados também das rochas carbonáticas, não apresentam o seu desenvolvimento muito avançado com sua coloração clara influenciada pelo acúmulo de CaCO_3 (COSTA, 2018). Como características desse grupo de solos citamos a alta saturação por bases e alta atividade da argila, além do horizonte A chernozêmico (OLIVEIRA, 2011). O horizonte diagnóstico superficial do solo A Chernozêmico se refere a cor escura e relativamente espesso do horizonte, apresentando estrutura bem desenvolvida (EMBRAPA, 2006).

Em relação a subordem Rêndzicos dos Chernossolos da chapada se refere a característica apresentada de conter horizonte cálcico ou caráter carbonático ou contato lítico se o horizonte A chernozêmico apresentar 150g/kg de solo ou mais de carbonato de cálcio (EMBRAPA, 2006). São classificados nos grandes grupos como Órticos (COSTA, 2018; IBGE,

2021), pois, não apresentam contato lítico dentro dos 50 centímetros da superfície do solo, característico da classe Lítico dos grandes grupos desse solo (EMBRAPA, 2006).

A respeito do seu potencial agrícola os Chernossolos são considerados como um dos solos brasileiros de maior potencial, pois, são ricos quimicamente com a presença de minerais primários facilmente intemperizáveis, e, de matéria orgânica devido o horizonte A Chernozêmico, deixando-o bem aerado e estruturado (OLIVEIRA, 2011). Na região esses solos são muito utilizados para a prática agrícola da cultura do melão, assim como os Cambissolos.

As demais classes de solos da chapada, Latossolos e Argissolos, já caracterizados anteriormente, são os solos mais desenvolvidos e espessos da área. Nas áreas mais elevadas e planas encontram-se os Latossolos Vermelho-Amarelos Eutrófico ou Distrófico, como no domo da Serra do Mel, enquanto nas vertentes oeste e norte do domo em direção a planície do Rio Apodi-Mossoró apresentam-se os Argissolos Vermelhos Eutróficos (IBGE, 2021). Na região as duas classes de solos são provenientes de materiais de origem das Formações Açú e Barreiras.

Nas áreas de planície dos vales do Apodi-Mossoró e do Piranhas-Açu, que cortam e delimitam a chapada a leste, respectivamente, destacam-se os solos Gleissolos Sálcos Sódicos, Neossolos Flúvicos Ta Eutróficos e Vertissolos Háplcos Órticos, além do Cambissolo Háplco. Solos esses influenciados na área pelo aporte de sedimentos fluviais e/ou marinhos. De acordo com o mapeamento do IBGE (2021) nas áreas de estuários desses dois rios e, adentrando um pouco para o interior, destacam-se os Gleissolos Sálcos Sódicos: solos formados por material mineral apresentando horizonte glei nos primeiros 150 centímetros, abaixo de horizontes A ou E (EMBRAPA, 2006). Segundo Oliveira (2011), a grande maioria desses solos encontram-se em planícies aluviais que apresentam excesso de água durante grande parte do ano, o que favorece uma coloração acinzentada como no caso da área descrita.

Quanto as classificações dos Gleissolos em relação ao 2º e 3º nível categórico como Sálcos e Sódicos, respectivamente, dizem respeito a quantidade elevada de sais, o que já permite o entendimento que exista sérias limitações desses solos para uso agrícola. A presença do caráter Sálco que os caracterizam no 2º nível categórico refere-se a presença de sais em quantidade tóxica para a maioria das plantas, já o caráter Sódico, caracterizando o 3º nível é usado para distinguir horizontes ou camadas que apresentem saturação por sódio (EMBRAPA, 2006).

Os Neossolos Flúvicos são solos minerais oriundos de sedimentos colúvio-aluviais do período Quaternário. Esses solos se desenvolvem em áreas planas que podem estar sujeitas a

frequentes inundações (LEPSCH, 2011). Também nessas áreas esses solos estão especializados, segundo o IBGE (2021), em maior presença na planície de inundação do rio Piranhas-Açu começando nas aproximações da barragem Armando Ribeiro Gonçalves e indo até as aproximações do baixo curso do mesmo rio (Figura 10).

Figura 10: Presença Neossolo Flúvico nas margens do Rio Piranhas-Açu, no município de Açu/RN.



Fonte: Arquivo do autor (2021).

Estes solos, como representado na imagem, são solos que podem ser profundos e formado por camadas de sedimentos. Estão classificados no 3º nível categórico como Ta Eutrófico por apresentar argila com atividade alta e saturação por base também alta na maior parte dos 120 centímetros iniciais (EMBRAPA, 2021). Logo, estes solos apresentam um potencial nutricional elevado. Ainda nessa área de planícies em destaque, esses solos são bastantes utilizados pelo agronegócio da fruticultura, com destaque para a bananicultura (ARAUJO, *et al.*, 2017).

Outro solo encontrado na planície de inundação do rio Apodi-Mossoró é o Vertissolo Háplico Órtico. Os Vertissolos se encontram em áreas de baixadas planas ou na parte inferior de encostas e desenvolvem-se a partir de sedimentos finos com argilas que possuem capacidade de expansão e contração (LEPSCH, 2011). No SIBCS (2006) os Vertissolos são caracterizados como solos constituídos por material mineral com horizonte vértico entre 25 e 100 centímetros

de profundidade. Segundo a EMBRAPA (2021) horizonte Vértico se refere a um horizonte subsuperficial que apresenta feições pedológicas típicas chamadas de superfícies de fricção, devido à expansão e contração de argilas.

Apresenta-se também outras características para a classificação dos Vertissolos: teor de argila nos 20 centímetros superficiais de no mínimo 300g/kg de solo, apresentar fendas verticais no período seco com pelo menos 1 centímetro de largura, ausência de material com contato lítico dentro dos 30 centímetros iniciais e ausência de qualquer tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte vértico (EMBRAPA, 2021). Em relação ao potencial agrícola os Vertissolos apresentam consistência extremamente dura a muito dura quando seco e firme e muito firme quando o solo está úmido, o que dificulta o preparo do solo para o plantio (OLIVEIRA, 2011).

Na parte da Bacia Sedimentar Potiguar, denominada pelo IBGE (2021) de Chapadas Potiguares, destacam-se as feições de tabuleiros as quais Diniz et al. (2017) chamam de Tabuleiros Interiores e Tabuleiros Costeiros Setentrionais. Essas áreas apresentam topografias planas de baixa altitude, influenciadas pelas litologias sedimentares (GUERRA; GUERRA, 2010). Na área em destaque a declividade dessa feição é inferior a 8°, com cota altimétrica entre 0 a 100 metros (DINIZ, et al., 2017). Essas litologias sedimentares compostas por sedimentos variegados do grupo Barreiras proveniente do Paleógeno-Neógeno encontram-se aflorando ao longo da faixa litorânea do estado muitas vezes na forma de falésias. (MEDEIROS, et al., 2010) (Figura 11).

Figura 11: Sedimentos do Grupo Barreiras aflorando na forma falésia na porção litorânea do estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: Arquivo do autor (2021).

Em algumas áreas desses Tabuleiros Costeiros Setentrionais há a presença de coberturas sedimentares arenosas marinhas, formando grande depósitos dunares sobre as superfícies dos tabuleiros. Segundo Dantas e Ferreira (2010) esse fato está associado a menor pluviosidade e maior ação dos ventos nessas regiões. Pela influência dos sedimentos marinhos, a maior parte da cobertura pedológica sobre essas áreas de tabuleiros são os Neossolos Quartzarênicos Órtico, seguido pelos Cambissolos Háplicos Ta Eutróficos, Argissolos Vermelhos Eutrófico e Latossolos Amarelos Eutróficos (IBGE, 2021).

É também sobre os Neossolos Quartzarênicos, encontrados nessas áreas de tabuleiro, que costumam ser cultivados cajueiros. Os Neossolos Quartzarênicos (Figura 12) têm como características textura arenosa ou areia franca em todos os horizontes, não ter contato lítico até 50 centímetros de profundidade e serem essencialmente quartzosos (EMBRAPA, 2006). São classificados no terceiro nível categórico como Órtico por não apresentarem a característica de Hidromórficos, que se refere a presença de lençol freático elevado (EMBRAPA, 2006).

Figura 12: Áreas de Neossolos Quartzarênicos sobre o Tabuleiro Costeiro.



Fonte: Arquivo do autor (2017).

Esses Neossolos apresentam baixa capacidade de armazenamento de água e nutrientes para as plantas (LEPSCH, 2011) devido a sua porosidade e serem excessivamente drenados. O cajueiro se desenvolve nestes solos por não precisar de muitos nutrientes como outras árvores frutíferas (LATIS; CHIBILITI, 1988, apud EMBRAPA, 2009). Porém, nesse tipo de solo, os cajueiros apresentam baixa produtividade, não sendo explorado economicamente.

Associados com os Neossolos Quartzarênicos, nessas áreas de tabuleiros no Nordeste, estão os Latossolos e Argissolos. Os Argissolos são classificados nesta área em destaque como Argissolos Vermelhos Eutróficos devido a sua coloração avermelhada na maior parte dos primeiros 100 centímetros iniciais e apresentarem alta saturação por bases. Já os Latossolos da área são classificados como Latossolos Amarelos Distróficos por apresentar matiz amarelada e saturação por base baixa nos 100 primeiros centímetros. A maior parte das áreas de ocorrência destes solos está voltada para a parte leste da unidade geomorfológica Chapadas Potiguares, sendo cortadas por drenagens com mesmo sentido.

Já na parte mais interiorana dessa unidade, correspondente ao que Diniz et al. (2017) chamam de Tabuleiros Interiores, encontra-se o Cambissolos Háplicos Ta Eutróficos com mesma característica dos Cambissolos encontrados na Chapada do Apodi. Os Cambissolos que ocorrem nas áreas planas e suave onduladas nas Chapadas do Litoral Norte estão relacionadas com os calcários da Formação Jandaíra (COSTA, et al., 2015). Esses solos apresentam grande potencial para agricultura irrigada na região.

Na parte leste do estado do Rio Grande do Norte, mais precisamente na bacia sedimentar da margem continental passiva denominada Pernambuco/Paraíba, embasados por sedimentos do Neógeno do Grupo Barreiras, encontra-se a unidade geomorfológica denominada pelo IBGE (2021) de Tabuleiros Orientais do Nordeste. Assim como os tabuleiros costeiros setentrionais do estado os tabuleiros encontrados no Litoral Leste do estado apresentam topografia com inclinação suave, plana, podendo se elevar até a cota de 100 metros em direção ao interior. Se diferenciam dos Tabuleiros Setentrionais por ter sua porção voltada para o litoral leste influenciada pelos climas úmido e semiúmido, da Zona da Mata para o Agreste (DANTAS; FERREIRA, 2010).

Essa área de tabuleiros orientais do estado, pela questão da topografia plana e por estar na zona mais úmida do estado, apresentam-se bastante ocupada pela população tendo excelentes terrenos para expansão urbana da Região Metropolitana de Natal (DANTAS; FERREIRA, 2010). Esses fatores topográficos e de umidade originaram solos bem desenvolvidos, espessos e de baixa fertilidade como os Latossolos Amarelos Distróficos, os Argissolos Amarelos Distróficos e os Argissolos Vermelhos-Amarelos Distróficos. Nesses solos, nas citadas áreas, se praticam a pecuária extensiva (Figura 13) e a monocultura da cana-de-açúcar (DANTAS; FERREIRA, 2010). Na parte mais a oeste desses tabuleiros também podem ser encontrados os Neossolos Quartzarênicos Órticos cobrindo o modelado do relevo.

Figura 13: Coleta de Latossolo Amarelo Distrófico em área de pastagem para prática da pecuária extensiva em zona de Tabuleiro, no município de São Gonçalo do Amarante, RN.



Fonte: Arquivo do autor (2017).

Pelos tipos de solos encontrados nos tabuleiros compreende-se seus processos de formação, como a latossolização, evidenciando que durante muito tempo, através da exposição do clima quente e úmido, houve uma intensa transformação de minerais que resultou na remoção de íons básicos e sílica e a concentração de óxido de ferro e alumínio (LEPSCH, 2011). A cor amarelada dos Latossolos e Argissolos dos tabuleiros são indícios de oxidação de ferro hidratado, apontando ocorrência do mineral goethita ($\text{FeO}(\text{OH})$), como já explicado anteriormente.

Em relação a capacidade agrícola desses solos de tabuleiro, destaca-se a pobreza de nutrientes, o que atribuem a sua classificação a discriminação de Distróficos, e, ocorrência de coesão em alguns solos causando limitações relacionadas as suas estruturas em horizontes subsuperficiais adensados, tornando-os coesos e, conseqüentemente, restringindo o crescimento radicular da planta. Segundo Oliveira (2011) o caráter coeso é comum em Latossolos e Argissolos ocorrendo em material de textura média, argilosa ou muito argilosa, encontrando-se geralmente em profundidade de 30 a 70 centímetros da superfície.

Fazendo os limites do estado potiguar com o Oceano Atlântico temos as unidades geomorfológicas denominadas pelo IBGE (2021) de Litoral Setentrional Nordestino e Litoral Oriental Nordestino, onde compreendem as planícies costeiras e as planícies fluviais do estado.

Muehe (2009, p. 287) define Planícies Costeiras como áreas “relativamente planas, baixas, localizadas junto ao mar, e cuja formação resultou de sedimentos marinhos e fluviais”.

A planície costeira da parte norte do estado potiguar, segundo Muehe (2012), apresenta-se com feição estreita devido à presença dos tabuleiros costeiros do Grupo Barreiras com frequência de campos de dunas. Segundo o mesmo autor, a planície costeira do leste do estado apresenta-se um pouco mais espessa com campos de dunas ativas formando faixas de 1 a 2 km de espessura e com presença de tabuleiros expressivos na forma de falésias.

Vale destacar que há uma diferenciação das duas planícies litorâneas do estado do ponto de vista climático: uma, ao norte, influenciada pelo clima semiárido, com pluviosidade entre 500 e 700 mm, outra, a leste, influenciada por um clima mais úmido, com pluviosidade entre 1400 a 1600 mm (MUEHE, 2012). Influenciada por essa umidade a planície litorânea no leste do estado apresenta uma maior concentração de dunas fixas por vegetação de restinga (FERREIRA, 2019) (Figura 14).

Figura 14: Área de dunas com vegetação de restinga e lagoas interdunares na faixa leste da planície litorânea do estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: Arquivo do autor (2018)

Além da presença das dunas⁴ nas planícies litorâneas do estado destacam-se também os Neossolos Quartzarênicos Órticos. As primeiras possuem extensão, de acordo com o

⁴ Diferente dos Neossolos Quartzarênicos as dunas não são classificadas como solos e sim como monte de sedimentos formado pela ação do vento através da remobilização de areias praias.

mapeamento do IBGE (2021), que vão do município de Baía Formosa (extremo sul do estado) até a capital Natal. Já no segundo, sua extensão predomina de Natal até o restante do litoral setentrional. É nesse último que também se encontram pequenas machas de Latossolos Amarelos Distróficos e Argissolos Vermelhos-amarelos Distróficos.

Nas planícies fluviais que estão inseridas dentro da unidade geomorfológica definida pelo IBGE (2021) de Litoral Setentrional e Litoral Norte, destacamos a presença das classes de Gleissolos, subdivididos entre Gleissolos Tiomórficos Órticos e Gleissolos Háplicos Ta Eutróficos, predominando esses nas planícies fluviais do Litoral Oriental, e os Gleissolos Sálco Solódico, encontrados nas planícies fluviais do Litoral Setentrional.

Diferentemente dos Gleissolos Háplicos e Gleissolos Sálcos, já descritos anteriormente, os Gleissolos Tiomórficos se referem aos solos que apresentam lençóis freáticos sempre elevados com horizonte sulfúricos, além de elevados teores de saís e sódio. Assim os Gleissolos Tiomórficos são solos com grande restrição agrícola, além de não serem também restritos para outros usos, como cemitérios e aterros sanitários (OLIVEIRA, 2011).

Apenas em uma área do estado, na planície fluvial do Rio Punaú, “esquina” entre os dois litorais do estado, há ocorrência da classe Organossolos. Esta classe de solo se caracteriza por se constituir por material orgânico apresentando horizonte hístico e satisfazendo os seguintes critérios: 60 centímetros ou mais de espessura se 75% ou mais do volume do solo consiste em restos de tecido vegetal; solos que estão saturados com água no máximo 30 dias consecutivos por ano, com horizonte O hístico; ou solos saturados por água durante maior parte do ano, com horizonte H hístico (EMBRAPA, 2006).

De acordo com o IBGE (2021) os Organossolos da área estão classificados até o terceiro nível categórico como Organossolos Háplicos Fíbricos. Háplico por não apresentarem horizonte sulfúrico e/ou materiais sulfídricos e não estarem saturados por água durante 30 dias consecutivos por ano. São considerados Fíbricos por apresentarem material orgânico fíbrico dentro dos primeiros 100 centímetros da superfície do solo, na maior parte dos horizontes ou camadas (EMBRAPA, 2006). De acordo com Oliveira (2011) há sérias limitações físicas em relação ao seu uso agrícola nos solos Fíbricos devido ao estágio pouco avançado de alteração da sua matéria orgânica.

Das classes de solos existentes no SiBCS (2006), apenas os Espodossolos e os Plintossolos, pela escala utilizada como referência, não estão presentes no mapa de solos do Rio Grande do Norte. No geral, já podemos estabelecer, de acordo com o que foi apresentado neste subcapítulo, algumas áreas que são classificadas como inadequadas para as práticas das três culturas estudadas: áreas de solos muito pouco espessos, solos pedregosos, vertentes com declividade classificada como montanhoso ou escarpado, áreas de afloramento, áreas de dunas, áreas com Gleissolos Tiomórficos e Gleissolos Sálícos e, claro, áreas de corpos d'águas, urbanizadas ou que estejam protegidas por lei.

4. TERRITÓRIO, TÉCNICA E CONFIGURAÇÃO AGRÍCOLA NO RIO GRANDE DO NORTE.

Depois da configuração territorial com bases nos elementos físicos no capítulo anterior, discorreremos aqui sobre o uso do território, analisando o território do estado potiguar a partir do uso agrícola, como também pelos sistemas técnicos e as políticas sobre o território, fundamentais para a compreensão do desenvolvimento dos sistemas agrícolas e a lógica da manutenção dos agentes hegemônicos.

O território é entendido aqui como resultado de um processo histórico e de relações entre sua base material e ações sociais, deixando registros e criando espaços através de normas e formas (LIMA, 2016). As normas possibilitam a circulação de mercadoria, por meio da incorporação de infraestruturas, como estradas, portos, aeroportos, que acabam influenciando nas formas, como também as formas acabam influenciando em novas normas, gerando assim a organização do território.

A atual organização do território brasileiro tem sua origem após a Segunda Guerra Mundial, sendo marcada pela estreita relação estabelecida entre a ciência, a técnica e a informação (LIMA, 2016), o que Santos (1996) denomina como Período Técnico-Científico-Informacional. Segundo Santos (1996), a técnica e o território assumem uma relação recíproca de constituição, sendo a técnica em si parte do processo constitutivo e distintivo do território. Sobre a importância da técnica, Santos (1998) sustenta que

o território é sólido por sua constituição técnica, os territórios se distinguem por sua constituição técnica, que é a sua solidez, que são qualidade duráveis porque são o capital fixo, fixado, o qual depende do trabalho. E também pelo social que depende do técnico. Não estou dizendo que o técnico é que comanda a história, não é isso, mas a realização histórica é subordinada às possibilidades oferecidas pela técnica (SANTOS, 1998, p. 28).

Este sistema técnico atual está relacionado com a ciência, em razão da sua concepção metódica para assegurar a sua eficácia e está relacionado com a informação, pois são gerados com o objetivo de desempenhar função específica, sendo propriamente informações (LIMA, 2016). No território, os sistemas técnicos estão justapostos, contendo objetos técnicos de tempos distintos, criados em diferentes contextos sociais e com outras finalidades, mas, no contexto atual, dão o caráter estrutural e de configuração do território (SANTOS, 2008).

No momento atual, o sistema técnico permite a adoção cada vez maior de técnica, estando em contínuo aperfeiçoamento, possibilitando, cada vez mais, uma maior fluidez de

dinheiro, mercadorias e informações (LIMA, 2016). Os sistemas técnicos recentes, de acordo com Santos (1996), se tornaram mundiais, de caráter universal, sendo comandado pelas informações para atuar em todos os lugares, porém a sua distribuição geográfica seja irregular e o seu uso social seja hierárquico, assim como todos os sistemas técnicos anteriores.

Essa inserção cada vez maior de técnica, como também de ciência e informação, tornam os territórios mais atrativos e cada vez mais dependente da economia global (LIMA, 2016). Como essa inserção não ocorre de forma homogênea no território nacional, criam-se, assim, territórios fragmentados, gerando áreas com densidade técnica que concentram recursos e infraestruturas e áreas com baixa densidade técnica, mas que se complementam e se combinam de forma contraditória, redefinindo assim a divisão territorial do trabalho.

No Brasil, apenas uma parte do seu território apresenta essa grande densidade de sistemas técnicos, compreendendo os estados das regiões sul e sudeste do país, formando uma área denominada por Santos e Silveira (2001) de Região Concentrada. Porém, outras regiões do país apresentam território especializados, frutos de grandes investimentos em infraestruturas e de investimentos de uma agricultura moderna e científica. No Nordeste, destacam-se as áreas de perímetros irrigados, como o Perímetro Irrigado de Juazeiro (BA) e Petrolina (PE), o Perímetro Irrigado do Tabuleiro de Russas no Vale do Jaguaribe (CE) e o Perímetro Irrigado do Baixo-Açu, no Vale do Açu (RN), este último inserido no nosso recorte empírico.

Esses territórios do Nordeste onde estão inseridas as modernas técnicas, são espaços que apresentam maiores intensidades dos vetores globais, que produzem seguindo uma lógica global para um mercado externo, sendo, por tanto, um uso do território enquanto recurso, resultado de fluxos externos, tendo uma organização espacial ditada de fora (SANTOS, 2012). Para atrair mais capitais, esses territórios apresentam vantagens locacionais e de infraestruturas, estando cada vez abertos a circulação de produtos e capitais.

O território está atrelado a ideia de poder, englobando as relações de poder do Estado, através da criação das normas, e de grandes empresas, pelo fator econômico, que não leva em consideração as fronteiras políticas (ANDRADE, 2004). O território é marcado por diferentes formas de uso, que utilizam os sistemas técnicos para fins distintos, estando associados a interesses do Estado, das firmas, instituições e sujeitos (SILVA, 2019). Todavia, prevalece o uso hegemônico do território, por agentes que apresentam maior poder dentro do território, tendo uma maior influência nos sistemas técnicos e maiores alianças com o Estado. Santos (1998) afirma que os usos do território são conflitantes, demonstrando que até entre firmas e

instituições financeiras que pertencentes aos mesmos grupos, não utilizam dos mesmos sistemas de engenharia, pois cada empresa usa o território segundo a sua força.

Por outro lado, no território usado também existem as contrarracionalidades que utilizam o território a partir do que é próprio de cada lugar, representando formas de resistência ao que é imposto pelo Estado e pelos agentes hegemônicos, lutando pelo direito do uso do território (SILVA, 2019). Como exemplos, o autor utiliza o Movimento dos Trabalhadores Sem Terra (MST) e o Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB). É o que Santos (2001) denomina de espaço banal, pois o território usado é espaço de todos os homens, não importando as suas diferenças.

Em relação ao papel do Estado na construção do território temos o Estado como fomentador e facilitador da internacionalização da agricultura, promovendo formas de legitimação do poder de grupos hegemônicos sobre os demais grupos (ANDRADE, 2018). O Estado desempenha a função importante de provimento de bens e infraestruturas para a reprodução e acumulação do capital, com ações que desempenham sobre todas as escalas da vida humana, como na produção e no consumo, em diferentes frações do espaço, e sendo também resultado de interesses entre classes (ANDRADE, 2018).

Em relação as formas de atuação do Estado, vale ressaltar sobre o poder exercido de forças extranacionais que acabam influenciando na formulação de políticas públicas e, conseqüentemente, tendo rebatimento direto na configuração do território. O Estado passa a ser o intermediário entre o modo de produção internacional e a sociedade nacional, sendo o intermediador dos interesses externos e as forças internas do território (SANTOS, 2008).

Em relação ao uso do território pela agricultura no Rio Grande do Norte, temos o Estado como o fomentador de políticas, no âmbito nacional e estadual, e instalando os sistemas de engenharia no território com o discurso de desenvolvimento econômico. Essas ações ocorreram tanto no estado Potiguar, como em toda região Nordeste, possibilitando a inserção das ideias da Revolução Verde e, conseqüentemente, da ampliação dos conflitos e desigualdades territoriais existentes, abrindo caminhos para uma agricultura mundializada e para empresas estrangeiras se instalarem no território estadual e usufruírem dos recursos naturais disponíveis.

Dessa maneira, discutiremos a seguir sobre as políticas públicas voltadas para a agricultura que possibilitaram a configuração territorial atual do Rio Grande do Norte, possibilitando assim o incremento de sistemas técnicos e, por conseqüência, o desenvolvimento de uma fruticultura o estado. O destaque da discussão vai para as políticas atuantes e os sistemas

técnicos inseridos no território que possibilitaram a criação de uma fruticultura irrigada, como a criação do Perímetro Irrigado Baixo-Açu, no Vale do Açu.

4.1 Os sistemas de engenharia hídrica, políticas públicas e as suas inconsistências no território do Rio Grande do Norte.

Como já discutido anteriormente, o território é “uma justaposição dos sistemas de engenharia diferentemente datados, e hoje, usados segundo tempos diversos” (SANTOS, 2008, p.42). O Estado, sendo um produto social de cada momento histórico (ANDRADE, 2018), materializa os interesses de tempos diferentes dos diversos agentes através da criação de políticas e da construção de sistemas de engenharias, como rodovias, portos, aeroportos, barragens, açudes, adutoras etc. Assim, encontramos no território objetos técnicos de tempos pretéritos associados a objetos do presente, apresentando funcionalidades e funções distintas, possibilitando os diversos usos do território.

Das políticas públicas criadas pelo Estado voltadas para o desenvolvimento da agricultura, destacaremos aqui as políticas que possibilitaram a inserção das técnicas de irrigação, pois, segundo Andrade (2018), são elas fundamentais para a implantação dos cultivos de frutas no Nordeste e no Rio Grande do Norte. Políticas estas, implementadas com o discurso de minimização das desigualdades sociais atribuídas pelas condições climáticas da região (ANDRADE, 2018).

Na primeira metade do século XX, as ações políticas realizadas pelo Estado do RN visavam o combate à seca. O Estado disponibilizava os recursos a partir da lei orçamentária e os órgãos subordinados ao executavam uma série de medidas para solucionar o problema hídrico da região, limitando-se a construção de açude, barragens e canais (ANDRADE, 2018). Embora sejam ações em efeitos de irrigação, porém são infraestruturas criadas que possibilitaram a instalação de sistemas de irrigação.

As políticas de açudagem reforçaram a figura do coronelismo no Nordeste, já que a água armazenada a partir dessas infraestruturas possibilitaram a manutenção de grupos políticos-oligárquicos a partir do uso da água como moeda de troca nos períodos de estiagem, prática denominada como “indústria da seca” (CALLADO, 1960).

Já em 1940, foi criado o Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), que se originou do Inspetoria de Obras Contra as Secas criada em 1909, com o objetivo de implementação de perímetros agrícolas irrigados aproveitando as estruturas de armazenamento

de água como açudes e barragens, com a finalidade de minimizar os efeitos dos longos períodos de estiagem, característica própria do clima semiárido (ANDRADE, 2018). Como o próprio nome do órgão deixa em evidência, eram realizadas ações de enfrentamento a condição da seca e não de convivência com a condição climática. Andrade (2018) deixa claro que as ações de irrigações nesse período eram feitas de formas isoladas, sem o caráter sistêmico que articulasse políticas públicas para irrigação, obras de represamento hídrico e infraestruturas para implementação de áreas irrigadas.

Em 1959 foi criada a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), autarquia subordinada a presidência com o objetivo de promover o desenvolvimento do Nordeste, através da promoção da industrialização e urbanização na região. Essa superintendência tem importante papel na elaboração de programas específicos para a agricultura (LIMA, 2016), como a criação da Lei de Irrigação, almejando a democratização das técnicas de irrigação e a fragilidade o poderio oligárquico da região (ANDRADE, 2018).

A partir da década de 1960, o país optou pelo modelo de modernização da agricultura, com o objetivo de desencadear o aumento da produção e da produtividade agrícola do país e, conseqüentemente, do setor industrial, tendo em vista que a lógica de funcionamento desses dois setores deveria ser integrada (LIMA, 2016). Essa modernização da agricultura se dava pela modernização da base técnica pautada no modelo da Revolução Verde, implementando no país novas práticas tecnológicas e de pesquisa para a produção agropecuária (LIMA, 2018).

O Estado tinha como objetivo minimizar as diferenças econômicas regionais, buscando, assim, maneiras de desenvolver a economia da região Nordeste do país. Foi a partir dos anos de 1960, que o governo passa a investir sistematicamente na irrigação, através da elaboração de um conjunto de planos, programas e projetos direcionados ao desenvolvimento da Política Nacional de Irrigação (ANDRADE, 2018).

É nesta mesma década que se consolida a efetivação da agricultura moderna no Brasil, com a inserção das inovações tecnológicas no país, a implantação dos Complexos Agroindustriais, a dependência de elementos externos à unidade de produção, o aumento das exportações, entre outros (LIMA, 2016). Segundo Lima (2016), a integração da agricultura com a indústria possibilitou a criação e o desenvolvimento de outros segmentos industriais para que fabricassem insumos e bens de capital para a agricultura.

Na década de 1970, houve a consolidação das ações para fins de irrigação com a intensificação das políticas de irrigação (ANDRADE, 2018). Nesse período surgiu a implantação dos perímetros irrigados no Nordeste brasileiro. No final dessa década, foi

regulamentada a política de irrigação pela lei 6.662, embora tenha sido elaborado o Projeto de Lei e 1959 (ANDRADE, 2018).

A Tabela 01 mostra a evolução da área irrigada no Brasil por regiões, desde o período dos investimentos sistemáticos em irrigação no país e que se efetivou a modernização da agricultura no país (década de 1960), até a pós-implantação dos perímetros irrigados e a regulamentação da lei de irrigação (início da década de 1980)

Tabela 01: Área irrigada por região (1960 a 1985).

Regiões	1960		1970		1985	
	Total (ha)	%	Total (ha)	%	Total (ha)	%
Norte	67	0,01	5.420	1	43.242	2,2
Nordeste	52.772	11,43	115.971	14	366.831	18,71
Centro-Oeste	2.027	0,44	14.579	2	63.220	3,22
Sudeste	116.285	25,19	185.183	23	599.564	30,59
Sul	290.399	63	479.663	60	886.963	45
Brasil	461.100	100	795.815	100	1.959.824	100

Fonte: Ramos (2001), adaptado por Lima (2016)

Diante dos dados da tabela é possível verificar que na década de 1990, através das políticas neoliberais, houve o fortalecimento da entrada de capital estrangeiro na região, o que possibilitou a produção da fruticultura irrigada para fins de exportação, atendendo os modelos de produção e certificações internacionais de boas práticas agrícolas (ANDRADE, 2018). As empresas estrangeiras se instalaram na região aproveitando não somente as condições ambientais para o desenvolvimento da cultura, mas se beneficiando de toda a engenharia e políticas geradas nesses diversos momentos.

O Quadro 07 a seguir, retirado de Andrade (2013), mostra as principais ações desenvolvidas pelo Estado brasileiro que proporcionaram a sistematização da Política Nacional de Irrigação.

Quadro 07: Sistematização das ações políticas na irrigação.

1º Período: Ações sem efeitos de irrigação										
Criação de autarquias e engenharia de grande açudagem										
1902-1909				1910-1959						
Comissões de Açudagem e Irrigação / Ceará 1902-1906	Comissão de Estudos e Obras Contra as Secas/RN 1902-1906	Comissão de Perfuração de Poços/RN 1902-1909	Inspetoria de Obras Contra as Secas – IOCS - 1909	Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas – IFOCS 1919	O Combate às secas passou a ser constitucional -1934	Criação do Polígono das Secas - 1936	Departamento Nacional de obras Contra as Secas – DNOCS - 1945	Criação da SUDENE - 1959		
2º Período: Ações com efeitos de irrigação										
Instituição da Política Nacional de Irrigação – Utilização das águas armazenadas										
1960 - 1989							1990 e século XXI			
Criação do GEIDA - 1968	Plano Nacional de Combate aos Efeitos das Secas – Implantação de Perímetros Públicos de Irrigados - 1970	I Plano Nacional de Irrigação – 1/3 do Brasil apto a irrigação - 1971	I Plano Nacional de Desenvolvimento – 40 mil ha de irrigação no Nordeste - 1972	II Plano Nacional de Desenvolvimento – 225 mil ha de irrigação – e a criação da CODEVASF - 1974	Criação da Lei 6.662/79 – Institui Política Nacional de Irrigação - 1979	Criação do PROVARZ EA - 1981	Criação do PRONI e PROINE - 1986	Introdução das políticas neoliberais e direcionamento dos produtos irrigados ao mercado externo – década de 1990	Criação da Secretaria Nacional de Irrigação – Ministério da Agricultura e Reforma Agrária - 1990	Secretaria Nacional de Irrigação – vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Social - 2011

Fonte: Andrade (2012)

No Rio Grande do Norte, a efetivação da tecnificação agrícola se inicia a partir da década de 1980, com os desdobramentos da atuação do Estado na agricultura do Rio Grande do Norte, através da efetivação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) (LIMA, 2016). Nessa década também houve o fim da construção da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, na bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu. De acordo com Lima (2018), a construção da barragem potencializou os usos agrícolas das terras de várzea do vale do Baixo-Açu, possibilitando assim o desenvolvimento da fruticultura irrigada na região. Esses fatores facilitaram a instalação de empresas e a incorporação de técnicas modernas de irrigação (LIMA, 2016).

A presente pesquisa, em termo de delimitação temporal, parte da análise a partir da década de 1980 para sua delimitação temporal, pois, além de ser um marco para a tecnificação da agricultura do Rio Grande do Norte, os dados para as culturas analisadas nessas pesquisas de produção, área plantada e área colhida só estão disponíveis a partir do censo de 1985.

Em relação as estruturas hídricas inseridas no estado do Rio Grande do Norte, que possibilitaram a instalação dos sistemas de irrigação, destacamos aqui os açudes e barragens, poços e adutoras construídos no território potiguar, que são utilizados para o desenvolvimento das práticas agropecuárias. Uma das principais estruturas de reservatório de água no estado são os açudes, que são barramentos, podendo ser público ou particulares, utilizados para irrigação agrícola ou dessedentação animal (SILVA, 2019).

A maior parte dos açudes construídos no Rio Grande do Norte está inserido na área de geologia do cristalino e concentrados nos municípios pertencentes ao semiárido. São geralmente açudes de pequeno porte. As condições geológicas do embasamento cristalino proporcionam condições de armazenamento das águas das chuvas e possibilitam feições no relevo que facilitam a construção de barramentos. Por estar inserido no clima de semiaridez, os rios são temporários, então esses corpos d'água artificiais são construídos através de barramentos em rios e em drenagens para captarem água no período de chuva e armazenarem durante todo o período de estiagem.

De acordo com a Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte – SEMARH/RN (2022), a maior parte dos açudes estão inseridos dentro das bacias hidrográficas dos principais rios do estado: rio Piranhas-Açu e rio Apodi-Mossoró, apresentando, respectivamente, 18 e 20 açudes cada. Os açudes apresentados na Tabela 02 são apenas aqueles monitorados pela SEMARH/RN e que tem capacidade superior a 5.000.000 m³.

Tabela 02: Ano de inauguração e situação volumétrica dos açudes públicos com capacidade superior a 5.000.000 m³ (2022).

RESERVATÓRIO	MUNICÍPIO	ANO DE CRIAÇÃO	CAPACIDADE (m3)	VOLUME ATUAL (m3)	DATA DA MEDIÇÃO	VOLUME ATUAL (%)
Bonito II	São Miguel	1955	10.865.000,00	2.653.500,00	04/07/2022	24,42% do Volume
Santana	Rafael Fernandes	1915	7.000.000,00	6.953.333,00	04/07/2022	99,33% do Volume
Flechas	José da Penha	1983	8.949.675,00	8.949.675,00	04/07/2022	100% do Volume
Pau dos Ferros	Pau dos Ferros	1967	54.846.000,00	48.073.569,00	04/07/2022	87,65% do Volume
Marcelino Vieira	Marcelino Vieira	1981	11.200.125,00	11.112.881,00	04/07/2022	99,22% do Volume
Pilões	Pilões	1977	5.901.875,00	3.645.038,00	04/07/2022	61,76% do Volume
Passagem* ⁵	Rodolfo Fernandes	1994	8.273.877,00	7.995.868,00	04/07/2022	96,64% do Volume
Riacho da Cruz II	Riacho da Cruz	1957	9.604.200,00	9.604.200,00	04/07/2022	100% do Volume
Apanha Peixe	Caraúbas	1963	10.000.000,00	8.250.000,00	04/07/2022	82,5% do Volume
Brejo*	Olho-d'Água do Borges	1976	6.450.554,00	640.783,00	04/07/2022	9,93% do Volume
Tourão*	Patu	1982	7.985.249,00	889.362,00	04/07/2022	11,14% do Volume
Jesus Maria José*	Tenente Ananias	1984	9.639.152,00	2.746.300,00	04/07/2022	28,49% do Volume
Lucrécia*	Lucrécia	1934	24.754.574,00	11.115.702,00	04/07/2022	44,9% do Volume
Bonito II	São Miguel	1955	10.865.000,00	2.653.500,00	04/07/2022	24,42% do Volume
Santana	Rafael Fernandes	1915	7.000.000,00	6.953.333,00	04/07/2022	99,33% do Volume
Flechas	José da Penha	1983	8.949.675,00	8.949.675,00	04/07/2022	100% do Volume
Rodeador*	Umarizal	1994	21.403.850,00	14.192.949,00	04/07/2022	66,31% do Volume
Santa Cruz do Apodi	Apodi	2002	599.712.000,00	266.202.900,00	04/07/2022	44,39% do Volume
Umarí	Upanema	2002	292.813.650,00	210.052.845,00	04/07/2022	71,74% do Volume
Malhada Vermelha*	Severiano Melo	1923	7.537.478,00	6.968.613,00	04/07/2022	92,45% do Volume
Morcego*	Campo Grande	1932	6.708.331,00	6.539.295,00	04/07/2022	97,48% do Volume
Santo Antonio de Caraúbas*	Caraúbas	1915	8.538.109,00	3.825.038,00	04/07/2022	44,8% do Volume
Encanto*	Encanto	1984	5.192.538,00	5.192.538,00	04/07/2022	100% do Volume
Eng Armando R. Gonçalves (CAV 2018)	Assu	1983	2.373.066.510,00	1.528.569.585,00	04/07/2022	64,41% do Volume
Itans (CAV 2018)	Caicó	1935	75.839.349,00	4.849.853,00	04/07/2022	6,39% do Volume
Mendubim (CAV 2018)	Assu	1972	77.357.134,00	70.435.746,00	04/07/2022	91,05% do Volume
Sabugi (CAV 2018)	São João do Sabugi	1965	61.828.970,00	20.915.363,00	04/07/2022	33,83% do Volume
Beldroega*	Paraú	1987	8.057.520,00	7.964.480,00	04/07/2022	98,85% do Volume
Boqueirão de Parelhas*	Parelhas	1988	84.792.119,00	7.930.960,00	04/07/2022	9,35% do Volume

Pataxó*	Ipanguaçu	1954	15.017.379,00	14.700.407,00	04/07/2022	97,89% do Volume
Carnaúba	São João do Sabugi	2002	25.710.900,00	10.965.680,00	04/07/2022	42,65% do Volume
Boqueirão de Angicos*	Afonso Bezerra	1989	16.018.308,00	3.223.975,00	04/07/2022	20,13% do Volume
Caldeirão de Parelhas*	Parelhas	1967	9.320.657,00	466.196,00	04/07/2022	5% do Volume
Esguicho*	Ouro Branco	2002	27.937.310,00	504.177,00	04/07/2022	1,8% do Volume
Rio da Pedra*	Santana do Matos	1984	13.602.215,00	2.088.632,00	04/07/2022	15,36% do Volume
Eng Armando R. Gonçalves (CAV 2018)	Assu	1983	2.373.066.510,00	1.528.569.585,00	04/07/2022	64,41% do Volume
Itans (CAV 2018)	Caicó	1935	75.839.349,00	4.849.853,00	04/07/2022	6,39% do Volume
Mendubim (CAV 2018)	Assu	1972	77.357.134,00	70.435.746,00	04/07/2022	91,05% do Volume
Sabugi (CAV 2018)	São João do Sabugi	1965	61.828.970,00	20.915.363,00	04/07/2022	33,83% do Volume
Beldroega*	Paraú	1987	8.057.520,00	7.964.480,00	04/07/2022	98,85% do Volume
Boqueirão de Parelhas*	Parelhas	1988	84.792.119,00	7.930.960,00	04/07/2022	9,35% do Volume
Lagoa do Boqueirão	Touros	SEM DADO	11.074.800,00	11.074.800,00	04/07/2022	100% do Volume
Poço Branco	Poço Branco	1970	136.000.000,00	23.752.882,00	04/07/2022	17,47% do Volume
Lagoa de Extremoz	Extremoz	SEM DADO	11.019.525,00	11.019.525,00	04/07/2022	100% do Volume
Campo Grande*	São Paulo do Potengi	1983	23.139.587,00	6.618.382,00	04/07/2022	28,6% do Volume
Tabatinga	Macaíba	2011	89.835.678,00	19.139.225,00	04/07/2022	21,3% do Volume
Inharé	Santa Cruz	1937	17.600.000,00	2.744.000,00	04/07/2022	15,59% do Volume
Trairi	Tangará	1954	35.230.000,00	0,00	04/07/2022	0% do Volume
Santa Cruz do Trairi	Santa Cruz	SEM DADO	5.158.750,00	4.030.556,00	04/07/2022	78,13% do Volume
Japi II	São José do Campestre	1965	20.649.000,00	1.412.911,00	04/07/2022	6,84% do Volume
Lagoa do Bonfim	Nísia Floresta	SEM DADO	84.268.200,00	41.616.109,00	04/07/2022	49,39% do Volume

Fonte: SEMARH/RN (2022).

Nota: A tabela não apresenta ainda as informações da barragem de Oiticica, também construída dentro da bacia do rio Piranhas-Açu, com capacidade para 590 milhões de m³, se tornando o 3º maior reservatório do estado do Rio Grande do Norte. A sua construção está sendo realizada pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) com a finalidade de captar a água trazida pelas obras de transposição do Rio São Francisco. A previsão de conclusão do reservatório é para o final do ano de 2022.

Como destaque entre os reservatórios mencionados na Tabela 02, destacamos aqui a importância da Barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves, concluída em 1983. A construção desse grande reservatório possibilitou a construção de outros objetos técnicos como rodovias, linhas de transmissão de energia, dutos e canais de irrigação, possibilitando assim a instalação do perímetro irrigado do Baixo-Açu e, conseqüentemente, a produção da fruticultura irrigada na região.

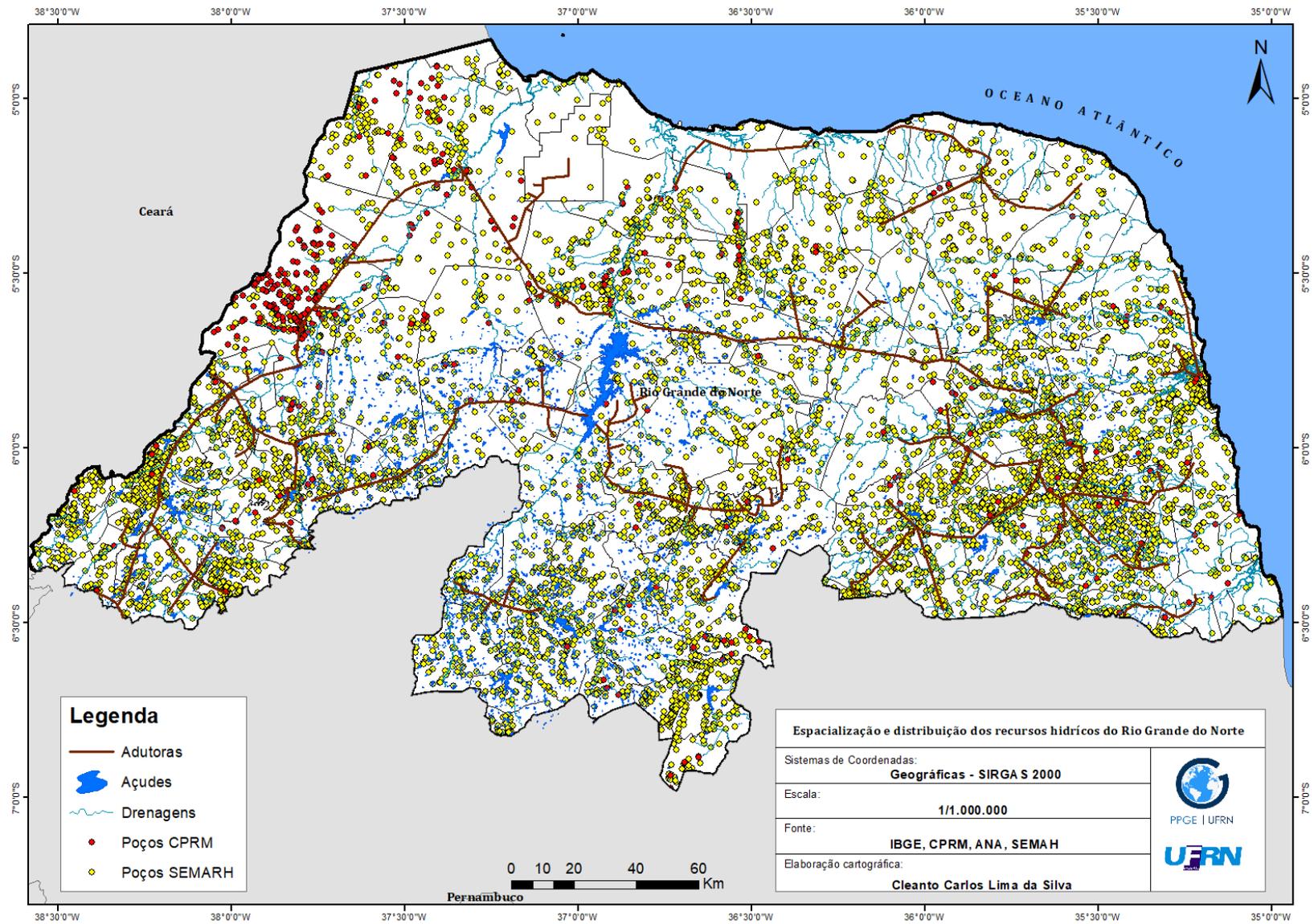
Como uma das alternativas de abastecimento da população, de dessedentação animal e de irrigação agrícola, a perfuração de poços tubulares é uma técnica de captação de água muito utilizada no Rio Grande do Norte, tendo sua intensificação a partir da década de 1960 (SILVA; TROLEIS, 2019). De acordo com o Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), pertencente ao Serviço Geológico Brasileiro (CPRM, 2022), o Rio Grande do Norte conta hoje com 11.715 poços tubulares perfurados pertencentes a CPRM e pela SEMARH/RM.

Esses poços tubulares estão distribuídos em todas as regiões do estado, porém apresentam maior concentração na área do embasamento cristalino e nas regiões que apresentam maior demanda d'água (SILVA; TROLEIS, 2019), tanto pela concentração populacional quanto nas áreas que apresentam maior produção da fruticultura irrigada – Chapada do Apodi e Vale do Açu.

Os sistemas de adutoras são responsáveis pela distribuição de água capitaneada dos reservatórios hídricos pelo território do Rio Grande do Norte. São tubulações que integram todas as técnicas de captação de água instaladas no estado e distribuem para regiões do território com objetivo de abastecer as populações urbanas ou desenvolver as atividades agrícolas. De acordo com a Agência Nacional das Águas (2016), o Rio Grande do Norte apresenta 18 adutoras. São elas: Alto Oeste, Porta-Alegre-Viçosa, Santa Cruz do Apodi-Mossoró, Guamaré-Macau, Jerônimo Rosado, Sertão Central Cabugi, Médio Oeste, Serra de Santana, Acari-Currais Novos, Piranhas-Caicó, Boqueirão, Boqueirão-Jandaíra, Pureza-João Câmara, Maxaranguape, Monsenhor Expedito, Extremoz, Santo Antônio-Espírito Santo e Pedro Velho Nova Cruz.

Assim como os açudes e poços, a maioria das adutoras construídas estão inseridas na região semiárida do estado, nas áreas do embasamento cristalino, onde ocorrem historicamente os maiores períodos de seca. No Mapa 09 apresentamos todos os sistemas técnicos responsáveis pelo armazenamento e distribuição de água instalado no Rio Grande do Norte.

MAPA 09: Rio Grande do Norte: sistemas técnicos de armazenamento e distribuição de água.

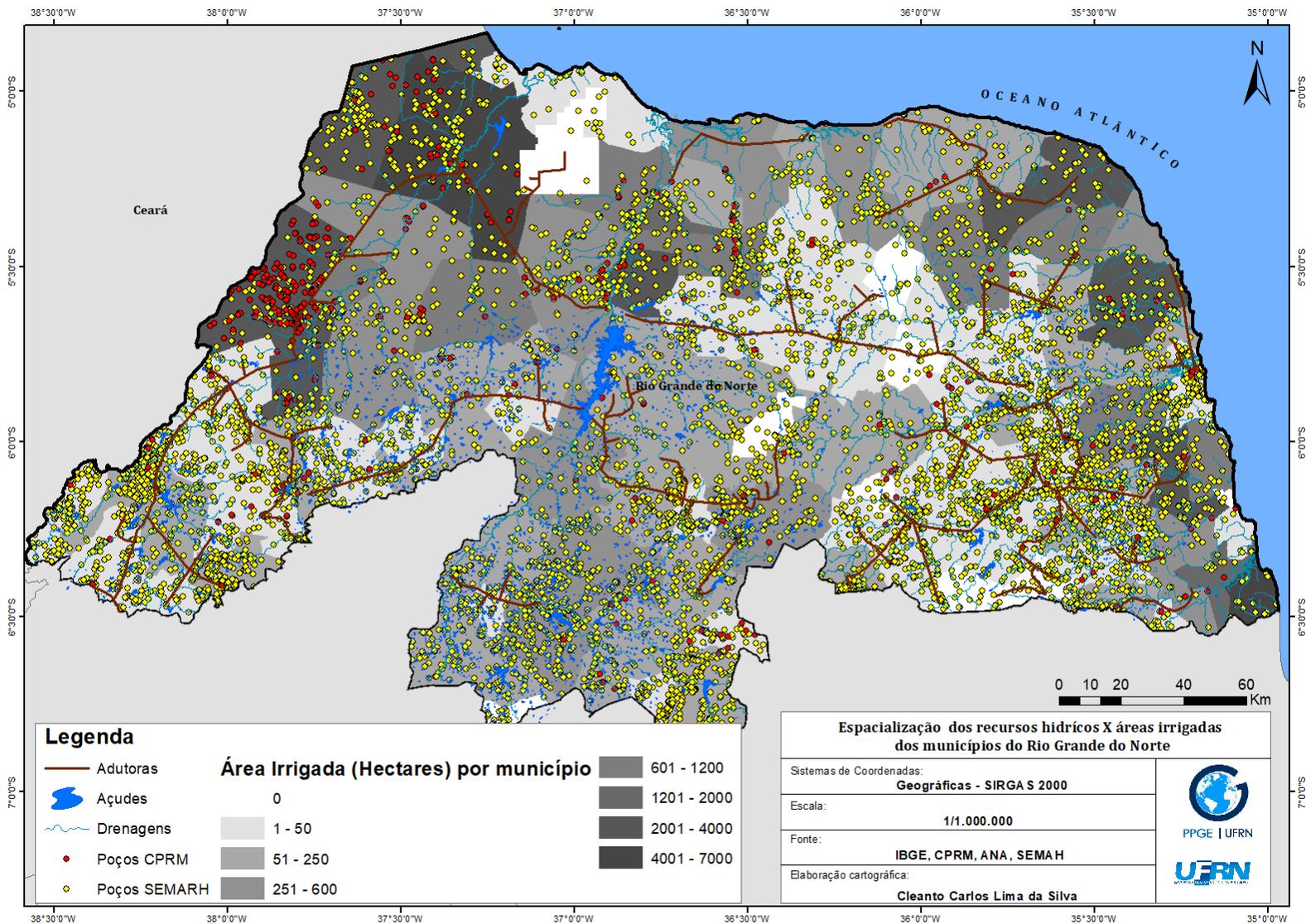


Mesmo apresentando menor concentração desses sistemas técnicos hídricos, como observado no Mapa 09, a área que compreende a Bacia Sedimentar Potiguar apresenta, principalmente nos municípios pertencentes as unidades Chapada do Apodi, Chapadas Potiguares e as Planícies e Terraços Fluviais (dos Rios Apodi-Mossoró e Piranhas-Açu), às áreas que menos sofrem com os problemas da escassez hídrica. São nessas áreas que se destacam a fruticultura, principalmente as culturas analisadas por esta pesquisa: abacaxi, banana e caju.

Quando analisamos os sistemas técnicos utilizados para irrigação com as áreas irrigadas por município, essa diferenciação se torna mais evidente, mostrando também que as áreas que apresentam maiores concentrações de açudes, poços e adutoras são as áreas que apresentam menores hectares de áreas irrigadas e que apresentam problemas com a escassez hídrica. Este fato só mostra que embora ocorra pelo território uma distribuição hídrica através desses sistemas técnicos, a água ainda não chega para todos os agentes que utilizam do território.

Importante ressaltar que embora as unidades da Chapada do Apodi e os Terraços Fluvial do Piranhas-Açu apresentem uma menor quantidade no número de açudes, poços e adutoras, as áreas conseguem utilizar a água capitada por reservatórios no embasamento cristalino através dos sistemas de adutoras (Mapa 10).

Mapa 10: Rio Grande do Norte: sistemas técnicos de irrigação x área irrigada (ha) por município.



Analisando o mapa 10, destaca-se o município de Serra do Mel, localizado na Chapada do Apodi, que está classificado no mapa pela cor branca apresentando o valor zero em área irrigada. Esse fato se dá pela implementação da cajucultura no município que se desenvolve sem a necessidade da irrigação, tendo em vista que tal processo encarece a produção e torna inviável a comercialização do produto pelos agricultores. Serra do Mel é o município do Rio Grande do Norte que apresenta a maior produção de castanha de caju.

Quanto as ações de políticas públicas que possibilitam o desenvolvimento da agricultura no Rio Grande do Norte não pela inserção de sistemas técnicos, mas que contribuem com informações e dados que possibilitam a aplicação de recursos financeiros e o planejamento regional, destacamos aqui o levantamento de solos para cada estado do país executado pelo Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária (Ex-EPE) do Ministério da Agricultura e pela Divisão de Agrologia da SUDENE.

Esse levantamento foi iniciado em 1966 e concluído em 1971, com a produção de um material para o estado intitulado “Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Rio Grande do Norte”. Esse material apresenta 42 tipos de solos encontrados no estado e destaca suas características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas. O objetivo desse levantamento foi proporcionar elementos essenciais para o planejamento e fornecer informações básicas para programas de experimentação agrícola. Os tipos de solos eram classificados e disponibilizados através de um mapa do estado na escala de 1:500.000.

A partir da divulgação desse material, a Divisão de Pesquisa Pedológica (Ex-EPFS) do Ministério da Agricultura com recursos oriundos da SUDENE, publicou em 1973 a “Interpretação para Avaliação da Aptidão Agrícola dos Solos do Estado do Rio Grande do Norte”. O material disponibilizado tinha como objetivo fornecer subsídios a execução de programas de desenvolvimento agrário e identificar as áreas de maior potencialidade agrícola no território do Rio Grande do Norte.

A classificação dos solos de acordo com sua aptidão agrícola nesse material levou em consideração dois sistemas de manejo: pouco desenvolvido e desenvolvido, sem utilização de irrigação, considerando culturas de ciclo curto e culturas de ciclos longos e as possibilidades de melhoramento dos solos. Essas informações dos solos do Rio Grande do Norte foram aproveitadas pelo Projeto Radambrasil, vinculado ao Ministério de Minas e Energia, que realizou levantamentos dos recursos naturais do Brasil a partir de imagens aéreas de radar.

Em 1996, o Estado, através do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), criou o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) que é considerado um

instrumento de política agrícola e gestão de risco que orienta o produtor rural sobre a melhor época para o plantio e semeadura para vários cultivos agrícolas, em relação as variações espaço-temporais do clima (EMBRAPA, 2020).

Para utilização do zoneamento agrícola é levado em consideração o tipo de solo, o clima e os ciclos das culturas. Todos os cultivos analisados pela presente pesquisas são levados em consideração para elaboração do Zoneamento. Para cada cultura analisada, existe uma portaria aprovando a criação do zoneamento agrícola. Todos os dados com as condições pedológicas e climáticas para os cultivos estão disponíveis no Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (Agrimtempo) e publicado no formato de folheto pela Embrapa.

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático é regido pelo decreto nº 9.841/2019 e considerado pelo Banco Central do Brasil (BCB) como referência para aplicação correta do crédito agrícola e para o Programa de Garantia Agropecuária (PROAGRO) (FRANCISCO *et al.*, 2011). Para um produtor utilizar o crédito agrícola, é preciso se condicionar as recomendações do ZARC, o que mostra a importância do zoneamento do MAPA para os agricultores do Rio Grande do Norte e de todo o Brasil.

Em relação ao governo do Rio Grande do Norte, são poucas as ações que visam o planejamento agrícola e direcionem investimentos financeiros e de produção para as regiões agrícolas do estado de acordo com as características do cultivo, tampouco ações que utilizem as produções de políticas federais mencionadas para impulsionar o desenvolvimento da agricultura no estado. Na escala estadual há ausência de pesquisas e de políticas que possibilitem o levantamento dos recursos naturais que visem o aumento da produtividade agrícola para o território.

Das ações realizadas pelo estado, destaca-se o apoio a instituições por meio do Projeto Integrado de Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Norte, com focos nas instituições que contribuem com o desenvolvimento da fruticultura irrigada através do cooperativismo e associativismo em alguns municípios como Mossoró, Açu, Ipanguaçu, Alto do Rodrigues, São Vicente, Ceará-Mirim, Touros, Maxaranguape, Macau, Afonso Bezerra, São Gonçalo do Amarante, Açu-Mossoró, Mato Grande, Sertão Central, entre outros (CODEVASF, 2021).

De acordo com a Codevasf (2021), o Rio Grande do Norte é o segundo maior produtor de frutas irrigadas do país e apresenta uma área com potencial de irrigação de 1,2 milhões de hectares. Desse total, cerca de 90% estão na Chapada do Apodi e no Vale Piranhas-Açu. No total, o estado apresenta 2.723.148 hectares de terras plantadas com apenas 61.189 hectares irrigados (IBGE, 2017). Logo, observamos que apenas 2,24% das áreas plantadas no estado são

beneficiadas pelo sistema de irrigação. O IBGE (2017) aponta que 83% dos estabelecimentos do estado não obtêm algum tipo de financiamento, como também 64% e 63% dos estabelecimentos, respectivamente, não utilizam adubação e não utilizam agrotóxico.

Tais informações mostram que muitas áreas de produção do estado estão condicionadas apenas as condições naturais das terras, com ausência de infraestruturas técnicas e de insumos para produção. Os sistemas técnicos, como já mencionados, estão disponibilizados apenas em algumas áreas do estado e para alguns grupos de produtores. Essas informações mostram a importância de ações por parte do estado que possibilitem implantações de novos sistemas técnicos, políticas de financiamento agrícola e de pesquisas descentralizadas que possibilitem fazer o reconhecimento da aptidão agrícola das terras de forma ampla.

4.2 Áreas agrícolas do Rio Grande do Norte.

A agricultura segundo Miguel *et al.* (2018) pode se observar em um dado lugar e em um dado momento como um objeto ecológico e econômico complexo, sendo composto por um meio cultivado e de um conjunto de unidade de produção que exploram a fertilidade desse meio. A agricultura é um sistema organizado que se desenvolve sobre determinadas condições bioclimáticas, através de um modo de exploração para responder às condições e às necessidades sociais (MIGUEL, et al., 2018). Sendo influenciada pelo meio externo (principalmente o econômico), a agricultura vai se diferenciar no tempo e espaço.

No Rio Grande do Norte a agricultura vai ser desenvolvida nessa mesma perspectiva, através de um conjunto de objetos técnicos e sobre determinadas condições ambientais para satisfazer as necessidades internas e externas de mercado (LOCATEL, 2018). Temos hoje no território potiguar, de acordo com o Censo Agropecuário do IBGE (2017), 214 mil pessoas ocupadas em atividades agropecuárias, ocupando 2,7 milhões de hectares, distribuídos em 63,4 mil estabelecimentos agropecuários. Parte desses estabelecimentos têm como finalidade a produção de excedentes (parte da agricultura familiar) e parte para satisfazer a lógica de produção e de consumo internacionalizada.

Em relação as culturas do abacaxi, banana e caju, a espacialização de suas produções no território do Rio Grande do Norte vai ser analisada através da análise das diferenciações no tempo e no espaço, mostrando a expansão dos cultivos nas unidades geomorfológicas do estado ao longo do tempo, como base nos dados dos censos agropecuários.

A teoria dos sistemas agrários, conceituado por Carmo & Salles (1998), é uma combinação de variáveis inter-relacionadas, recursos naturais, instrumento de produção, força de trabalho social, divisão social do trabalho, relações de posse e uso da terra, o excedente agrícola e as condições políticas e culturais. Porto (2003), destaca que o sistema agrário pode ser uma exploração agrícola ou a agricultura regional ou nacional, tudo vai depender do objeto de análise. Desta forma, o nosso objeto de análise são as áreas de produção agrícola das culturas do abacaxi, banana e caju no território potiguar, compreendidos assim como sistemas agrários.

Os sistemas agrários que estão inserido no território do Rio Grande do Norte, passaram por intensa reestruturação a partir da década de 1980 pela inserção da ciência, tecnologia e informação, com o objetivo de ampliar a produção, visando o mercado nacional e internacional em detrimento da produção de alimentos voltadas para satisfazer as necessidades da população do estado (ANDRADE, 2019). Em razão dessas interferências externas, que ocorreram não só no Rio Grande do Norte, mas em todo o país, como a modernização da agricultura e globalização de mercado, compreende-se a agricultura brasileira como um sistema aberto, pois recebe interferências externas ao sistema.

Essa implementação de conteúdos técnicos, científicos e informacionais, proporcionaram o desenvolvimento de uma agricultura tecnificada (ANDRADE, 2019), praticada em regiões onde ocorrem a concentração de sistemas técnicos, priorizadas pelo Estado e pelos investimentos particulares, que facilitam a produção e a circulação da produção. Fazem parte desse sistema técnico nessas regiões os sistemas de transporte, como os portos e aeroportos interligados pela rede rodoviária, e os sistemas de energia elétrica, formada por uma complexa rede nacional com produção oriundas de hidrelétricas, termoeletricas e parques eólicos.

As áreas que apresentam uma maior densidade desses sistemas técnicos no território do Rio Grande do Norte concentram produções agrícolas integradas ao mercado internacional, especializadas, integradas com os setores industriais e financeiros, com demanda da força de trabalho assalariado e mão de obra especializada (LIMA, 2016). As regiões no estado que concentram maiores densidades técnicas, são a Chapada do Apodi, o Vale do Açu e de Tabuleiros costeiros do Litoral Oriental Nordestino.

Por outro lado, as demais áreas de produção agrícola do território do Rio Grande do Norte não apresentam um elevado nível técnico, estando os produtores submetidos as condições naturais do sistema ecológico, como o regime de chuvas e a qualidade agricultável dos solos, e com assistência técnica e políticas públicas restritas. Nessas áreas encontram-se produtores que

praticam uma agricultura diversificada, voltada para o mercado interno, com baixa integração industrial, poucos recursos financeiros e força de trabalho familiar (LIMA, 2016).

Como exemplo dessa diferenciação dos sistemas técnicos pelo território, podemos citar os sistemas de irrigação. De acordo com o Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2017), no Rio Grande do Norte existem 63.452 estabelecimentos agrícolas e apenas 9.525 (15%) destes estabelecimentos utilizam de sistema de irrigação. Já em relação a área plantada, a agricultura é praticada em 2.723.148 (ha), dos quais apenas 61.189 (ha) são irrigados (IBGE, 2017). Tais dados, evidencia que a maior parte da agricultura praticada no estado não conta com um sistema de irrigação.

Destacamos também que mesmo nas áreas da Chapada do Apodi, Vale do Açu e os Tabuleiros Costeiros do Litoral Oriental Nordestino, que apresentam maior densidade técnica, também se encontram produções agrícolas que exigem baixa implementação de técnicas, como no caso dos cultivares de caju e de algumas plantações de abacaxi, e não tem acesso a essas técnicas, pois as mesmas, mesmo sendo nas áreas com maior densidade técnica, não apresentam o mesmo nível técnico em toda a sua totalidade. Ademais, essas mesmas áreas apresentam áreas passíveis de exploração agrícola, não estando ocupadas por atividades agrícolas familiar, pelas empresas dos agronegócios, pela expansão urbana e nem pelas áreas de proteção ambiental protegidas por lei. Áreas essas que denominamos aqui de estoques de terras.

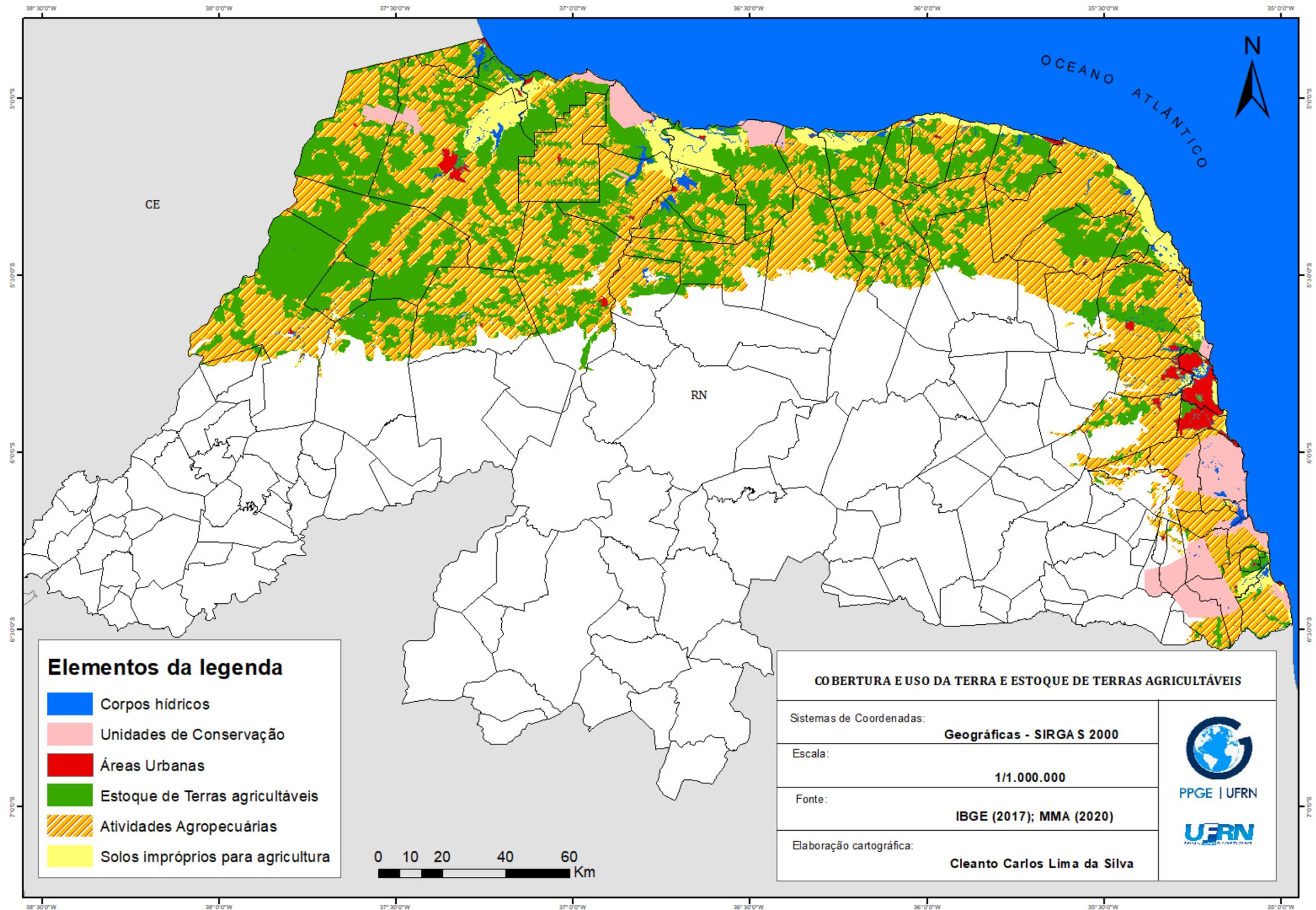
Lima (2016) destaca que nas áreas agrícolas com produções mais expressivas, mais tecnificadas, também recorre ao uso da força de trabalho manual com baixa especialização, em razão dos menores custos, como também, nas áreas com pouca expressão econômica, observa-se produções especializadas voltadas ao mercado internacional, com maior integração de produtores com as agroindústrias. As três culturas analisadas aqui, mesmo apresentando utilização de níveis técnicos diferenciados, precisam de mão de obra humana nos seus processos produtivos, como no plantio e na colheita, por exemplo.

Por tais motivos, na análise do sistema agrário no território potiguar, entendemos que essas áreas não podem ser compreendidas de forma dissociada, mas sim através das suas inter-relações, pois são componentes do mesmo sistema agrário, estando especializados e se beneficiando do mesmo sistema ecológico.

Como sistemas agrários delimitados no território potiguar, destacamos para a discussão as áreas que compreendem as unidades geomorfológicas da Chapada do Apodi, as Chapadas Potiguares, as Planícies e Terraços Fluviais (compreendem os Vales Apodi-Mossoró e Açu), a Superfície Rebaixada do Vale do Rio Açu e os Tabuleiros Orientais do Nordeste. Todas as

unidades localizadas na Bacia Sedimentar Potiguar (Mapa 11), compreendendo também pela proximidade litorânea, sendo considerada aqui como a área predominante de estudo. São as áreas que predominam os sistemas de produções das culturas do abacaxi, banana e caju e que concentram a maior parte dos sistemas técnicos provenientes de investimentos públicos e privados.

Mapa 11: Rio Grande do Norte: cobertura e uso da terra e estoque de terras agricultáveis nas unidades geomorfológicas onde se praticam as culturas do abacaxi, banana e caju.



Em relação a área destacada do mapa, que representa as unidades geomorfológicas onde se desenvolvem os sistemas de produção do abacaxi, banana e caju com maiores destaques no estado, corresponde aproximadamente a 36,07% do território potiguar. Subtraindo-se dessa área as unidades de proteção, as zonas urbanas, os corpos hídricos, os solos não agricultáveis e as áreas que já estão submetidas as atividades agropecuárias, obtém-se uma área correspondente a 35,93%, a qual classificamos como “estoque de terras agricultáveis”.

Esses 35,93% de estoques de terras nas unidades geomorfológicas da Bacia Sedimentar Potiguar correspondem a 7.782,493 Km² de terras, dividido nas unidades: Chapada do Apodi apresenta 3.788,073 Km² (48,67%), Superfície Rebaixada do Rio Açu com 750,332 km² (9,64%), Planícies e Terraços Fluviais com 183,880 km² (2,36%), Chapadas Potiguares com 2642,832 km² (33,96%) e Tabuleiros Orientais do Nordeste com 417,487 km² (5,37%)

Observa-se que os solos mais utilizados pela atividade agropecuária nas unidades ambientais selecionadas são os Argissolos, seguidos pelas ordens dos Neossolos e Latossolos. Destacamos que os Argissolos são considerados bastante susceptíveis à erosão, podendo ser degradado se houver uma superexploração, já os Chernossolos destacam-se como os menos explorados na área. Encontrados apenas na Chapada do Apodi, esses solos apresentam um alto potencial agrícola devido suas características químicas.

A unidade geomorfológica que apresenta maior área disponível para o uso agrícola é a Chapada do Apodi. Como já mencionamos, esta unidade também apresenta uma maior inserção de sistemas técnicos. Assim entendemos que é uma área que apresenta grandes possibilidades de ampliação da fruticultura irrigada pela capacidade hídrica através de adutoras, poços e açudes que disponibilizam água para a unidade.

A unidade geomorfológica que apresenta menor área disponível para uso agrícola é a unidade denominada de Tabuleiros Orientais do Nordeste. Apesar de apresentar uma grande quantidade de técnicas hídricas e rios permanentes, é uma unidade que apresenta maior ocupação populacional, com diversos tipos de serviços e com municípios urbanizados, disponibilizando assim poucas áreas sem ocupação.

A partir da síntese sobre o uso do território do estado e das delimitações do sistema agrícola com base no sistema ecológico onde se desenvolvem as culturas do abacaxi, banana e caju nesta pesquisa, partimos para a espacialização dessas culturas, desde seus desenvolvimentos no território nacional até as diferenciações no tempo e no espaço das suas práticas no território do Rio Grande do Norte.

Porém, antes, destacamos aqui que as produções desses três cultivos se dão de forma diferenciadas em relação as exigências técnicas: a banana apresenta uma maior dependência de técnicas agrícolas para sua produção no Vale do Açu, para atender as necessidades do mercado nacional e internacional; o abacaxi com a necessidade de um nível técnico médio, podendo ser desenvolvido tanto pelo pequeno produtor, como pelo médio produtor; e o caju apresentando um grau baixo de dependência técnica, pois a irrigação encarece a produção, tendo em vista o baixo valor agregado da castanha.

Nesse contexto, a cultura do abacaxi é praticada de duas formas distintas no território do Rio Grande do Norte: irrigada, principalmente no município de Ielmo Marinho e não irrigada, principalmente no município de Touros, em áreas de assentamentos rurais. São os dois municípios com as maiores produções do fruto. Algumas áreas plantadas com a fruta em Ielmo Marinho apresentam irrigação por aspersão por pivô central, técnica que apresenta o custo de implantação elevado (IBGE, 2017).

A cultura da banana apresenta uma maior dependência de sistemas técnicos, pois sua produção não é viável economicamente no estado do Rio Grande do Norte sem os sistemas de irrigação, pois as condições pluviométricas e de umidade do ar da área que a cultura está inserida, assim como na maior parte do território do potiguar, não apresenta quantidade satisfatória para o desenvolvimento da planta. Sendo a cultura aqui pesquisada que mais dependente dos sistemas técnicos de irrigação. Na empresa americana Del Monte FreshProduce, produtora de banana no Vale do Açu, ocorre a utilização água em abundância através da irrigação por microaspersão e na etapa de limpeza do fruto (LIMA, 2016).

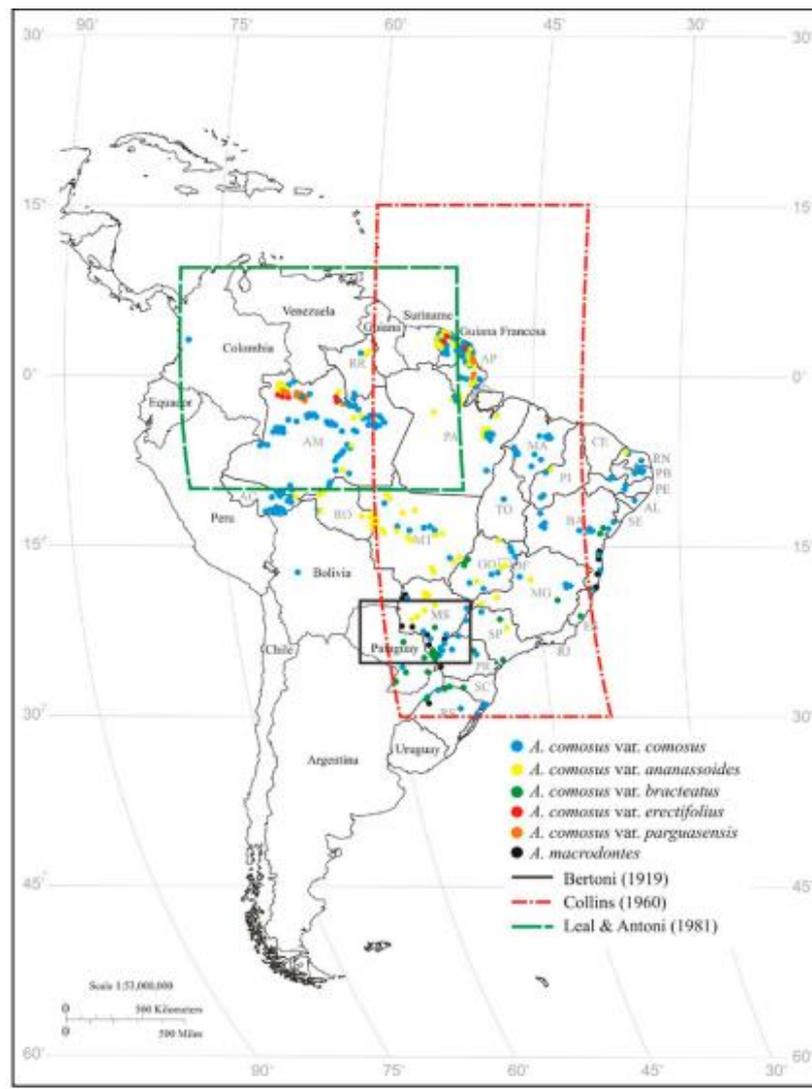
Já a produção do caju apresenta uma menor dependência técnica, pois consegue produzir economicamente sem a necessidade de sistemas de irrigação. Embora melhore a produtividade com a irrigação, a implantação do sistema aumenta os custos de produção, tornando inviável devido ao valor agregado baixo da castanha. O conteúdo técnico-científico-informacional presente está apenas no desenvolvimento de variedades que possibilitam maior produtividade, como o cajueiro-anão (LIMA, 2016).

4.2.1 Área agrícola da cultura do abacaxi

O abacaxizeiro é uma planta tropical semiperene e que alcança um metro de altura, segundo alguns pesquisadores, era de origem proveniente do Sul da América do Sul, região compreendida entre 15° N e 30° S de latitude e 40° L e 60° O, abrangendo o Centro-Oeste e

Sul do Brasil e Nordeste do Paraguai e Argentina (COLLINS, 1960). Segundo Leal e Antoni (1981) estudos da distribuição do gênero *Ananas* indica a região da Amazônia como o seu centro de origem por se encontrar na área o maior número de espécies consideradas validas até o momento (Figura 15). Segundo Morrison (1963, *apud* BARTHOLOMEW *et al.*, 2003) antes da descoberta do fruto por Cristóvão Colombo em 1493, o abacaxi já fazia parte da dieta dos nativos americanos.

Figura 15: América do Sul: Dispersão das espécies de *Ananas* e as principais referências de distribuição



Fonte: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2017).

A dispersão desta fruta pelo restante da América iniciou-se com intercâmbio entre tribos. Com a expansão marítima e o “descobrimento” da América pelos europeus, o abacaxi se tornou conhecido mundialmente, e se disseminou pelos vários países da África, Ásia e Europa. Hoje a fruta é produzida em todos os países tropicais, sendo o Brasil um dos maiores

produtores do fruto, sendo cultivado em quase todas as suas unidades federativas (REINHARD *et al.*, 2000; CRESTANI *et al.*, 2010; IBGE, 2010).

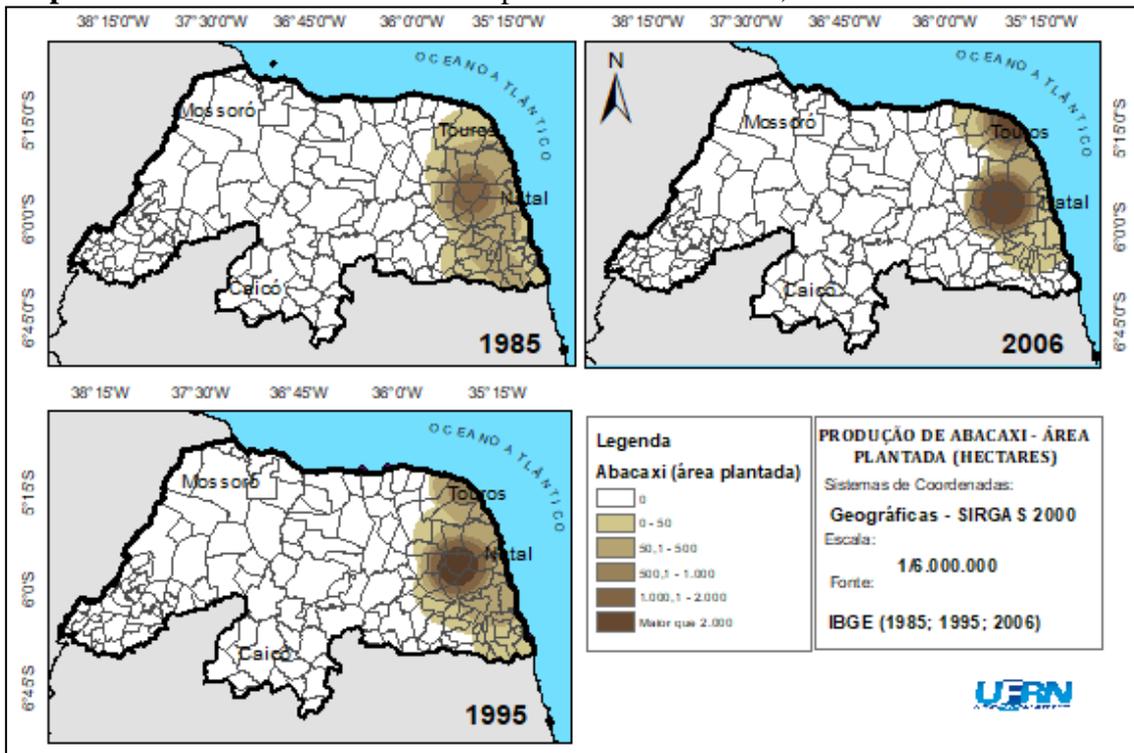
Os maiores produtores do fruto no Brasil em ordem são os estados de Minas Gerais, Paraíba, Pará, Rio de Janeiro e Espírito Santo (IBGE, 2017). De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) (2020) apesar do país ser um grande produtor de abacaxi sua atuação no mercado internacional ainda é irrelevante, exportando principalmente para os países Uruguai e Argentina que representava 95% do exportado até 2018.

No Rio Grande do Norte os registros sobre a plantação do abacaxi para comercialização datam desde o Censo Agropecuário realizado, em 1940, pelo IBGE. Nesta década a quantidade produzida por frutos era de apenas 415 mil, o que colocava o Rio Grande do Norte como apenas o 4º (quarto) menor produtor do fruto do Brasil. Após a instalação da Embrapa Mandioca e Fruticultura na década de 1970 e com sua atuação junto aos sistemas de pesquisas e assistência técnicas estaduais, houve um aumento significativo da produção do abacaxi, com o Rio Grande do Norte produzindo mais de 3000 mil frutos. De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, o RN produz mais de 23 mil frutos, sendo atualmente o 9º maior produtor do país.

A produção de destaque de abacaxi no território potiguar é bem concentrada espacialmente, sendo praticada inicialmente apenas por um município: Ielmo Marinho (Mapa 09) e desenvolvida apenas por agricultores familiares em pequenas propriedades. A partir das políticas de assentamentos rurais na década de 1990, na região do estado chamada de Mato Grande, os agricultores assentados começaram a cultivar o abacaxi no município de Touros, sendo considerado hoje, segundo o IBGE (2017), o 2º maior produtor do estado.

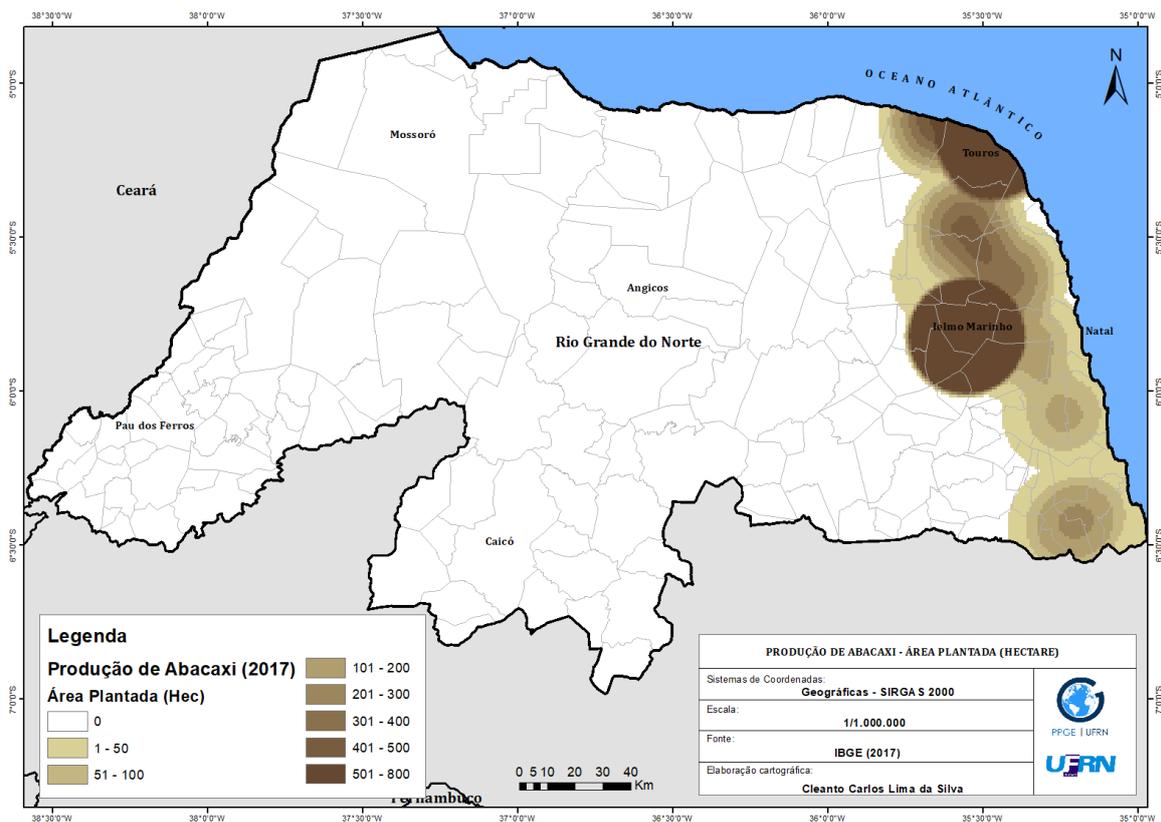
De acordo com o IBGE (2017) o Rio Grande do Norte apresenta dez municípios produtores: Ielmo Marinho, Touros, Pureza, Ceará-Mirim, Pedro Velho, São Miguel do Gostoso, São José do Mipibu, Macaíba, Canguaretama e Taipu. Todos esses municípios se encontram localizados na porção leste do estado (Mapas 12 e 13).

Mapa 12: Rio Grande do Norte: Área plantada com abacaxi, 1985 a 2006



Fonte: IBGE (1985; 1995; 2006)

Mapa 13: Rio Grande do Norte: Área plantada com abacaxi, 2017



Fonte: IBGE (2017).

Vale destacar que todos os municípios produtores de abacaxi no Rio Grande do Norte se encontram sobre as áreas de tabuleiro costeiro, compreendendo o que o IBGE (2021) chama de Litoral Oriental Nordeste. Os produtores encontraram nessa área uma topografia plana a suavemente ondulado com até 5% de declividade, o que possibilita, de acordo com Reinhard *et al.* (2000), os tratos culturais e uma menor susceptibilidade à erosão.

Em relação as condições climáticas, a área de cultivo da fruta também é bastante favorável, pois está em uma área com alta umidade relativa do ar, temperaturas médias elevadas e precipitação superior a 1000 mm anuais. Nas áreas onde se desenvolvem o cultivo no estado apresenta-se sempre uma umidade relativa do ar média em torno dos 70% durante todo o ano, o que evita que ocorra fendilhamentos no fruto e na inflorescência devido as mudanças bruscas de umidade (EMBRAPA, 2006). A média de temperatura anual da região de aproximadamente 26° está dentro da faixa considerada excelente para o bom desenvolvimento do fruto, de acordo com Embrapa (2006) e Souza, *et al.* (2017).

As áreas de maiores produções, como as dos municípios de Ielmo Marinho, Touros, Pureza e Ceará-Mirim, também apresentam precipitações anuais superiores a 1000 mm distribuídas entre sete e nove meses por ano, o que já satisfaz as necessidades do fruto (EMBRAPA, 2006). Por essas áreas apresentarem uma melhor distribuição da precipitação anual, observa-se, como no município de Touros, a prática agrícola de sequeiro. Nos municípios produtores que apresentam precipitações inferiores a 1000 mm, como no caso de Pedro Velho e São Miguel do Gostoso, deve-se recorrer ao uso de técnicas de irrigação.

Para uma excelente produção de abacaxi as características ambientais necessárias são temperatura média anual entre 22 e 32° C, umidade do ar entre 60 e 80%, precipitação entre 1000 e 1500 mm anuais com luminosidade entre 2500 e 3000 horas por ano; em relação as características dos solos para serem plantados, precisa-se de solos com 80 a 100 cm de profundidade, textura média (com 15 a 35% de argila e mais de 15% de areia) e pH entre 4,5 a 5,5. Em relação as condições topográficas, precisa-se de uma altitude inferior a 400 metros e uma declividade inferior a 5% (EMBRAPA, 2006).

Os solos dessas áreas produtoras de abacaxi no estado são solos com características que se enquadram dentro das exigências para a prática, pois apresentam boa aeração e drenagem. A má drenagem pode causar o apodrecimento das raízes ou comprometer o desenvolvimento do fruto (REINHARD *et al.*, 2000). São produzidos abacaxi nessa região sobre as classes de solos Argissolos Vermelho, Latossolos Amarelos e Neossolos Quartzarênicos. São solos com profundidades ideais para o cultivo. Destaque para a produção de abacaxi nos Argissolos

Vermelhos no município de Ielmo Marinho (Figura 16). Esses solos podem apresentar grande susceptibilidade a erosão e má drenagem.

Figura 16: Plantação de abacaxi no município de Ielmo Marinho, nas margens da RN – 64.



Fonte: acervo próprio (2021).

Destacamos que também foram encontrados cultivos do abacaxi no município de Ielmo Marinho em áreas com declividades maiores que 5%, solos rasos e pedregosos em pequenas propriedades agrícolas. Durante levantamento de campo no município de Touros, nas áreas de assentamentos rurais, encontramos o abacaxi plantado em áreas de solos avermelhados, bem estruturados e com a consistência bem plástica e pegajosa sobre o afloramento do Grupo Barreiras. Dois solos bem distintos onde são praticados a cultura do abacaxizeiro nos municípios de maior produção do estado.

De acordo com os dados dos três últimos censos do IBGE (1985; 1995; 2006; 2017), houve um considerado aumento em quantidade produzida do fruto (x1000), passando de 2.974 em 1985, 6.538 em 1995, 9.335 em 2006 e 23.981 em 2017 (x 1000 frutos), sendo que, de acordo com o último censo, 23,6% dos frutos produzidos são oriundos da agricultura familiar.

Destaque para esse aumento de quantidade produzida para o Município de Ielmo Marinho. Analisando o município com base nos dois últimos censos agropecuários, nota-se uma quantidade produzida de 4.662 (em 2006) para 18.864 (x1000) (em 2017), havendo um aumento de mais de 400%, enquanto a área colhida passou de 402 para 754 hectares, com menos de 100% de aumento, mesmo o município apresentando apenas 89 hectares de suas terras irrigadas. Possivelmente esse grande aumento de quantidade produzida em relação ao aumento

de área colhida se deu pela área irrigada e pelo incremento de espécies com melhoramento genético.

4.2.2 Área agrícola da cultura da banana

A bananeira (*Musa* spp.) é uma herbácea que produz uma das frutas tropicais mais consumidas no mundo. Sobre a origem da banana, não há uma exatidão, pois segundo Neto & Melo (2015) ela se perde na mitologia grega e indiana. Segundo eles, atualmente admite-se que seja oriunda do Oriente, do sul da China ou da Indochina, além de referências de terem sido cultivadas há mais de 4 mil anos na Índia, na Malásia e nas Filipinas.

No Brasil, os indígenas já cultivavam a banana na época da chegada dos portugueses, sendo plantada pelo menos duas variedades da fruta, provavelmente a “Branca” e a “Pacova” (CORDEIRO; MOREIRA, 2006). Hoje a banana encontra-se sendo cultivada em todos os estados do país. De acordo com Cordeiro e Moreira (2006) da colonização até o início do século passado o cultivo era semiextrativista, consistindo suas práticas de plantio em roçados⁶.

A partir de 1904 os estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina passaram a exportar a banana para o mercado platino (CORDEIRO; MOREIRA, 2006). Com boa parte da exportação da fruta sendo feita pelo porto de Santos, em 1912, a Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo começou a investir em tecnologias para o cultivo (SCHMIDT, 1934, *apud* LICHTENBERG; LICHTENBERG, 2011).

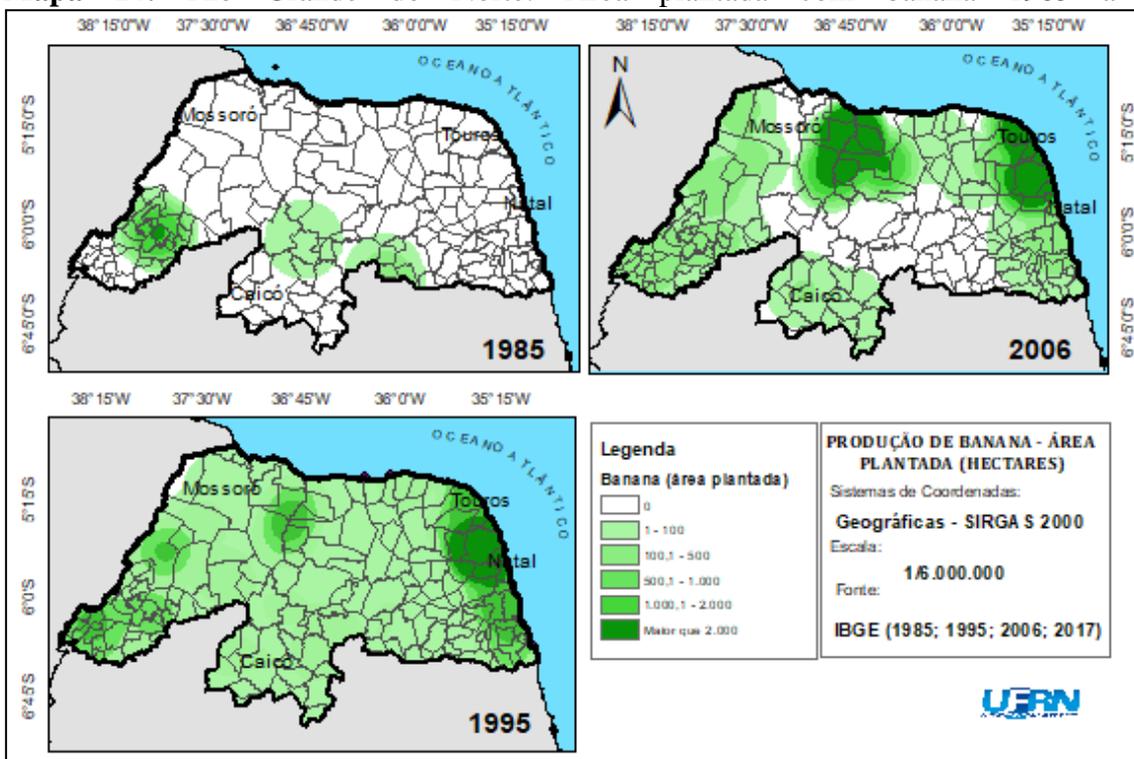
A partir da década de 1950 o Instituto Agrônomo e o Instituto Biológico de São Paulo intensificaram as pesquisas para o cultivo da bananeira, proporcionando resultados que fossem testados por instituições de outros estados do país na década de 1970 (LICHTENBERG; LICHTENBERG, 2011). Segundo Lichtemberg e Lichtemberg (2011), na década de 1970, a criação da Sociedade Brasileira de Fruticultura e do Sistema Embrapa de Pesquisa, com parcerias com as empresas estaduais, universidades e institutos de pesquisas agropecuária de todo o país, permitiram avanços na prática da bananicultura.

No Rio Grande do Norte, assim como em todo o Nordeste, a ampliação da produção da fruta e do uso de tecnologias geradas se intensificaram na década de 1980 como os projetos de irrigação para o Semiárido e com investimentos privados (LICHTENBERG; LICHTENBERG, 2011). No território potiguar, de acordo com o censo agropecuário do IBGE de 1985, a produção de banana era praticada em poucos hectares por pequenos produtores.

⁶ De acordo com o dicionário, nome popular para terreno onde se roçou ou queimou o mato para cultivar.

Nota-se a produção da fruta neste período ocorria principalmente nos municípios de Martins, Portalegre e Jaçanã (Mapa 14), tendo, respectivamente, 170, 40 e 29 hectares de áreas plantadas.

Mapa 14: Rio Grande do Norte: Área plantada com banana 1985 a 2006.



Fonte: IBGE (1985; 1995; 2006)

Em relação sobre as características ambientais das regiões que esses municípios se encontram, nota-se que a produção de banana na década de 1980 estava sendo desenvolvida nas áreas mais elevadas do estado: planaltos interiores de Martins-Portalegre e João do Vale. Como o desenvolvimento técnico para a produção da cultura da banana ainda não estava totalmente acessível para os produtores potiguares, as áreas onde era praticado o cultivo era as regiões mais elevadas e planas por apresentarem as maiores médias pluviométricas, maior umidade relativa do ar e os solos mais profundos inseridos no semiárido do estado.

Nesta mesma década foi finalizada a Barragem Eng. Armando Ribeiro Gonçalves, fruto das ações da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), que tinha como objetivos integrar o Nordeste ao centro-sul do país por meio da industrialização através da modernização da agricultura (SOUSA, et al., 2012). Com a disponibilidade de água devido a construção da barragem e com os incentivos fiscais e isenção de impostos oferecidos pelo governo, começou o crescimento da fruticultura irrigada nas terras de várzea na região do Vale do Açu através da instalação da empresa agropecuária Knoll, e, mais tarde, com a instalação da

empresa multinacional Del Monte Fresh Produce, que passaram a produzir banana (SOUSA, et al., 2012).

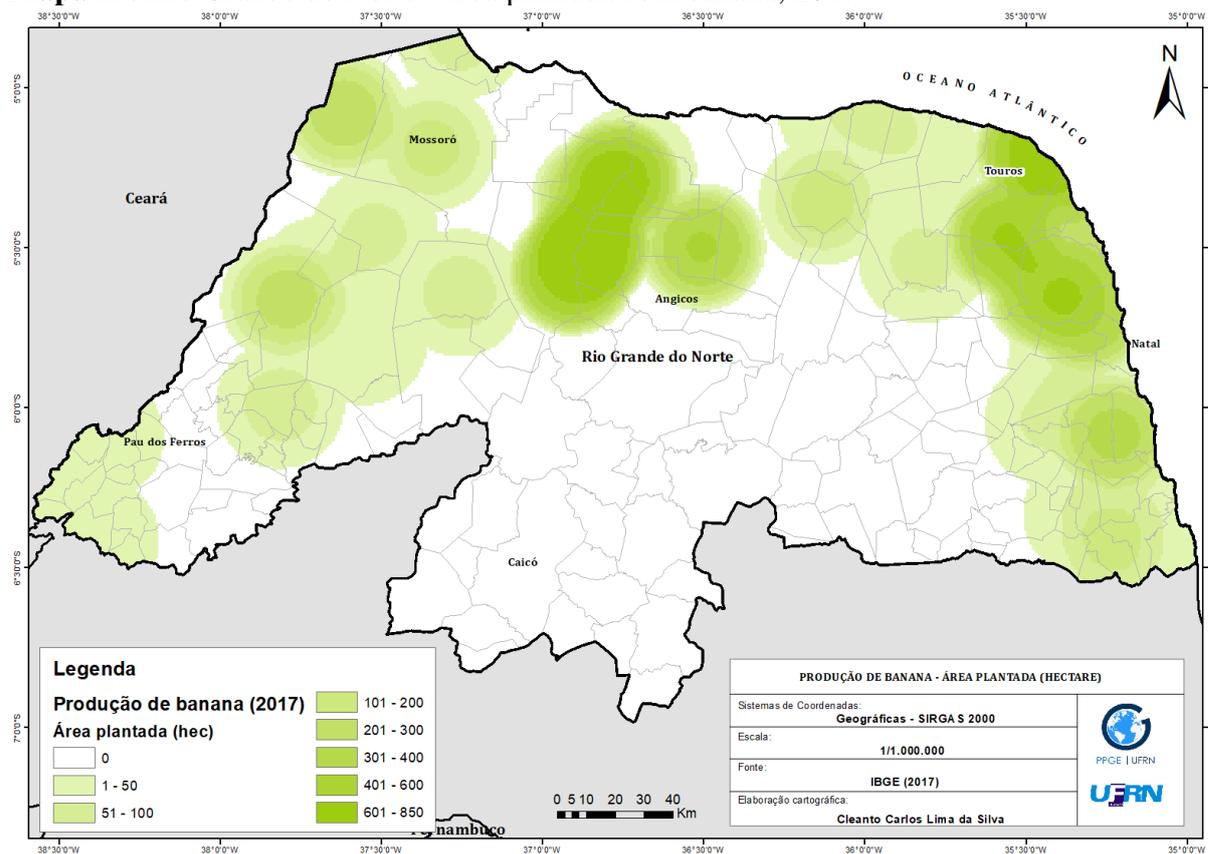
Na década de 1990, como mostra os dados do censo agropecuário de 1995 (Mapa 14), já se observava informações de produção de banana em quase todo o território potiguar, fruto de investimentos da SUDENE e do governo do estado com as construções de barragens, açudes, poços e adutoras que facilitaram o acesso a água para a prática agrícola em terras férteis para a cultura, mas que apresentavam restrições hídricas. Destaques para a produção dos municípios do Litoral Oriental do estado: Ceará-Mirim, com 565, Extremoz, com 304, Maxaranguape, com 180, e Touros com 149 hectares.

Destacam-se nessas áreas relevos planos de áreas tabulares com solos profundos e bem drenados, o que é recomendado para o desenvolvimento da cultura. Essa área também apresenta maior pluviosidade média anual e melhor distribuição das chuvas em relação as áreas interioranas, além de apresentarem na época maior acessibilidade para escoamento da produção e proximidade com o porto de Natal.

No ano de 1998 iniciam-se as exportações da banana do Rio Grande do Norte para a Europa, se tornando em 1999 o 3º maior exportador da fruta e o 2º maior no ano 2000, do Brasil (LICHTEMBERG; LICHTEMBERG, 2011). As informações desse período estão representadas no mapa com os dados do censo do IBGE de 2006, onde se pode observar um aumento da produção de banana nos municípios do perímetro irrigado do Baixo Açu, nas várzeas da região do Vale do Açu. Nesse período merece destaque para as produções dos municípios de Afonso Bezerra com 1257 hectares, Açu com 187 e Ipanguaçu com 148, no Vale do Açu. No norte do Litoral Oriental predominam os municípios de Ceará-Mirim, Touros e Rio do Fogo na produção do fruto, com respectivos 306, 273 e 251 hectares plantados.

Até os dias atuais há uma maior quantidade de áreas plantadas e maior quantidade produzida da fruta nessas duas regiões: as várzeas do Vale do Açu e os tabuleiros do norte do Litoral Oriental. Entre os municípios maiores produtores, por ordem, estão: Ipanguaçu, Açu, Alto do Rodrigues, Touros e Ceará-Mirim (IBGE, 2017), sendo os três maiores na região do Vale do Açu. Destacamos também que existe produção da fruta em outros municípios que estão em tabuleiros do Litoral Oriental assim como na Chapada do Apodi (Mapa 15). Hoje o Rio Grande do Norte é o 17º em área colhida da banana dentre os estados brasileiros, sendo o 10º e 11º no valor da produção e em quantidade produzida, respectivamente.

Mapa 15: Rio Grande do Norte: Área plantada com banana, 2017

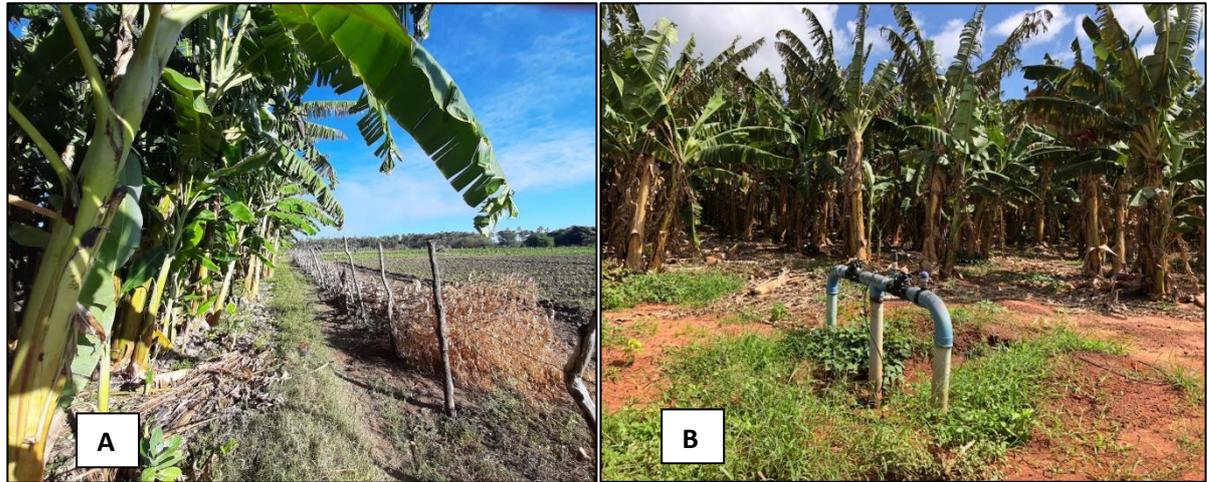


Fonte: IBGE (2017).

Em todo o Rio Grande do Norte a quantidade produzida da banana de acordo com os últimos censos do IBGE (1985; 1995; 2006; 2017) são, respectivamente, 1.900, 2.169, 6.538 e 9335 toneladas. Em relação a quantidade produzida no último censo, 31,22% de toda banana produzida no estado é proveniente de agricultura familiar (IBGE, 2017), o que demonstra uma porcentagem expressiva de toneladas produzidas do fruto de produtores do estado que não tem acesso as técnicas que as grandes empresas produtoras têm.

A região do Vale do Açu se torna propícia para o desenvolvimento da bananicultura devido as características ambientais que satisfaz bastante as condições edáficas da bananeira (Figura 17a): terrenos planos ou levemente ondulados (menor que 8%) com altitude inferior a 300 metros, solos profundos (com mais de 75 cm de profundidade), bem drenados e com boa aeração (EMBRAPA, 2004; 2006). Em relação a pluviosidade a banana precisa de um total pluvial em torno de 1900 mm anual, o que a região não satisfaz, sendo essa necessidade suprida pela disponibilidade técnica hídrica da região, como a barragem, açudes, poços e adutoras. Já a região de tabuleiros costeiros do Litoral Oriental (Figura 17b) apresentam as variáveis de solos e relevo propícios e depende menos de sistemas técnicos para satisfazer as necessidades edafoclimáticas da cultura.

Figura 17: Áreas de plantação de banana nos municípios de Ipanguaçu (Vale do Açu) (a) e Touros (Litoral Oriental) (b): o primeiro sobre um Neossolo Flúvico, acinzentado, com o horizonte superficial rico em matéria orgânica e o segundo sobre um Argissolo Vermelho.



Fonte: Acervo próprio (2021).

A banana pode ser plantada em diversos tipos de solos, porém deve-se evitar solos arenosos (Neossolos Quartzarênicos) devido à baixa fertilidade e a baixa retenção de água, e os solos argilosos (solos Hidromórficos como os Gleissolos) que podem causar má drenagem e má aeração (EMBRAPA, 2006). Na área de Tabuleiros do Litoral Oriental são encontrados os Neossolos Quartzarênicos e nas várzeas do Vale do Açu tem-se a presença dos Gleissolos.

4.2.3 Áreas da cultura do caju

O cajueiro (*Anacardium L.*) pertence ao gênero *Anacardiaceae*, sendo a única do gênero cultivada (MORTON, 1961; BARROS, 1991). De acordo com Mitchell e Mori (1987), o cajueiro é um pequeno gênero de árvore, arbustos e subarbustos nativos da faixa tropical tendo sua distribuição natural desde Honduras, na América Central, até o sul do Paraná. Para esses autores, em relação ao porte, têm-se: espécies de floresta, constituídas por árvores de dossel (exemplo: *Anacardium giganteum*), árvores de porte médio a baixa adaptadas a áreas de savanas e as áreas de restinga do nordeste brasileiro (exemplo: *Anacardium occidentale*) e as espécies constituídas por subarbustos encontradas no Planalto Central do Brasil (exemplo: *Anacardium humile*).

A *Anacardium occidentale* é a única espécie cultivada e de maior dispersão do gênero encontrada no Nordeste brasileiro, principalmente nas zonas costeiras, nas áreas de praias, dunas e restingas (Crisóstomo, et al., 2003). A espécie cultivada, pelas suas características de

porte, é dividida em dois grupos: tipo comum e anão precoce. O primeiro conhecido como gigante apresenta porte elevado com altura entre 8 e 15 metros e envergadura podendo atingir 20 metros (CRISÓSTOMO, et al., 2003). O seu florescimento acontece no terceiro ano da plantação com média de 5 a 7 meses de produção de frutos (BARROS, 1991). O anão precoce apresenta porte baixo com altura variando de 1,5 a 4 metros de altura e com diâmetro médio da copa inferior a 9 metros. Pode florescer no primeiro ou segundo ano, indo de junho a janeiro (BARROS, 1991).

Provavelmente o cultivo do cajueiro se originou no Nordeste do país, tendo as tribos indígenas da região explorando o cajueiro para diversos fins (PAIVA, et al., 2003). O cultivo teve sua primeira descrição e ilustração feita pelo naturalista francês André Thevet, em 1558 (PESSONI, 2007) (Figura 18).

Figura 18: Primeira ilustração do Cajueiro, de André Thevet, 1558.



Fonte: Singularidade da França Antártica (THEVET, 1944).

Desde a colonização até a década de 1970 todos os cultivos de cajueiro no Brasil eram praticados utilizando o cajueiro do tipo comum e por semente, sem muitas tecnologias, quando foi implantado comercialmente no Nordeste nessa mesma década através de programas governamentais, apoiando o desenvolvimento da indústria de processamento da região (BRAINER; VIDAL, 2018).

A partir da década de 1980, através de pesquisas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (Epace), possibilitou o aumento da variabilidade genética do cajueiro e o lançamento dos primeiros clones de cajueiro anão precoce para comercialização (PAIVA, et al., 2003; CAVALCANTI; BARROS, 2009), permitindo maior capacidade produtiva e uma agricultura mais tecnificada. A partir de 1997 o clone de cajueiro anão precoce desenvolvido pela Embrapa começou a ser adotada no Rio Grande do Norte por ser mais resistente a doenças, ter um período maior de safra e se adaptar bem ao longo período de estiagem.

De acordo com Crisóstomo (1991) na produção tipo comum apresenta um nível tecnológico muito baixo, utilizando insumos modernos (defensivos agrícolas, corretivos de solo e fertilizantes), sendo utilizado dois sistemas de produção: sistema de pequenos aglomerados, onde se pratica o consórcio com cultivos alimentícios e o sistema de grandes plantios puros e ordenados. Para o cultivo anão precoce apresenta um trato mais intensivo com correção dos solos, adubação, fertilizantes químicos e/ou orgânicos, com coleta manual do fruto (castanha) e do pseudofruto (caju) (CRISÓSTOMO, 1991).

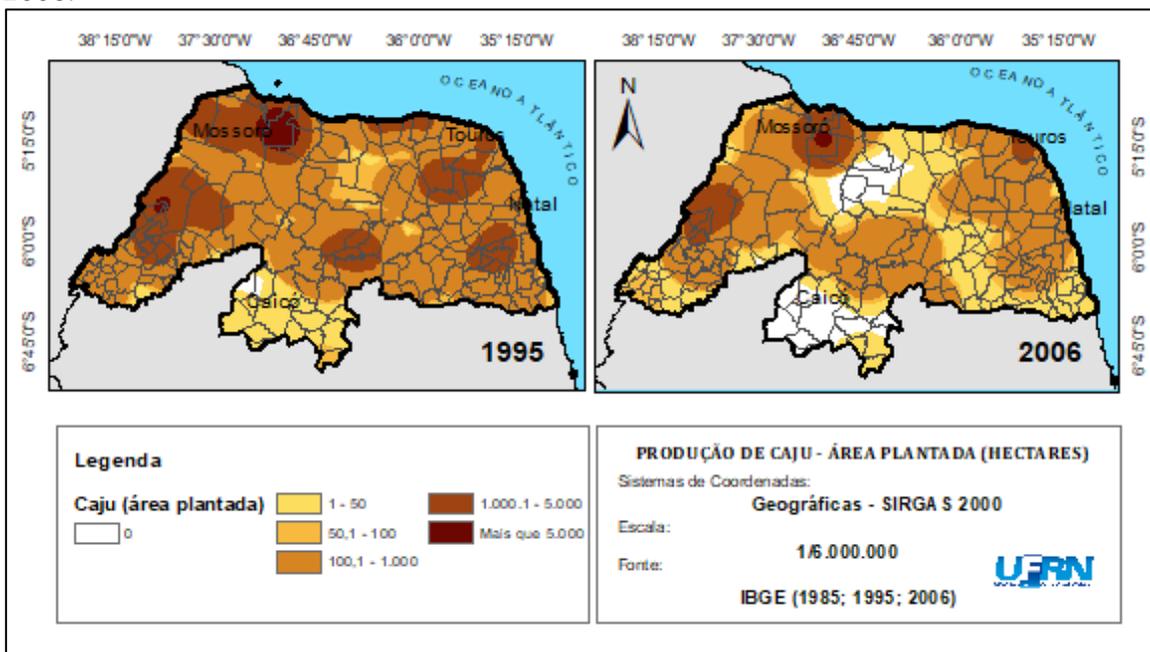
Por ser naturalmente adaptado as condições climáticas e pedológicas as maiores produções no Brasil de caju estão na região Nordeste, sendo os três maiores produtores os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte (IBGE, 2017). A cajucultura para a região possui uma elevada importância socioeconômica por gerar emprego e renda na época mais seca do ano no semiárido (RAMOS, et al., 1996; BRAINER; VIDAL, 2020). O principal produto para a exploração de caju é a obtenção da castanha (RAMOS, et al., 1996). Enquanto o caju é voltado para o mercado interno, a castanha de caju tem a sua maior parte voltada para a exportação (BRAINER; VIDAL, 2020).

No Rio Grande do Norte, ao longo dos anos, os pequenos e médios produtores rurais vem substituindo os cultivos de cajueiro comum, em sequeiro, pelo cultivo de clones de cajueiro anão precoce desenvolvido pela Embrapa, para superar os períodos secos. As substituições aconteceram inicialmente nos municípios Severiano Melo, Serra do Mel e Apodi. No estado o circuito produtivo do caju mantém diversas atividades econômicas que passam pela aquisição

de insumos, plantio, produção, processamento do pedúnculo e castanha, embalagem, transporte e armazenamento, gerando assim uma grande absorção de mão de obra (EMBRAPA, 2020).

Em 1995, de acordo com Censo Agropecuário (Mapa 16), o cultivo de caju era praticado em quase todo o estado do Rio Grande do Norte. Destaque em área plantada (hectares) para os municípios de Serra do Mel (16.455), Severiano Melo (6.354), Apodi (5.750), João Câmara (3.493), Baraúnas (3.439), Caraúbas (2.821), Lagoa Nova (2.439), São Bento do Norte (2.068) e Touros (2.032). Destacamos os dados só em relação as áreas plantadas voltadas para obtenção da castanha de caju. Vale salientar que os censos anteriores não trazem dados da produção de caju para o estado.

Mapa 16: Rio Grande do Norte: Área plantada com caju (para obtenção da castanha), 1995 a 2006.



Fonte: IBGE (1995; 2006).

Os destaques na produção do caju nesse período vão para os municípios que estão nas unidades geomorfológicas da Chapada do Apodi, como Serra do Mel (Figura 19), as áreas de planaltos como a Serra de Santana e o planalto Martins-Portalegre e a área de tabuleiros costeiros no norte do Litoral Oriental do estado. Toda a produção de destaque ocorre em áreas de geologia sedimentar, com solos mais profundos e de textura média a arenosa, como os Neossolos Quartzarênicos e os Latossolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Amarelos.

Figura 19: Coleta de solo por tradagem em cultivo de cajueiro anão precoce, no município de Apodi, na Chapada do Apodi, RN.



Fonte: Acervo próprio (2021).

De acordo com os dados do censo do IBGE de 2006, houve uma redução da área plantada do Rio Grande do Norte assim como em todo o Nordeste em relação ao censo agropecuário anterior, passando de mais de 130 mil hectares plantados no estado, no ano de 1995, para apenas 62.416 hectares em 2006. A queda na área plantada e, conseqüentemente, na quantidade produzida, está relacionada com os longos períodos secos existentes na região. Por apresentar a maior parte da produção do tipo sequeiro, os longos períodos de estiagem prejudicam a produção da castanha de caju.

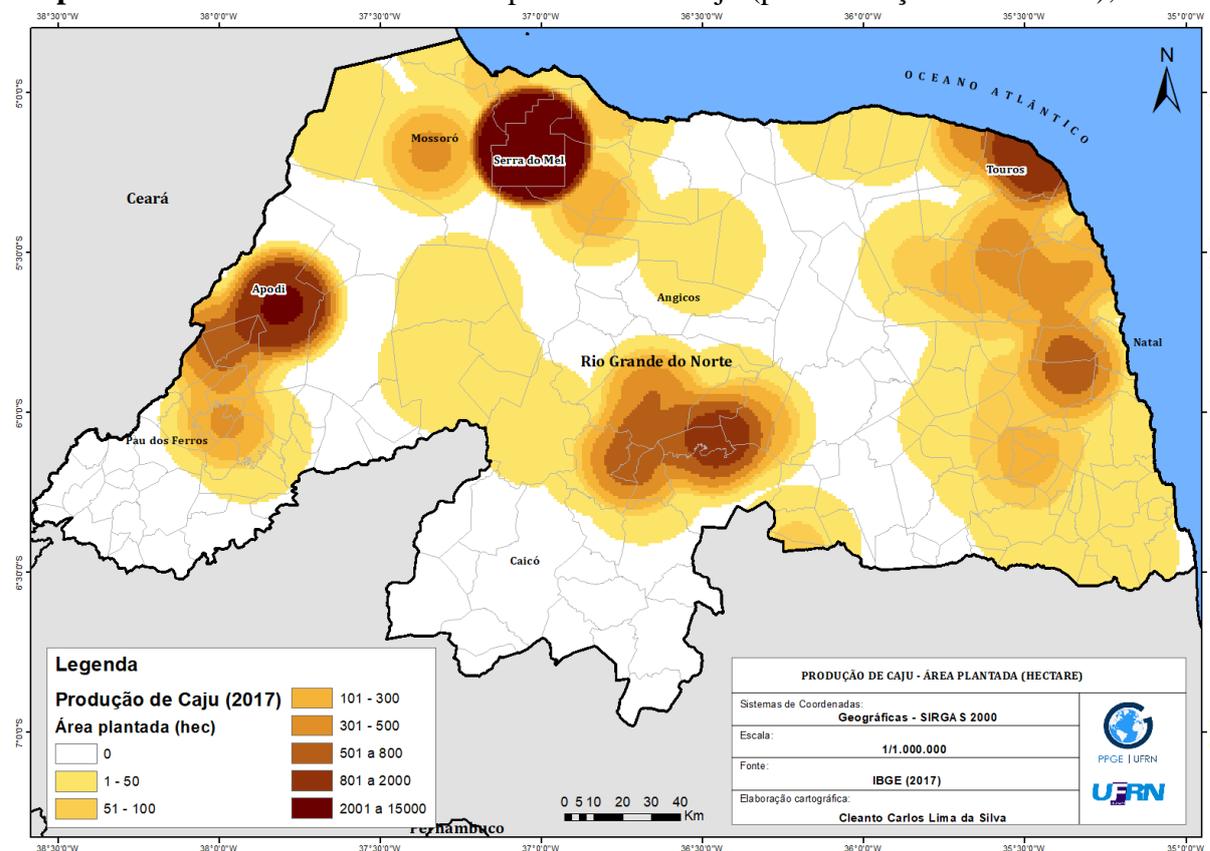
Observando o Mapa 16 e analisando-o juntamente com o Mapa 03, sobre a distribuição pluviométrica média anual do estado do Rio Grande do Norte (1981 a 2010), observa-se que as regiões do estado que diminuíram ou deixaram de apresentar áreas cultivadas com cajueiros são as áreas que apresentam as menores médias pluviométricas anuais. Segundo Serrano e Pessoa (2016) a produção da castanha de caju tem relação direta associada aos dados pluviométricos ocorridos na estação chuvosa.

Entre os municípios com maiores áreas plantadas por hectares no Rio Grande do Norte em 2006, se destacam: Serra do Mel (10.282), Apodi (3.210), Touros (1.752), Severiano Melo

(1.692) Pureza (1.127) e Portalegre (1.127). Com destaques ainda para as unidades geomorfológicas do Domo da Serra do Mel, os tabuleiros costeiros do norte do Litoral Oriental e o Planalto de Martins-Portalegre.

Com base no último Censo Agropecuário (IBGE, 2017) observamos cinco áreas com maior área plantada do cultivo de cajueiro (Mapa 17) e uma maior área no estado que consolidou o desenvolvimento da prática agrícola em relação aos últimos dois censos: a região da Chapada do Apodi, com os municípios de Serra do Mel e Apodi, com 13.044 e 1.595 hectares respectivamente, os Tabuleiros Litorâneos, mais precisamente no município de Touros, com 1.206 hectares e no Planalto interior denominado Serra de Santana, com os municípios de Lagoa Nova e Santana dos Matos, com 752 e 368 hectares, respectivamente.

Mapa 17: Rio Grande do Norte: Área plantada com caju (para obtenção da castanha), 2017



Fonte: IBGE (2017).

Em relação a quantidade produzida da castanha de caju, houve uma queda de acordo com os três últimos censos (IBGE, 1995; 2006; 2017), com 26.730 toneladas em 1995, 20.176 e 10.877 em 2017. Do total produzido em toneladas da castanha de caju no Rio Grande do Norte, de acordo com o último censo, aproximadamente 79% de toda castanha é produzida pela agricultura familiar.

Com base na análise do Mapa 17 juntamente com o Mapa 3, sobre a pluviosidade média anual do estado, as áreas de expansão de municípios não produtores segue a região do estado que apresenta pluviosidade média anual inferior a 700 mm. De acordo com Brainer e Vidal (2020) o período de estiagem de 2012 a 2018 atingiu todas as regiões do estado, causando a diminuição de 60,7% de suas áreas neste período. Em muitos locais os cajueiros mortos pela seca viraram lenha (BRAINER; VIDAL, 2020).

Para um cultivo de excelente qualidade do cajueiro as condições climáticas ambientais necessárias são temperaturas médias anuais entre 26 e 30° C, precipitação de 1000 a 1500 mm anuais com uma estação seca definida, umidade do ar entre 65 e 75% e luminosidade abaixo de 2000 horas por ano. Em relação as características pedológicas necessárias estão profundidade superior a 200 centímetros, textura média com 15 a 35% de argila, e pH entre 5,0 e 5,5; quanto as características do relevo precisa-se de um relevo plano com declividade entre 0 e 3% e altitude inferior a 600 metros (EMBRAPA, 1997; 2015).

Alguns municípios produtores como Touros e Ceará-Mirim apresentam condições ambientais adequadas para uma prática de excelência da cultura do cajueiro por se apresentarem nas áreas de tabuleiros costeiros com topografia plana, solos profundos e precipitação e temperatura dentro do estabelecido como excelente para a produção do Caju. As demais regiões produtoras de destaque no estado estão em área de baixa precipitação, o que podem gerar prejuízos na colheita. Nessas áreas, mesmo que cultivem os clones de cajueiro anão precoce, mais adaptados a estiagem, pode-se ter prejuízos, pois partes dos produtores não possui recursos para utilização das técnicas (adubação, irrigação e outros) exigidos pelas variedades melhoradas (BRAINER; VIDAL, 2020).

Algumas áreas produtoras como os planaltos interiores Serra de Santana e o Planalto Martins-Portalegre, nos quais se destacam na produção os municípios de Portalegre, Lagoa Nova e Santana dos Matos, apresentam produções em altitudes superiores a 600 metros e temperaturas medias anuais bem abaixo dos 26°C, apresentando, assim, duas variáveis de caráter regular para a produção de caju para essas áreas.

CAPÍTULO 5: DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA DO RIO GRANDE DO NORTE NO CONTEXTO DA RELAÇÃO SOLO-CLIMA

Neste capítulo trataremos da aptidão agrícola das terras das unidades geomorfológicas as quais se desenvolvem a culturas do abacaxi, banana e caju. Destacaremos aqui a caracterização dos solos que compreendem essas áreas, através das suas descrições morfológicas e análises laboratoriais físicas e químicas, importantes para compreensão da capacidade agrícola dos solos para os três cultivos, como também são fundamentais para a análises das variáveis que compõe o índice IQAPA.

Em seguida, relacionaremos as variáveis pedológicas com as variáveis climáticas e de relevo para gerar o índice IQAPA e poder espacializar as áreas de maior ou menor grau de aptidão para os cultivos da cultura do abacaxi, banana e caju. Os produtos cartográficos que espacializam os resultados dos índices para as unidades geomorfológicas produtoras das culturas supracitadas, possibilitam a análise sobre a expansão dessas culturas e indica quais são as áreas de estoque de terra do estado que estão aptas para a expansão produtiva das três culturas.

Por fim, teremos uma relação das áreas de estoque de terras do estado, aptas para o desenvolvimento das culturas do abacaxi, banana e caju, com os sistemas técnicos implementados no território, possibilitando análises e proposições para a expansão agrícola a partir da disponibilidade dos sistemas técnicos existentes.

5.1 Relação solo, clima e usos agrícolas no Rio grande do Norte

Os solos são a base fundamental para a prática agrícola. Por ser formado através da relação de diferentes fatores, como geologia, clima e relevo, podemos entender o solo como a síntese das relações dos aspectos ambientais e, conseqüentemente, compreender a qualidade dos diversos ambientes através da análise dos solos.

Nesta pesquisa, como mencionado anteriormente, fizemos o levantamento das classes de solos com base nos dados disponibilizados pelo IBGE, como as suas variáveis, fundamentais para a pesquisa, foram levantadas através da leitura do material “*Levantamento Exploratório – Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Norte*”, produzidos por Jacomine et al. (1971), e coletas de solos em campo, nos municípios produtores das culturas do abacaxi, banana e caju e análise das suas características em laboratórios.

As coletas de solos em campo foram realizadas nos municípios de Touros e Ielmo Marinho (destaques na produção do abacaxi), Assu, Ipanguaçu e Touros (destaques na produção de banana) e Apodi e Serra do Mel (destaque na produção de caju), sendo esses solos coletados em áreas produtoras em quatro unidades geomorfológicas selecionadas na pesquisa: Chapada do Apodi, Planícies e Terraços Fluviais (dos Rios Apodi-Mossoró e Piranhas-Açu), Chapadas Potiguares e Tabuleiros Orientais do Nordeste (Tabela 03).

Tabela 03: Características físicas e químicas dos solos produtores de abacaxi, banana e caju dos municípios produtores do Rio Grande do Norte.

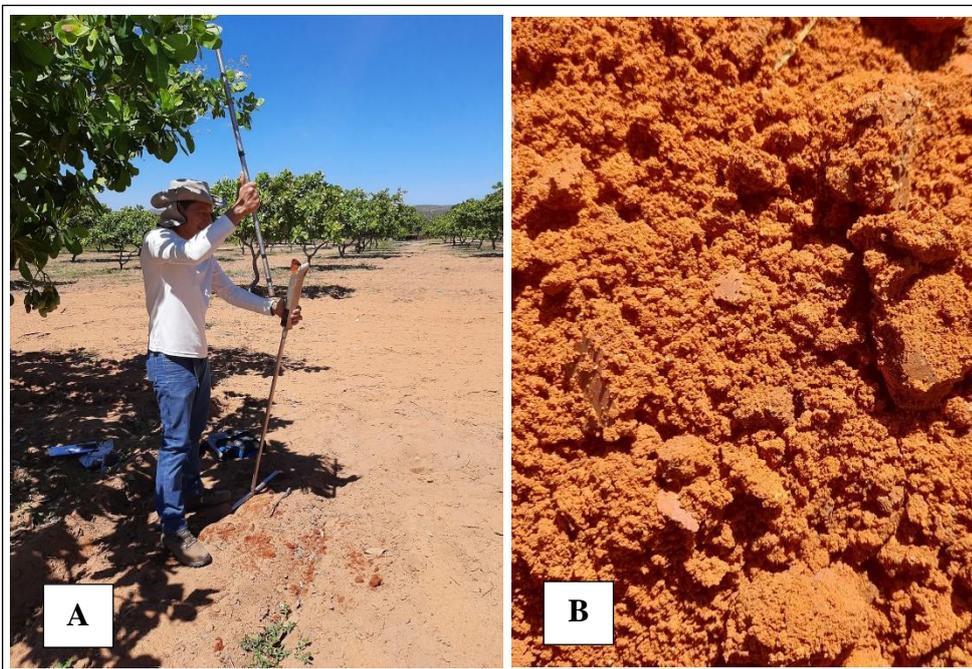
Unidade Geomorfológica (IBGE, 2021)	Classe de solo (IBGE, 2021)	Coordenadas (UTM – ZONA 24)	Município	Profundidade (cm)	Textura (classificação americana)	pH em água	Capacidade de Troca Catiônica	Saturação por bases (V%)
Chapada do Apodi	Argissolo Vermelho Eutrófico	632211.00E/ 9369079.00 S	Apodi	+130	Fraco arenosa	5,5	3,35	61,69
	Latossolo Amarelo Distrófico	709679.00 E/ 9428420.00 S	Serra do Mel	+220	Arenosa	4,9	3,65	20,84
Planícies e Terraços Fluviais	Neossolo Flúvico Eutrófico	737312.00 E/ 9391321.00 S	Ipanguaçu	+130	Arenosa	7,7	20,57	100
	Neossolo Flúvico Eutrófico	732504.00 E/ 9381372.00 S	Assu	+170	Franco siltosa	7,2	19,20	100
Chapadas Potiguares	Neossolo Quartzarênico Ortico*	213424.00 E/ 9422536.00 S	Touros	+120	Siltosa	6,1	4,58	61,62
Tabuleiros Costeiros do Nordeste	Neossolo Quartzarênico Ortico*	217226.00 E/ 9354989.00 S	Ielmo Marinho	40	Franco arenosa	4,9	8,04	2,50

Fonte: Elaboração própria com base nos dados laboratoriais.

Todos os solos foram coletados em áreas de plantação das três culturas utilizadas nesta pesquisa, praticadas na forma de sistema de plantio convencional em terrenos planos. As coletas foram realizadas nos solos pertencentes aos municípios de maior produção para cada cultura. As amostras coletadas foram descritas em campo e apresentam as características a seguir:

Nos solos da unidade da Chapada do Apodi, no município de Apodi, na área que compreende o que o IBGE (2021) chama de Argissolo Vermelho Eutrófico, destaca-se um solo de coloração 5 YR 7/6 (laranja) quando seco e 5 YR 6/8 (laranja) quando úmido (Figura 20). Suas estruturas descritas como fraca, muito pequena e do tipo granular. A consistência desse solo é ligeiramente dura quando seco, friável quando úmido e não plástica e ligeiramente pegajosa quando molhado. Não apresenta pedregosidade e apenas a média de 1,85% de cascalho.

Figura 20: Cor do solo superficial (A) e em profundidade (B) na unidade Chapada do Apodi, no município de Apodi, RN.



Fonte: arquivo do autor (2021).

Também na unidade Chapa do Apodi, mais precisamente em Serra do Mel, o solo coletado na área apresenta cores 5 YR 6/6 (laranja) quando seco e 2.5 YR 3/6 (bruno-avermelhado-escuro), quando úmido. As suas estruturas foram caracterizadas como fracas, pequenas e do tipo blocos subangulares. Cerosidade pouca e fraca e sua consistência classificada como macia, quando seca, friável, quando úmida, e plástica e pegajosa, quando molhada. Apresenta nódulos e concreções, como também minerais magnéticos.

Nos solos da unidade coletados do Vale do Açú, pertencente a unidade Terraços Fluviais, foram coletados solos em dois lugares distintos: na área de cultura de banana nas margens do rio Piranhas-Açú, em Assu, e afastado da margem, já no município de Ipanguaçu. Mesmo sendo solos com a mesma classificação, por serem solos provenientes de depósitos sedimentares, apresentam diferenças morfológicas significativas.

Em Assu os solos coletados apresentam coloração 5 YR 6/2 (bruno-acinzentado), quando seco, e 7.5 YR 5/3 (bruno-escuro), quando úmida (Figura 21A). A consistência quando seca se apresenta como dura, quando úmida se apresenta como firme e muito pegajosa e plástica quando molhada. As estruturas dos solos são caracterizadas como fracas, médias e subangulares. Apresenta na sua composição a presença de minerais micáceos.

Nos solos coletados no município de Ipanguaçu, apresentam cores 10 YR 5/2 (bruno-acinzentado), quando seca, e 7.5 YR 3/4 (bruno), quando úmida (Figura 21B). Não apresentou cerosidade. A consistência foi descrita como dura quando seca, muito firme quando úmida e não plástica e não pegajosa quando molhada. Apresenta nesse solo uma textura mais grossa que na mesma classe de solo coletado no município de Assu, com quase 9% de cascalho em profundidade.

Figura 21: Coleta de Neossolos Flúvicos nos municípios de Assu (A) e Ipanguaçu (B), com coloração e texturas diferenciadas.



Fonte: arquivo do autor (2021).

Nos solos das unidades Litoral Setentrional Nordestino e Litoral Oriental do Nordeste, foram caracterizadas, respectivamente, os solos nos municípios de Touros e de Ielmo Marinho, classificados segundo o IBGE (2021), na escala de 1/250.000, como Neossolos Quartzarênicos Órticos. Embora apresentem essa classificação, nas áreas de produção dos dois municípios que foram visitadas para a coleta de solos, as características dos solos diferem dos solos classificados como Neossolos Quartzarênicos. A granulometria dos solos e a profundidade não condizem os critérios para um Neossolo Quartzarênico.

Nos solos coletados em Touros, no assentamento Vila Assis (cultura abacaxizeira sem irrigação) e no distrito de Boqueirão (cultura com irrigação), os solos apresentam textura siltosa, com cores 5 YR 4/6 (bruno-avermelhado), quando seco, e 5 YR 3/6 (bruno-avermelhado-escuro), quando úmido (Figura 22). Cerosidade pouca e fraca. A estrutura moderada, pequenas e do tipo granular. A consistência é caracterizada como macia quando seca, friável quando úmida e ligeiramente plástica e pegajosa quando molhada.

Figura 22: coleta de solo em terreno preparado para o plantio do abacaxi no município de Touros, RN.



Fonte: arquivo do autor (2021).

Nos solos coletados no município de Ielmo Marinho, são descritos como rasos e encontram-se em terrenos ondulados, como cores 10 YR 6/4 (bruno-amarelado), quando seco,

e 5 YR 5/6 (bruno-avermelhado) quando úmido. As suas estruturas foram descritas como fraca, pequenas e granular. A sua consistência foi caracterizada como macia, quando secas, friável, quando umedecidas e plástica e pegajosa, quando molhadas.

Os demais dados dos solos que recobrem essas unidades geomorfológicas foram retirados de Jacomine et al. (1971): granulometria, profundidade, pH, Capacidade de Troca Catiônica (CTC) e saturação por bases (V%). As nomenclaturas das classes de solos desse referencial foram alteradas com base no novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SBCS). As informações das classes de solos desse material foram utilizadas para o mapeamento do IBGE (2021), através do Projeto RADAMBRASIL. Entre os dados dos solos utilizados, destacamos na tabela 04.

Tabela 04: Classes de solos do Rio Grande do Norte e suas características físicas e químicas.

Classe de solos (JACOMINE et al., 1971)	Profundidade (cm)	Textura (classificação americana)	pH em água	CTC	Saturação por bases (V%)
Cabissolo Háptico Eutrófico	80+	Argilosa	7,9	19,6	100
Gleissolo Háptico Eutrófico	80+	Argilosa	6,9	18,3	87
Latossolo Amarelo Eutrófico	200+	Franco-arenosa	4,3	2,1	23
Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	220+	Argilosa	6,6	7,1	88
Chernossolo Rendzênico Órtico	95+	Argilosa	8,1	39,7	100
Organossolo Háptico Fíbrico	65+	Franco-arenosa	4,2	141,8	42
Argissolo Vermelho-Amarelo Distróficos	150+	Franco-arenosa	5,0	2,1	19
Argissolo Vermelho Eutrófico	77+	Argilosa	5,8	6,8	71
Neossolo Litólico Eutrófico	14	Franco-argilo-arenosa	7,6	21,1	100
Neossolo Quartzarênico Órtico	150+	Arenosa	4,7	2,7	36
Neossolo Regolítico Eutrófico	50	Areia franca	5,1	3,6	71
Planossolo Nítrico Órtico	170+	Franco-areno-argilosa	4,1	11,9	73
Planossolo Háptico Eutrófico	70	Franco-areno-argilosa	7,2	24,7	100
Luvissolo Crômico Órtico	50+	Franco-argilosa	6,5	19,6	88
Vertissolo Háptico Órtico	120+	Argilosa	5,1	32	93

Fonte: adaptado de Jacomine, et al. (1971).

De forma geral, os solos presentes nessas unidades geomorfológicas são solos profundos e bem drenados, com exceção das áreas de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos,

encontrados nos limites da bacia sedimentar potiguar com o cristalino. Também na maioria dos solos não apresentam a limitação pedregosidade, apenas nas classes de Neossolos Litólicos e em alguns Planossolos Nítricos e Luvisolos Crômicos. Quanto a limitação rochosidade, só aparecem manchas de Nossolos Litólicos e em alguns Planossolos Nítricos.

Em relação a limitação saturação de alumínio (Al), que segundo Ferreira et al. (2006), pode gerar toxicidade as plantas e afetar a taxa de crescimento radicular da planta, destacamos aqui as classes de solos Latossolos e Argissolos encontrados no Rio Grande do Norte, apresentando principalmente nos Distróficos um valor elevado de alumínio trocáveis, acima de 15%, o que já é considerado tóxico, segundo Olmos & Camargo (1976, apud FERREIRA et al., 2006). Nota-se também a relação do pH com a saturação por Alumínio, mostrando que os solos potiguares com pH em água abaixo de 5,0 apresentam maior porcentagem de Al trocável.

Em relação a aptidão dos solos de acordo com os resultados químicos, destacamos que a maior parte desses solos para a área de estudo apresenta boa fertilidade, com Saturação por Bases acima de 50% e elevados valores de CTC, como os Chernossolos Rendzênicos Órticos, Luvisolos Crômicos Órticos e todas as classes do 3º nível categórico denominados de Eutróficos. Chamamos atenção para os solos Latossolo Amarelo Eutrófico, Organossolo Háplico Fíbrico e Argissolos Vermelhos-Amarelos Distróficos por apresentarem acidez elevada, com o valor do pH em água menor que 5,1.

5.2 Aplicação do Índice de Qualidade Ambiental para Agricultura nas unidades ambientais de produção do abacaxi, banana e caju do Rio Grande do Norte

Um dos grandes problemas enfrentados atualmente é a redução da oferta ambiental. Segundo a FAO (2015), 33% dos solos do mundo estão degradados e essa degradação é responsável pelo aumento da fome e desnutrição, aumento dos preços dos alimentos e abandono das terras. A degradação dos solos é responsável pela redução da superfície cultivável. Como uma das principais medidas para diminuir esse processo de degradação é difundir as boas práticas de manejo entre os agricultores.

Ao mesmo tempo que o solo deve ser conservado para garantir a produção de alimentos, os produtores e o Estado buscam ampliar a economia com o aumento das áreas cultiváveis e, conseqüentemente, o aumento da produção para comercialização. Como uma forma de contribuir com a ampliação das áreas plantadas e possibilitar uma melhor conservação do solo faz-se necessário os estudos sobre avaliação da aptidão das terras, que proporcionam a

utilização da oferta ambiental de forma racional, diminuindo assim a superexploração dos solos, sendo considerada uma importante ferramenta para planejamento territorial.

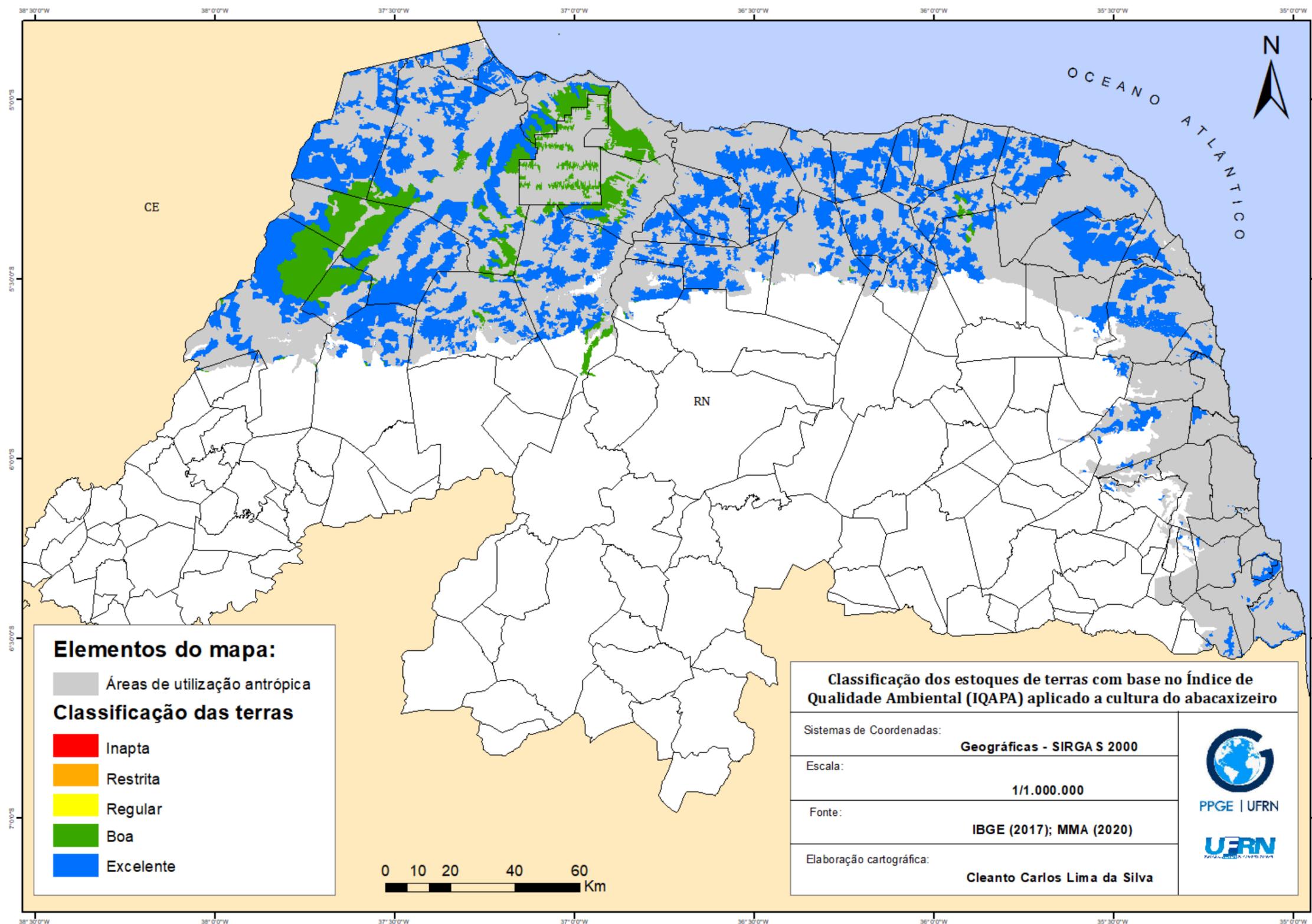
Nesta perspectiva, o Índice de Qualidade Ambiental para Agricultura foi criado com o objetivo de classificação das áreas aptas para o desenvolvimento agrícola no estado do Rio Grande do Norte, pensado para a expansão da produção das culturas do abacaxi, banana e caju, culturas essas com destaques na economia do estado. As áreas selecionadas para aplicação do índice as áreas denominadas de estoque de terras, que não apresentam utilização nem ocupação antrópica, sendo passíveis de serem avaliadas segundo os critérios do índice.

Destacamos que no processo de recorte das áreas do estado, até chegar nas unidades geomorfológicas que as culturas agrícolas são práticas e até serem reduzidas às áreas de estoque de terra, algumas variáveis que possibilitariam a classificação de áreas como restritas ou inaptas para o cultivo, acabaram não interferindo negativamente na classificação das terras. Como as delimitações das áreas de estoque de terra foram realizadas apenas nas unidades geomorfológicas sedimentares da Bacia Potiguar, variáveis como elevadas altitudes, grandes declividades, solos rasos e baixa umidade do ar, acabaram não tendo representações nestes recortes empíricos da aplicabilidade do índice.

Diante disto, analisaremos aqui os mapas das áreas classificadas de acordo com sua aptidão agrícola para o desenvolvimento das três culturas de destaque na pesquisa nas unidades selecionadas, propiciando assim o avanço dos cultivos para as unidades geomórficas e a porcentagem de terras de cada unidade que estão consideradas com maior aptidão para a ampliação das produções.

Em relação às áreas de estoque de terra para ampliação da produção do abacaxi nas unidades geomorfológicas selecionadas, destacamos aqui que a maior parte dos recortes de estoque de terra foi classificada como excelente (Mapa 18), pois é a cultura que menos apresenta restrições, apresentando melhor adaptação dos seus fatores edáficos às condições ambientais presentes no estado. Apenas algumas áreas como o Chernossolos Rêndzicos e o Latossolo Vermelho-Amarelo, na unidade Chapada do Apodi, e os Neossolos Litólicos, nos limites da unidade Terraços Fluviais com o cristalino, e em uma pequena área nas Chapadas Potiguares, foram classificados como boas para o cultivo.

Mapa 18: Classificação dos Estoques de Terras com base no Índice de Qualidade Ambiental para Agricultura (IQAPA) aplicado a cultura do abacaxizeiro.



Das variáveis que classificaram os solos como boa aptidão, destacam-se: textura argilosa, pH maior que 5,5 e a declividade superior a 5%, para os Chernossolos Rêndzicos Órtico; os solos com a CTC e V% baixa e declividade superior a 5%, para os Latossolos Amarelos Distróficos; e os solos pouco profundos, com pH superior a 5,5 e terreno ondulado, como declividades superiores a 5%.

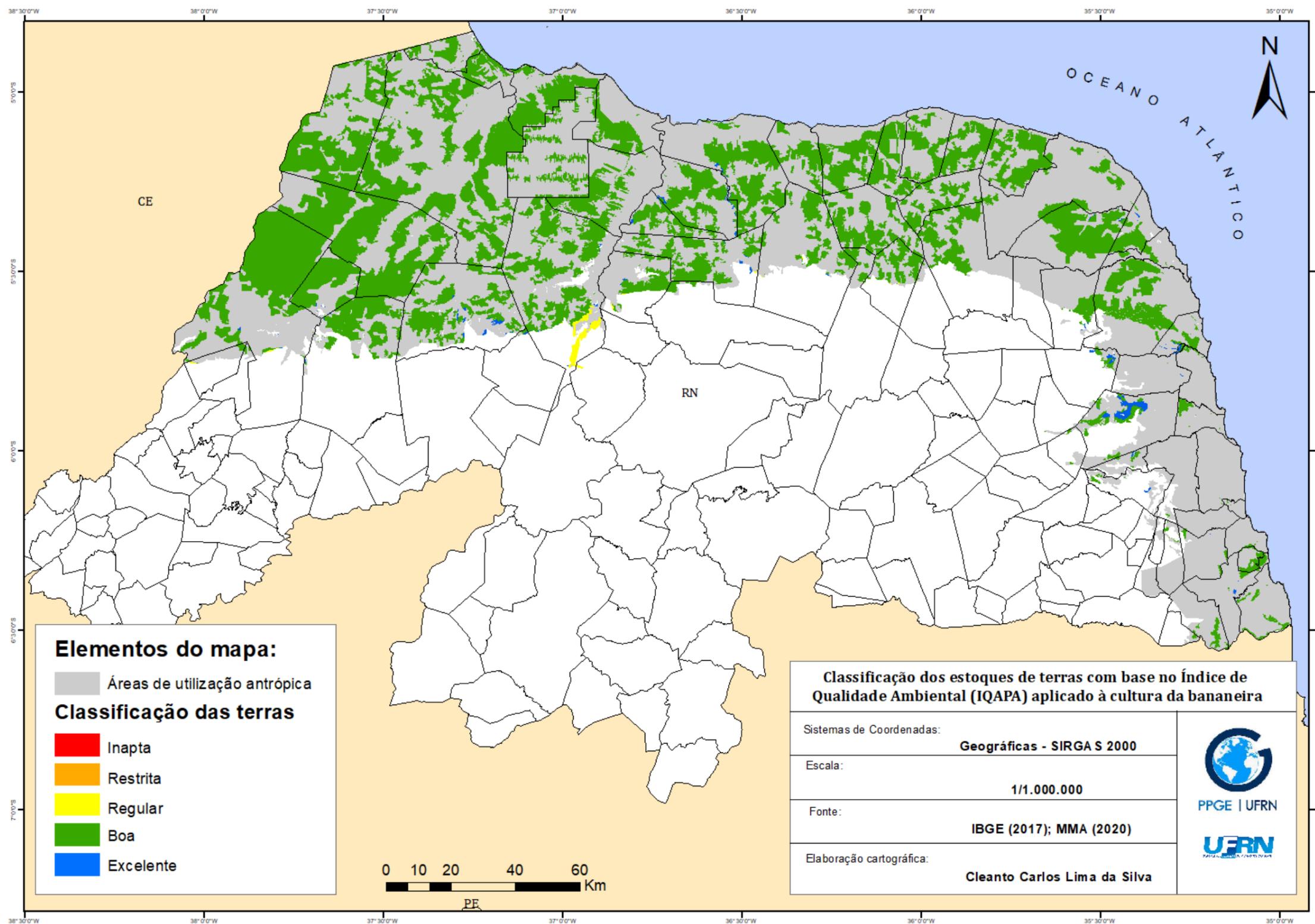
Ao todo, 82,89% das áreas de estoque de terras foram classificadas como excelentes para o desenvolvimento da abacaxicultura e 17,11% classificadas como boas. De todas as áreas excelentes para o cultivo, a maior parte se encontra na unidade Chapadas Potiguares, apresentando um total de 99,42% de toda a unidade.

Na análise dos estoques de terra de cada unidade geomorfológica, observa-se que na Chapada do Apodi 1.264,801 km² (33,39%) de terras foram classificadas como boas e os 2523,272 km² restantes (66,61%) classificadas como excelentes para o cultivo do fruto. Na Superfície Rebaixada do Rio Açu, 44,949 km² (5,99%) das terras classificadas como boas e 705,383 km² (94,01%) como excelentes. As demais unidades apresentaram todas as áreas de estoques de terras como excelentes para o cultivo.

No geral, os solos que recobrem as unidades geomorfológicas sedimentares do estado do Rio Grande do Norte são aptas para desenvolverem a cultura do abacaxi para comercialização, principalmente por serem solos com boa aeração e drenagem. Vale destacar que a maior parte das áreas produtoras do fruto (infrutescência) no Brasil é praticada em tabuleiros, feição predominante na área de estudo. Desta forma podemos dizer que os fatores pedológicos, climáticos e geomorfológicos atendem as condições fisiológicas das plantas, possibilitando até uma boa produção sem a utilização de sistemas de irrigação. Tais áreas podem ser utilizadas por este plantio oportunizando uma produção com baixos investimentos e utilizando-se diferentes sistemas de produção.

Na análise das áreas de estoques de terra nas unidades geomorfológicas selecionadas para a cultura da banana (Mapa 19), destacamos aqui que a maior parte das áreas se destacou como boa para o cultivo e uma pequena parte classificada como excelente, pois é uma cultura mais restritiva, sendo bastante dependente das condições climáticas, principalmente precipitação e umidade relativa do ar. Apenas 1,05% das áreas de estoques foram classificadas como regular para o cultivo.

Mapa 19: Classificação dos Estoques de Terras com base no Índice de Qualidade Ambiental para Agricultura (IQAPA) aplicado a cultura da bananeira.



Como na maior parte das áreas das unidades geomorfológicas apresentam precipitação inferior a 1000 mm e umidade do ar inferior a 80%, tais variáveis tiveram forte influência na classificação das áreas, predominando assim a classe boa aptidão para o cultivo da banana. Já na pequena área classificada como regular, foi influenciada pelas variáveis pluviosidade e umidade do ar somadas com a profundidade do solo considerado como pouco profundo, característica essa do Neossolo Litólico.

No geral, temos 98,48% das áreas de estoques de terras classificadas como boas, 1,01% classificadas como excelentes e 0,51% das terras classificadas como regulares. Destaca-se a unidade geomorfológica Chapada do Apodi, por apresentar todas as áreas de estoques classificadas como boas pelo índice, mesmo apresentando uma grande diversidade de solos e por ser uma das unidades com maiores investimentos em sistemas técnicos para a fruticultura em todo o estado do Rio Grande do Norte

Na análise particular das outras unidades geomorfológicas, temos: dos 750,332 km² da unidade Superfície Rebaixada, 699,709 km² (93,253%) de estoques de terras classificados como boas, 10,849 km² (1,75%) como excelentes e 39,774 km² (5,30%) classificados como regulares; das 183,880 km² de estoques de terras nas Planícies e Terraços Fluviais, 183,031 (99,53%) são classificados como boas e 0,849 km² (0,47%) como excelentes; nas Chapadas Potiguares, das 2642,832 km² de estoques de terras, 2633,592 km² classificados com boas e apenas 9,240 km² (0,35%) classificados como excelentes; e das 417,487 km² das áreas de estoques da unidade Tabuleiros Orientais, 359,346 km² (86,05%) são classificadas como boas e 58,241 (13,95%) como excelentes.

Observa-se no mapa 19 que as maiores áreas consideradas como excelentes são as áreas inseridas dentro da unidade geomorfológica Tabuleiros Orientais do Nordeste. Isso ocorre porque é a unidade que apresenta maior média de umidade relativa do ar e de pluviosidade devido à proximidade com o litoral oriental. Essas terras consideradas como excelentes dentro dessa unidade geomorfológica apresentam as classes de solos Argissolos Amarelos Distróficos, Planossolos Háplicos Eutróficos e Neossolos Flúvicos Eutróficos.

Destacamos a unidade geomorfológica Chapada do Apodi que apresenta todas as áreas de estoques de terras classificadas como boas. A unidade tem grande potencial para desenvolvimento do fruto, pois é uma unidade bastante utilizada para a prática da fruticultura voltada para a comercialização nacional e internacional, sendo uma das unidades do estado que apresenta maior investimentos em sistemas técnicos como poços, açudes e adutoras e contendo os municípios com maiores áreas irrigadas do estado. A irrigação aplicada ao cultivo da banana

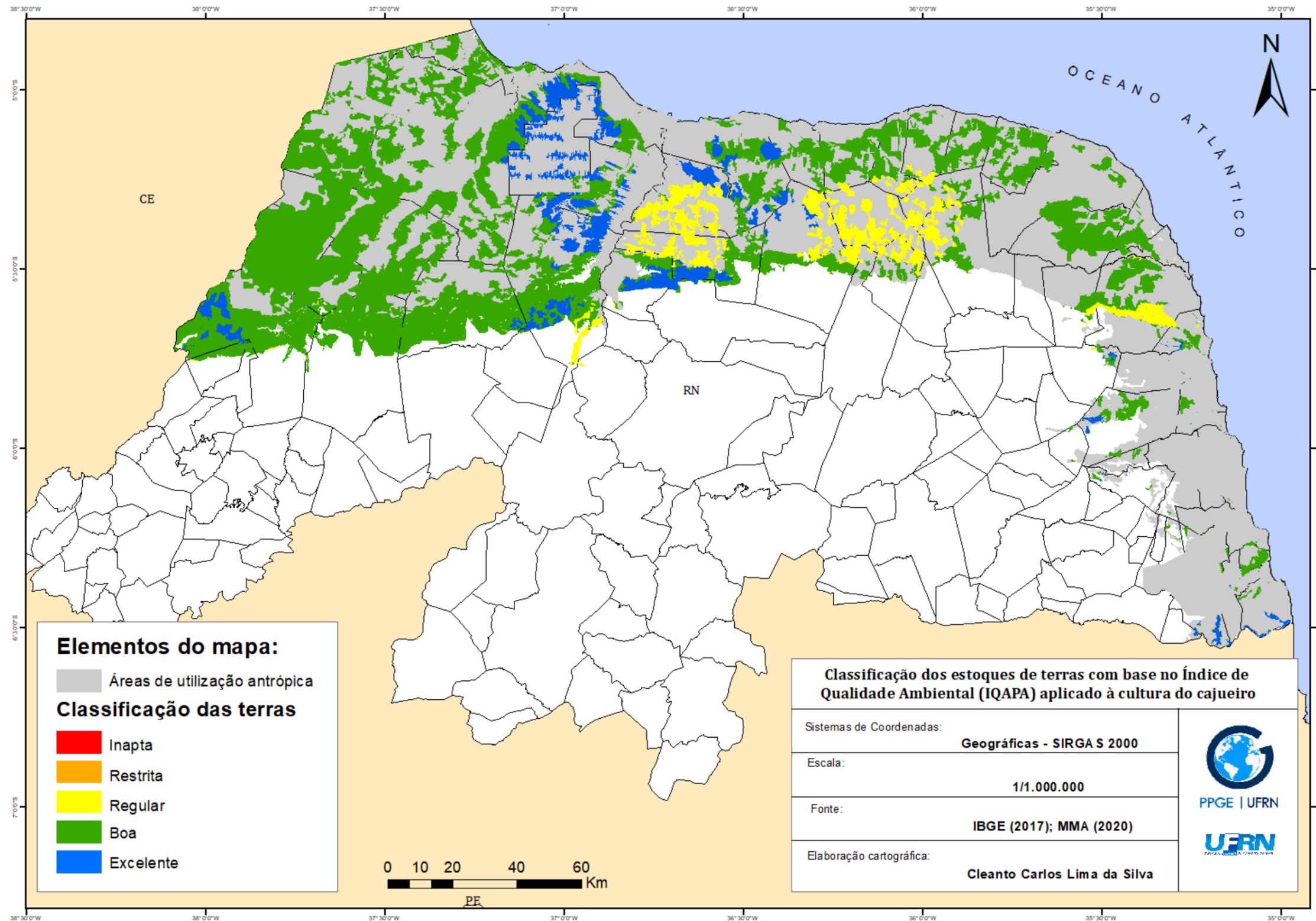
pode proporcionar uma melhor produtividade, diminuindo as influências das variáveis baixa umidade e pluviosidade para a unidade.

A unidade Superfície Rebaixada do Rio Assu também apresenta uma grande quantidade de sistemas técnicos hídricos e municípios que se destacam pela quantidade de áreas irrigadas, o que possibilita o melhor aproveitamento para o desenvolvimento da cultura da banana, assim como na Chapada do Apodi. Já a unidade Chapadas Potiguares precisa ter maiores investimentos em sistemas técnicos para irrigação, para que possa ampliar a área plantada da banana para a comercialização, assim como já acontece no município de Touros, pertencente a mesma unidade.

Por fim, a bananeira, assim como o abacaxizeiro, se desenvolve muito bem nas unidades geomorfológicas sedimentares analisadas pela presente pesquisa, estando as terras classificadas como boas, devido as condições climatológicas que não são ideias para o excelente desenvolvimento da cultura. Porém, diferentemente do abacaxizeiro, é necessário a utilização dos sistemas de irrigação para que a cultura possa ser desenvolvida com o objetivo de sua comercialização.

Em relação a cultura do cajueiro para ampliação da produção, as áreas de estoque nas unidades geomorfológicas selecionadas na pesquisa apresentam classificações regular, boas e excelentes melhor distribuídas (Mapa 20), o que a diferencia das outras duas culturas analisadas. Mesmo assim, nota-se uma porcentagem maior das áreas classificadas como boas, principalmente na unidade geomorfológica da Chapada do Apodi. As condições climáticas são muito boas para o desenvolvimento da cultura, tendo as condições pedológicas, como as variáveis profundidade e textura, a mais restritiva para a cultura na área de estudo.

Mapa 20: Classificação dos Estoques de Terras com base no Índice de Qualidade Ambiental para Agricultura (IQAPA) aplicado a cultura do cajueiro.



O destaque de maior área com melhor potencial agrícola vai para a área do município de Serra do Mel, na unidade Chapada do Apodi, sendo classificado com uma área excelente para a prática do cultivo. Esta terra já é utilizada para a produção de castanha de caju e se destaca como a maior produtora do estado e uma das maiores do país. Apesar dessa utilização da cultura na área sobre um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, ainda apresenta espaços que possibilitam a ampliação da cajucultura.

Outra área de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico na Chapada do Apodi que apresenta o mesmo potencial ambiental para o desenvolvimento da cultura que em Serra do Mel é na parte oeste do município do Apodi. Município que também já desenvolve a cultura do cajueiro, se destacando como o segundo maior produtor do estado. Destacamos também que nos limites leste da unidade Chapada do Apodi, há presença de Latossolos Vermelho-Amarelos Eutróficos classificados como excelente para o desenvolvimento da cultura.

Das terras classificadas como regular, destaca-se a unidade Chapadas Potiguares, sobre os Cambissolos Háplicos Ta Eutróficos. Essas áreas correspondem a uma região que não tem produção significativa da castanha de caju, de acordo com o IBGE (2017). Esses solos se tornam menos propícios para o bom desenvolvimento da agricultura devido a sua característica argilosa e o valor do pH elevado, não favorecendo tanto os processos fisiológicos da cultura.

Algumas outras áreas menores também foram classificadas como regulares: os Gleissolos Háplicos Eutróficos, na unidade Chapadas Orientais, e o Neossolo Litólico Eutrófico, na unidade Superfície Rebaixada do Vale do Rio Açu. No primeiro ambiente, a umidade relativa do ar elevada e o solo argiloso, condições que diminui a qualidade ambiental para o cultivo. Já no segundo ambiente, destaca-se o solo pouco profundo como o principal limitante.

De forma geral, as áreas de estoques de terras em todas as unidades geomorfológicas da bacia sedimentar foram classificadas desta forma: 850,595 km² (10,93%) como excelentes, 6.087,57 km² (78,22%) como boas e 844,328 km² (10,85%) como regulares. Na análise de cada unidade geomorfológica temos: 484,676 km² (12,79%) das terras classificadas como excelentes e 3.303,397 km² (87,21%) como boas, na Chapada do Apodi; 146,489 km² (19,52%) como excelentes, 556,023 km² (74,10%) como boas e 47,820 km² (6,38%) como regulares, na Superfície Rebaixada do Rio Açu; 182,986 km² (99,51%) como boas e apenas 0,894 km² (0,49%) como regular, nas Planícies e Terraços Fluviais; 160,894 km² (6,09%) como excelentes, 1692,353 km² (64,03%) como boas e 789,585 km² (29,88%) como regulares, nas

Chapadas Potiguares; e 58,647 km² (14,05%) como excelentes, 352,811 km² (84,51%) como boas e 6,029 (1,44%) como regulares, nos Tabuleiros Orientais do Nordeste.

Quando comparamos a classificação da aptidão agrícola dos estoques de terra do estado para as três culturas, observamos que o trabalho mostrou onde é necessário maior ampliação da técnica para se ter uma melhor produção dos cultivos. No caso do abacaxi, o cultivo tem maior capacidade de ampliação da produção sem investimentos de capital e de densidade técnica para todas as unidades geomorfológicas selecionadas, em relação as outras duas culturas. Isso se dá pelo fato de o abacaxizeiro apresentar menor restrição fisiológica em relação as variáveis ambientais existentes no estado.

A bananeira apresentou mais de 90% das áreas de estoques de terras classificadas como boas. Com uma boa aplicação de capital em sistemas técnicos que possibilitem a irrigação dessas áreas, há possibilidades de produção da banana voltada para a comercialização. Outro fator que contribuirá para o desenvolvimento excelente dessa cultura em alguns solos com baixa fertilidade natural nas unidades, são os investimentos de técnicas para o melhoramento da fertilidade, principalmente em solos classificados como distróficos.

Já o cajueiro foi o que apresentou maiores áreas de estoque de terra classificada como regular. As condições climáticas na maioria das unidades geomorfológicas são excelentes para o cajueiro, porém, são as condições pedológicas que limitam a cultura, como solos argilosos ou poucos profundos, o que dificulta intervenções técnicas para possibilitar a utilização da cultura com caráter comercial para essas áreas classificadas como regulares.

Conhecer as condições ambientais do território e os processos fisiológicos de cada espécie agrícola, possibilita realizar planejamentos voltado para o desenvolvimento agrícola do estado e classificar as áreas disponíveis para uso de acordo com a sua capacidade para determinado tipo de cultivo. Além disso, permite implementar ações ou indicar tipos de manejos que melhorem algumas limitações agrícolas, como a escassez de água, erosão dos solos e a baixa fertilidade natural dos solos.

Em relação as áreas que podem apresentar escassez de água, por não apresentar disponibilidade de sistemas técnicos de irrigação e a variável pluviosidade em quantidades adequadas para satisfazer as necessidades da cultura, algumas práticas contribuem para atenuar esse problema: como práticas de culturas em faixas, sulcos e terraços, entre outras, que possam assegurar maior infiltração da água da chuva; uso de plantio direto, que protege o solo com restos de vegetais, garantindo assim a restrição da perda da umidade e diminuindo a incidência solar sobre os solos; diminuir a exposição do terreno aos ventos com plantio de árvores e

arbustos formando uma barreira de quebra-vento; e seleção de variedade de planta (cultivares) adaptada a períodos de escassez de água.

A unidade geomorfológica Chapadas Interiores é a unidade que apresenta menor investimentos em sistemas técnicos de irrigação e a segunda unidade que apresenta maior quantidade de áreas de estoques de terra, entre todas as unidades sedimentares analisadas pela pesquisa. Para o desenvolvimento agrícola, a unidade requer mais implementações de sistemas técnicos para irrigação, pois existem espaços que os elementos técnicos como barragens e adutoras já existentes na unidade não realiza a cobertura adequada para o desenvolvimento da agricultura.

Quanto a erosão dos solos, é importante destacar que alguns solos existentes nas áreas de estoques de terra apresentam o horizonte Bt (B textural) que tem como característica diferença abrupta de textura em relação aos horizontes superficiais, o que facilita a erosão. Também deve-se ter cuidados especiais na utilização de solos arenosos, como os Latossolos e os Neossolos Quartzarênicos, que são mais susceptíveis à erosão. Uma das práticas de manejo que podem intensificar os processos erosivos nestes solos com horizontes Bt e arenosos é o revolvimento da parte superior do solo para a agricultura.

Entre as práticas de manejo para o estado visando combater à erosão, destacam-se: as culturas em faixas, semeaduras em curva de nível, terraceamento, cordões em contorno, terraços em patamar, valeteamento e coveamento. Vale salientar que solos que apresentam erosão laminar não são recomendados para o cultivo do cajueiro (RIBEIRO, et al., 2008). Para a cultura do abacaxi a recomendação de terrenos bem planos (até 3% de declividade) para o plantio tem como objetivo evitar a erosão e expor suas frágeis raízes. Para o cultivo da banana, recomenda-se colocar drenos para escoar o excesso de água da irrigação e o enleiramento dos restos da cultura, combatendo assim a erosão dos solos (NOMURA, et al., 2020).

Em relação a baixa fertilidade natural encontradas em alguns solos presentes nas áreas de estoques de terras, como os Neossolos Quartzarênicos e alguns solos da classe de Latossolos, que foram classificados como restritos e bons para os cultivos destacados nesta pesquisa, o melhoramento da fertilidade poderá ser feito com base de correções para neutralização de acidez ou uso de fertilizantes, como sugere Rodrigues e Silva et al. (1973). Nas áreas de tabuleiros litorâneos muitas vezes o cultivo da banana é inviabilizado devido a presença de alumínio trocáveis do solo que prejudica a absorção de água e nutrientes. O método de calagem pode ser aplicado para reduzir a saturação por alumínio nesses solos.

Conhecer os condicionantes ambientais negativos para a agricultura e as formas de minimização de seus efeitos são fundamentais no planejamento territorial com foco no desenvolvimento agrícola. Assim, consideramos que as áreas de estoques de terras mapeadas e classificadas nesta pesquisa podem ser utilizadas para o uso agrícola planejado para as três culturas, tendo compreendido assim suas potencialidades e limitações. Porém algumas áreas precisarão de maiores investimentos em sistemas técnicos de irrigação ou/e melhoramento em fertilidade do solo para que possa ter uma produção aproximada da classe excelente e ser plantadas para comercialização.

As áreas de estoques de terras devem ser pensadas e planejadas para inserção de investimentos que possam atrair empresas privadas que queiram investir capitais na produção das culturas (como o abacaxi e a banana) ou serem disponibilizadas para políticas de Reforma Agrária, visando terras produtivas para assentamentos rurais, que possam desenvolver cultivos com baixos investimentos (como o abacaxizeiro e o cajueiro), fortalecendo assim a agricultura familiar e possibilitando a utilização dessas terras com potencial, mas que não estão gerando renda.

Por fim, enfatizamos que a importância dos resultados obtidos com a delimitação e a classificação dos estoques de terras nas unidades geomorfológicas da bacia sedimentar potiguar tem como finalidade indicar as áreas não utilizadas e que apresentem potencialidades para o desenvolvimento das culturas do abacaxi, banana e caju, dando subsídios para o planejamento e gestão do território em escala estadual. Essas informações evitam desperdícios em investimento de capitais e o uso inapropriado do solo, que provoca a sua degradação, a ineficiência produtiva e problemas sociais, como à pobreza.

Em relação à escala do trabalho, os resultados obtidos aqui devem ser evitados para solucionar problemas na produção de pequenas propriedades agrícolas. As áreas de estoques de terras, para planejamento e investimentos mais específicos requerem estudos mais aprofundados com o levantamento das condições das terras com maiores detalhes. Porém, para trabalhos, programas e investimentos regionais, os dados disponibilizados se mostram importantes para evitar desperdícios de tempo em pesquisas e em capital, informações fundamentais para o planejamento territorial.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da aptidão agrícola do estado a partir da visão da Teoria da Evolução e Diferenciação dos Sistemas Agrários possibilita pensar em propostas para o desenvolvimento da agricultura no território levando em consideração a potencialidade dos recursos ambientais, como também considerando as políticas públicas e os sistemas técnicos que possibilitam as práticas dessa atividade. Para entender o sistema agrário do Rio Grande do Norte, através da potencialidade de suas terras e dos sistemas técnicos implementados, definimos três culturas com destaques no cenário da agricultura do estado: abacaxi, banana e caju.

Para as três culturas, procuramos referências que possibilitassem compreender suas necessidades fisiológicas, para assim, compreender as potencialidades ambientais que necessárias a cada cultura e indicar no território onde estão essas potencialidades. Para isso, criamos um índice denominado de IQAPA (Índice de Qualidade Ambiental para Agricultura), que possibilitou a união dos indicadores clima, solo e relevo e de suas variáveis.

Como indicadores fundamentais para o desenvolvimento dos processos fisiológicos de cada cultura, destacamos a precipitação, temperatura, umidade e luminosidade, variáveis da condição climática; textura, profundidade, pH e fertilidade (CTC e V%), da condição pedológica; e declividade e altitude, da condição geomorfológica. Variáveis essas que influenciam no crescimento, fotossíntese, floração, respiração e na absorção de crescimento para as plantas. Cada cultura vai necessitar dessas variáveis de formas distintas.

Nos levantamentos e caracterização dos recursos naturais do estado, realizamos primeiramente uma descrição das características geológicas do estado do Rio Grande do Norte, mostrando os domínios tectono-estruturais que forma as rochas pré-cambrianas e as rochas do cristalino e as de formação sedimentares meso-cenozoicas, responsáveis pela formação da Bacia Sedimentar Potiguar. Depois, caracterizamos as diferenciações climáticas do estado, destacando as espacializações das variáveis temperatura, precipitação e umidade do ar. Destaca-se que a variável luminosidade média anual para todo o estado é sempre suficiente para o excelente desempenho das três culturas em destaque.

Em seguida, mostramos as diferenciações do relevo do território potiguar, espacializando as variáveis declividade e altitude e de cada unidade geomorfológica existente na geologia sedimentar e na geologia do cristalino, e caracterizamos os solos de cada unidade geomorfológica, possibilitando, assim, compreender a diversidade da cobertura pedológica que

recobre o estado, como também a possibilidade de relacionar os aspectos naturais que constituem o potencial ambiental para a agricultura.

Além da espacialização do potencial ambiental para o desenvolvimento das três culturas selecionadas, também analisamos as políticas públicas que facilitaram o desenvolvimento agrícola no país e no estado, como também a inserção do sistema técnico que foi sendo implementado, através das políticas e ações de órgãos públicos. Entre as políticas, destacamos a lei de irrigação, as políticas de açudagens, criando os perímetros irrigados e a implementação da modernização agrícola, iniciando assim o desenvolvimento da fruticultura irrigada no estado.

Destacamos espacialmente também todo o sistema hídrico no território do Rio Grande do Norte, principalmente os sistemas técnicos para irrigação criado através das ações do Estado, como os sistemas de poços, as adutoras e todas as barragens/açudes criados pelas políticas de irrigação. Vale destacar que a maior parte dos sistemas técnicos de irrigação implementados no estado estão inseridos na área de embasamento cristalino, onde tem influências das condições climáticas do semiárido.

A partir da localização dos sistemas técnicos e da caracterização dos aspectos ambientais do Rio Grande do Norte, selecionamos as unidades geomorfológicas da bacia sedimentar potiguar para aplicação do índice IQAPA. As unidades geomorfológicas selecionadas são: Chapada do Apodi, Superfície Rebaixada do Açú, Chapadas Potiguares, Planícies e Terraços Fluviais e Tabuleiros Orientais do Nordeste, que correspondem a 36,07% do território estadual. Essas unidades são as unidades onde mais se produzem as culturas do abacaxi, banana e caju.

Na bacia sedimentar potiguar subtraímos os diversos tipos de uso e cobertura da terra, como as áreas urbanas, as unidades de proteção ambiental, as unidades agropecuárias e corpos hídricos e assim sinalizamos as áreas consideradas como estoques de terras, sendo aquelas que estão ociosas, sem apresentar nenhum tipo de uso e passível de expansão das culturas agrícolas analisadas. Essas áreas de estoque de terras correspondem a 35,93% (7.782,493 km²) da bacia sedimentar potiguar.

Destacamos a partir das cartografias 08 e 11 que os solos mais utilizados na área são respectivamente as classes de Argissolos, os Neossolos e os Latossolos, sendo os Chernossolos os menos explorados. Em relação a unidade geomorfológica, a Chapada do Apodi é a que se destaca por apresentar maior quantidade de estoques de terras que, sendo uma das áreas que mais se implementou os sistemas técnicos de irrigação, apresenta grande potencial de ampliação das produções das culturas selecionadas na pesquisa. Assim entendemos que é uma área que

apresenta grandes possibilidades de ampliação da fruticultura irrigada pela capacidade hídrica através de adutoras, poços e açudes que disponibilizam água para a unidade.

Outra unidade que se destaca na pesquisa são os Tabuleiros Orientais do Nordeste, pois apresenta uma das menores áreas de estoques de terras devido aos diversos usos e ocupações pela proximidade com o litoral e por apresentar a capital do estado, que possibilita maior ocupação no seu entorno por causa dos grandes números de serviços oferecidos. Essa unidade apenas apresenta algumas pequenas manchas de solos como os Latossolos Amarelos Distróficos, os Argissolos Vermelhos-Amarelos Distróficos e os Neossolos Quartzarênicos Órticos.

Os quantitativos de estoques de terra para cada unidade geomorfológica analisadas na pesquisa ficaram: Chapada do Apodi com 3.788,073 Km² (48,67%), Superfície Rebaixada do Rio Açu com 750,332 km² (9,64%), Planícies e Terraços Fluviais com 183,880 km² (2,36%), Chapadas Potiguares com 2642,832 km² (33,96%) e Tabuleiros Orientais do Nordeste com 417,487 km² (5,37%).

Na classificação da aptidão agrícola dessas áreas de estoques de terras, com base no IQAPA, obtivemos os seguintes resultados: para o abacaxi, 6.450,614 km² de terras (82,89%) classificadas como excelentes e 1.331,879 km² (17,11%) classificadas como boas. Para a cultura da banana, 39,774 km² (0,51%) foram classificadas como regulares, 7.663,651 km² (98,48%) como boas e 79,179 km² (1,01%) como excelentes. Já para a cultura do cajueiro, têm-se 844,328 km² (10,85%) das terras classificadas como regulares para o cultivo, 76.087,57 km² (78,22%) classificadas como boas e 850,595 km² (10,93%) como excelentes.

Das variáveis menos propícias para a área de estudo em relação ao cultivo do abacaxi, destacaram-se os solos com textura argilosa, com pH maior que 5,5 e as áreas com declividade superior a 5%. Para a cultura da banana, as variáveis mais restritivas foram principalmente das condições climáticas, como precipitação abaixo de 1000 mm e umidade relativa do ar menor que 80% em quase toda as unidades geomorfológicas, porém alguns solos poucos profundos e com baixos Valor de base e de Capacidade de trocas Catiônicas também influenciaram na classificação como não excelentes. Já para o cultivo de caju, teve uma maior influência das variáveis dos solos, como a pouca profundidade e textura argilosa presente, para a não classificação das terras como excelentes.

Algumas das características ambientais presentes nas áreas de estudo e que não satisfazem as necessidades fisiológicas das culturas, podem ser minimizadas através da utilização de práticas de manejo mais adequadas, para os solos mais propícios à erosão, e

investimento em técnicas de irrigação, para as áreas com deficiência de água, e para melhorar a fertilidade dos solos que apresentam fertilidade natural baixa. Compreender esses condicionantes ambientais localizá-los são fundamentais para realizar o planejamento e gestão do território com foco no desenvolvimento agrícola.

Desta forma concluímos que as áreas mapeadas e classificadas nas unidades geomorfológicas da bacia sedimentar do estado do Rio Grande do Norte podem ser utilizadas para o uso agrícola e para elaboração de programas de desenvolvimento agrários para o estado. Porém algumas áreas requerem maiores investimentos técnicos, como sistemas de irrigação e/ou corretivos e fertilizantes com a finalidade de produzir de melhor qualidade para a comercialização.

As áreas de estoques de terras devem ser pensadas e planejadas pelo governo do Rio Grande do Norte com a finalidade do desenvolvimento agrícola do estado, tendo em vista que as áreas se mostraram propícias para a prática agrícola e, principalmente, para a produção do abacaxi, banana e caju, culturas importantes no mercado estadual, nacional e internacional. A viabilidade agrícola das áreas de estoques de terras classificadas como aptas de acordo com o Índice de Qualidade Ambiental para Agricultura (IQAPA) fornece subsídios para o planejamento e gestão do território, indicando as áreas para inserção de sistemas técnicos por parte do Estado, de investimentos de capital por empresas privadas e de políticas de Reformas Agrárias, indicando as áreas aptas para criação de assentamentos rurais.

Em relação a proposta do trabalho, destacamos aqui que o índice proposto possibilitou a classificação das terras para o desenvolvimento das culturas do abacaxi, banana e caju, mas que não só se limita as três culturas citadas, pois, adaptando as necessidades edáficas de cada cultura praticada no estado do Rio Grande do Norte, é possível utilizar o índice para classificação das terras para cultivos distintos. Além de servir como uma ferramenta de planejamento e gestão, a metodologia realizada para a aplicação do índice também se trata de uma contribuição científica capaz de ser utilizada e adaptada em outras pesquisas acadêmicas.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. A. O papel do clima na evolução do relevo: a contribuição de Julius Büdel. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 19, p. 111-118, 2006.

ALVES, H. M. R.; ALVARENGA, M. I. N.; LACERDA, M. P. C.; VIEIRA T. G. C.. **Avaliação das terras e sua importância para o planejamento racional do uso**. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, MG, 2003

ALVES, É. J.; OLIVEIRA, M. A. ; DANTAS, J. L. L. ; OLIVEIRA, S. L. . Exigências climáticas. In: ÉLIO JOSÉ ALVES. (Org.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2ed. Brasília-DF: Embrapa- SPI, 1999, v. 1, p. 35-46.

AMARAL, F. C. S. do; SANTOS, H. G. dos; ALGIO, M. L. D.; DUARTE, M. N.; PEREIRA, N. R.; OLIVEIRA, R. P.; CARVALHO JUNIOR, W. de. **Mapeamento de Solos e Aptidão Agrícola das Terras do Estado de Minas Gerais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos Recursos Hídricos**: informe 2016. Agência Nacional de Águas. Brasília/DF: ANA, 2016.

ANDRADE, A. A. de. O uso do território pela fruticultura irrigada no Rio Grande do Norte: uma análise a partir do circuito espacial produtivo do melão (*cucumis melo* l.). 2013. 232 f. **Dissertação** (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte: Natal, 2013.

ANDRADE, L. A. Internacionalização e agricultura: a fruticultura tropical no Rio Grande do Norte no contexto da mundialização. **Tese de doutorado** - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós - Graduação em Geografia. Natal, 2018. Pág. 241.

ANDRADE, M. C. de.. **A questão do território no Brasil**. 2ª ed. São Paulo: HUCITEC, 2004.

ANDRADE, V. de C. T.. O uso agrícola do território no Rio Grande do Norte: da agroecologia à agricultura orgânica. 2019. 290f. **Tese de doutorado** - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

ARAI, M. A Grande Elevação Eustática do Mioceno e Sua Influência na Origem do Grupo Barreiras. **Geol. USP Sér. Cient.**, São Paulo, v.6, n2, p. 1-6, 2006.

ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão Ambiental de Área Degradada**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

BABBIE, E. **Métodos De Pesquisas De Survey**. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

BARTHOLOMEW, D. P.; PAULL, R. E.; ROHRBACK, K. G.. **The Pineapple Botany, Production and Uses**. University of Hawaii at Manoa Honolulu – USA, 2003. ISBN 0-85199-503-9

BARBOSA NETO, M. V. **Zoneamento da aptidão agrícola e uso dos solos da área do médio curso do rio Natuba – PE**. Dissertação de mestrado – Departamento de Ciências Agrárias, UFPE, Recife, 2011.

BARROS, L.M. Caracterização morfológica e isoenzimática do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) tipos comum e anao-precoce, por meio de técnicas multivariadas **Tese de doutorado**. Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz. Piracicaba, ESALQ, 1991. 256p.

BEEK, K. J.; BENNEMA, J. **Land Evaluation for Agricultural Land use Planning**; na ecological method. Wageningen: University of Agriculture – Department of Soil Science and Geology, 1972. 60 p.

BRAINER, M. S. de C. P.; EVANGELISTA, F. R. Proposta de Zoneamento para a Cajucultura. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2006. 178 p. (Série Documentos do ETENE, n. 10). Versão digital disponível em: https://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/livroDetalhe.aspx?cd_livro=1

BRAINER, M. S. C. P. e VIDAL, M. F. Cajucultura nordestina em recuperação. **Caderno Setorial ETENE**. Ano 3, Nº 54, Novembro, 2018. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/documents/80223/4141162/54_caju.pdf/95e65093-50e1-b48d-ab01-15f3a8f690b4. Acesso em: dezembro de 2021.

BRAINER, M. S. C. P. e VIDAL, M. F. Cajucultura. **Caderno Setorial ETENE**. Ano 5, Nº 114, Maio, 2020. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/documents/80223/7106244/114_Caju.pdf/b0348238-45be-b060-3629-488c2e70a499. Acesso em: dezembro de 2021.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Levantamento Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado do Rio Grande do Norte**. Boletim técnico nº 21. Recife–PE, 1971.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Aptidão agrícola dos solos do estado do Rio Grande do Norte. Boletim técnico nº 22. Recife–PE, 1973.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático**. Instrução Normativa Nº 2, de 9 de outubro de 2008.

SOBRAL, A.; FREITAS, C. M. de; PEDROSO, M. de M.; GURGEL, H. Definições básicas: dado, indicador e índice. In.: Carlos Machado de Freitas (organizador): **Saúde Ambiental: guia básico para construção de indicadores**. Brasília/DF, 2011.

CALDERAN, I. S. B.; FUGITA, R. H. **Agricultura familiar promovendo hábitos alimentares saudáveis na merenda escolar**. Governo do Estado do Paraná. v. 1, 2010.

CALLADO, A. C.. **Os industriais da Sêca e os “GALILEUS” DE PERNAMBUCO**. Editora Civilização Brasileira S.A. Rio de Janeiro, 1960.

CASTRO, I. E. de. **Geografia e Política: Território, escalas de ação e instituições**. 3ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

CARMO, M. S.; SALLES, J. T. A. O. **Sistemas familiares de produção agrícola e o desenvolvimento sustentado**. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, Anais. Florianópolis. 3, 1998.

CAVALCANTI, J. J. V.; BARROS, L. de M.. Avanços, desafios e novas estratégias do melhoramento genético do cajueiro no Brasil. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1, 2009, FORTALEZA. **Anais...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. p. 83-101.

COLLINS, J.L. **The pineapple, botany, cultivation and utilization**. New York: Interscience Publishers, 1960. 244p.

CORDEIRO, Z. M.; MOREIRA, R. S. A bananicultura brasileira. In: **Reunião Internacional da ACORBAT**, 17., 2006, Joinville. Anais... Joinville: ACORBAT/ACAFRUTA, 2006. v.1, p. 36-47

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Geologia e Recursos Minerais do Rio Grande do Norte – Escala 1: 500.000. Recife: CPRM, 2006.

CPRM - Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais. PFALTZGRAFF, Pedro Augusto dos Santos; TORRES, Fernanda Soares Miranda de [Org.]. **Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte**. Rio de Janeiro, 2010.

CHRISTOPHERSON, R. W.. **Geossistemas – Uma introdução à geografia física**. Tradução: Francisco Eliseu Aquino ... (*et al.*). Porto Alegre: Bookman, 7ª edição, 2012.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.

CHRISTOFOLETTI, A.. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

COCHET, H. **L'Agriculture Comparée**. Paris: Editions Quae / NSS Dialogues, 2011. Disponível em: <<https://journals.openedition.org/economierurale/3577>> Acesso em 20 de janeiro de 2020.

CODEVASF. **Caderno de caracterização: estado do Rio Grande do Norte / organizadores, Renan Loureiro Xavier Nascimento, Camilo Cavalcante de Souza, Marcos Antonio das Neves de Oliveira – Brasília, DF : Codevasf, 2021.**

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **A participação do abacaxi no desenvolvimento econômico nas regiões produtoras**. Companhia Nacional de Abastecimento. – V. 1, Brasília: CONAB, 2016.

CORRÊA, A. C. B.; TAVARES; B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA; D. R. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 31, n. 1-2, p. 35-52, 2010.

CORRÊA, A. C. B.; SOUZA, J. O. P. de; CAVALCANTI, L. C. S.. Solos do ambiente semiárido brasileiro: erosão e degradação a partir de uma perspectiva geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. do C. O. (org). 1º ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

COSTA, J. D. da. Caracterização, classificação e aptidão agrícola de solos em projeto de assentamento na Chapada do Apodi, RN. Tese (doutorado) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água, 2018.

CRESTANI, M.; BARBIERI, R. L.; HAWERROTH, F. J.; CARVALHO, F. I. F. de. Das Américas para o Mundo: origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.6, p.1473-1483, 2010. ISSN 0103-8478

CRISOSTOMO, L.A. Avaliação da fertilidade em dez unidades de solo cultivadas com cajueiro nos estados de Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. **Tese - Professor Titular** – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1991.

CRISÓSTOMO, L. A. Clima, solo, nutrição mineral e adubação para o cajueiro-anão precoce. In: ARAÚJO, J. P. P. de. (Editor). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília: EMBRAPA, 2013. p. 41-60.

CRISÓSTOMO, L. A; *et al.*. Cultivo do cajueiro anão precoce: Aspectos fitotécnicos com ênfase na adubação e na irrigação. **Circular técnico 08**. Fortaleza – CE, outubro, 2003.

DANTAS, M. E.; FERREIRA, R. V. Relevô. In: PFALTZGRAFF, P. A. S.; TORRES, F. S. M. **Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM, 2010. p. 77-92.

DANTAS, A. R.; GALINDO, A. C.; MEDEIROS, V. C. de; CALVALCANTE, R.; SOUZA, R. F. de. Stock Nova Cruz (Domínio São José do Campestre, porção NE da Província Borborema): Geologia e Petrografia. **Boletim Paranaense de Geociências**. V. 75, 2019, p. 26-42

DESLANDES, C. A. **Avaliação de imóveis rurais**. Viçosa: Aprenda Fácil, Minas Gerais 2002, 282 p.

DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, G. P. de; MAIA, R. B.; FERREIRA, B.. Climatologia do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima. **Bol. Goia. Geogr.** (Online). Goiânia, v. 35, n. 3, p. 488-506, set./dez. 2015.

DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, G. P. de; MAIA, R. B.; FERREIRA, B.. Mapeamento geomorfológico do estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 18, nº 4, 2017.

DUFUMIER, M. **Projetos de desenvolvimento agrícola: manual para especialistas**. Salvador: EDUFBA, 2007.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2006.

EMBRAPA. **A cultura do abacaxi**. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. – 2. ed. rev. amp. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 91 p.

EMBRAPA Mandioca e Fruticultura do Brasil. **A cultura da banana**. Coleção Plantar. 3. ed. rev. e amp. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Aptidão agrícola das terras do Brasil - potencial de terras e análise dos principais métodos de avaliação**. Brasília, Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999b. 36p.

EMBRAPA. **Relatório de avaliação dos impactos das tecnologias geradas pela Embrapa**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Fortaleza, CE, 2020.

EMBRAPA. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc) para o sorgo granífero no Brasil** / Daniel Pereira Guimarães ... [et al.]. – Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020.

FAO. A Framework for land evaluation. **Soils Bulletin** 32. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1976. VII, 72 p.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils (2015) Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report, Rome: FAO.

FERNANDES, A. G.. **Fitogeografia Brasileira**. 1. ed. Fortaleza - CE: Multigraf, 1998. v. 1. 340p.

FERREIRA, E. de O.. **Desenvolvimento de Sistema de Indicadores de Avaliação de Infraestrutura Rodoviária no Contexto do Desenvolvimento Regional**. Dissertação (mestrado em transportes) – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, 2006. 175f.

FERREIRA, R. de P.; MOREIRA, A.; RASSINI, J. B.. **Toxidez de alumínio em culturas anuais**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 35 p.; 21 cm.— (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 63).

FERREIRA, J. C. V. Relação praia-falésia de São Cristóvão, Ponta do Mel - Areia Branca (Litoral Setentrional) e Cacimbinha - Tibau do Sul (Litoral Oriental), RN – Brasil. **Tese** (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia, Natal, 2019.

FORMAGGIO, A. R.; ALVES, D. S. ; EPIPHANIO, J. C. N. . Sistemas de Informações Geográficas Na Obtenção de Aptidão Agrícola e de Taxa de Adequação de Uso das Terras. **REVISTA BRASILEIRA CIENCIA DO SOLO**, Campinas (SP), v. 16, n.3, p. 249-256, 1992.

FRANCISCO, C. E. S.; COELHO, R. M.; TORRES, R. B.; ADAMI, S. F. **Espacialização de análise multicriterial em SIG: prioridade para recuperação de Áreas de Preservação Permanentes**. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. Anais. São José dos Campos: INPE, 2007, p.2643-2650.

FRANCISCO, P. R. M. **Classificação e Mapeamento de mecanização das terras do estado da Paraíba utilizando sistema de informações geográficas**. Dissertação de Mestrado (mestrado em Mestre em Manejo de Solo e Água). Centro do Ciências Agrárias – Areia: UFPB/CCA, 2010.

FRANCISCO, P. R. M.; PEREIRA, F. C.; MEDEIROS, R. M. de; SÁ, T. F. de. **Zoneamento de risco climático e aptidão de cultivo para o município de Picuí-PB**. Revista Brasileira de Geografia Física, v.5, p.1043-1055, 2011.

GOMES, S. L. S.; WOLLMANN, C. A.. A influência da distribuição da precipitação pluviométrica na produção agrícola de soja, no município de Tupanciretã/RS, entre os anos de 2014 e 2015. **Ciência e Natura**, v. 39, p. 75-80, 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário 1985. Rio de Janeiro: 1985. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso contínuo.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário 1995. Rio de Janeiro: 1995. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso contínuo.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário de 2006**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso contínuo.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário 2017. Rio de Janeiro: 2017. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso contínuo.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Área da unidade territorial: Área territorial brasileira 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021

INMET (Org.). **NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DO BRASIL, PERÍODO 1961- 1990**. Disponível em: Acesso em: 24 abr. 2014.

JANNUZZI, P. M. **Indicadores sociais no Brasil: conceitos, fontes de dados e aplicações**. 3ª edição. Campinas: Alínea, 2004.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2004, 431p.il.

LANI, J. L.; FIGUEREDO, L. A. ABUD, E. A.; EMERICK, M. B. D. **Classificação da Aptidão Agrícola das Terras do Projeto de Assentamento Che Guevara, Mimoso do Sul, Espírito Santo**. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e as Dinâmicas da Apropriação da Natureza, Viçosa, 2009.

LEAL, F.; ANTONI, M.G. Espécies del género Ananas: origem y distribución geográfica. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Maracay, n.29, p.5-12, 1981.

LEPSCH, I. F. **Influência dos fatores edáficos na produção**. In: CASTRO, P.R.C. **Ecofisiologia da Produção Agrícola**. Piracicaba, POTAFOS, p.83-100, 1987.

LEPSCH, I. F. (Coord.). **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175 p.

LIMA, M. G. **A história do intemperismo na Província Borborema Oriental, Nordeste do Brasil: implicações tectônicas e paleoclimáticas**. 2008. 594 f. Tese (Doutorado em

Geodinâmica e Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Natal, 2008.

LICHTEMBERG, L. R; LICHTEMBERG, P. dos S. F. Avanços na bananicultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, E. 029-036, outubro de 2011.

LIMA, F. L. S. de. **Território, Técnica e Agricultura no Rio Grande do Norte**. Dissertação de mestrado (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Natal, 2015.

LIMA, F. L. S. de; LOCATEL, C. D. « **Expansão e dinâmica da territorial da cajucultura no Rio Grande do Norte: uma reflexão a partir do conceito de circuito espacial produtivo** ». In: DANTAS, A.; ARROYO, M.; CATAIA, M. (Orgs.). *Dos circuitos da economia urbana aos circuitos espaciais de produção: um diálogo com a teoria de Milton Santos*. Natal: Sebo Vermelho, 2017. pp. 267-299.

LOCATEL, C. D. e LIMA, F. L. S. de. Territórios Rurais e Reestruturação Produtiva do Capital no Rio Grande do Norte. Edição especial - **Revista Formação**, v. 1, n. 23, 2016, p. 33 – 61. Disponível em: <http://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/3639>

LOCATEL, C. D. Uso do território e agricultura no Rio Grande do Norte: materialidades e estruturas. *Confins* [En ligne], 34 | 2018, mis en ligne le 07 avril 2018, consulté le 01 juillet 2020. URL : <http://journals.openedition.org/confins/12942>

MAIA, R. P. Geomorfologia estrutural, neotectônica e carste: exemplos no nordeste brasileiro. **Revista de Geografia** (Recife) V. 35, No. 4 (especial XII SINAGEO), 2018.

MAIA, R. P. Geomorfologia dos maciços de Portalegre e Martins – NE do Brasil: inversão do relevo em análise. **Revista Brasileira de Geomorfologia** (Online), São Paulo, v.17, n.2, (Abr-Jun) p.273-285.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E. de; PERES, J. R. R. **Uso Agrícola dos Solos Brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2011. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático**. Portarias segmentadas. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamentoagricola/portarias-segmentadas-por-uf>> Acesso em 20 de junho de 2012.

MARCELO, V. F.. Manejo da qualidade física de solos coesos em Tabuleiro Costeiro de Pernambuco. **Dissertação** (mestrado em engenharia ambiental) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Tecnologia Rural, Recife, 2015.

MARIANO, Z. F.; SANTOS, M. J. Z. dos ; SCOPEL, I. . **A importância das chuvas para a produtividade da soja na microrregião do sudoeste de Goiás (GO)**. In: Lucia Helena de

Oliveira Gerardi; Pompeu Figueiredo de Carvalho. (Org.). Geografia: ações e reflexões. 1ed. Rio Claro-SP: AGETEO, 2006, v. 1, p. 375-392.

MARINHESKI, V. Capacidade de uso da terra em uma propriedade representativa na bacia hidrográfica do rio do Atalho, Cruz Machado – PR. **Revista Espacios**, v. 38, n. 27, p 7, 2017.

MARINHO, J. R. de O.; OLIVEIRA, V. P. V. de. O paradigma transdisciplinar e suas contribuições para a ciência do solo e seu ensino. **Revista Homem, Espaço e Tempo** – Universidade Estadual Vale do Acaraú. v. 6, n. 2, 2012.

MATOSO, S. C. G.; LIMA, R. I. M. P.; MACHADO, J. C. V.; SILVA, R. P. . **Potencial agrícola dos solos e dinâmicas territoriais da amazônia ocidental brasileira**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 32, n. 1/2, p. 129-151, 2015.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. Brasília/ São Paulo: NEAD/ MDA e Editora da UNESP, 2010. Disponível em: < <http://www6.ufrgs.br/pgdr/arquivos/790.pdf> >

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2007. 206 p.

MIGUEL; L. de A.; MAZOYER, M. . **Sistemas Agrários e Desenvolvimento Rural**. In: CONTERATO, M. A.; RADOMSKY, G. F. W.; SCHNEIDER, S. (Ed.). Pesquisa em Desenvolvimento Rural – Aportes Teóricos e Proposições Metodológicas. Vol 1. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 297–312, 2014. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/pgdr/publicacoes/producao textual/lovois-de-andrade-miguel-1/miguel-l-a-mazoyer-m-sistemas-agrarios-e-desenvolvimento-rural-in-conterato-m-radomsky-g-schneider-s-ed-pesquisa-em-desenvolvimento-rural-vol-1-porto-alegre-editora-da-ufrgs-2014-p-297-2013-312>>

MIGUEL, L. de A.; MAZOYER, M.; ROUDART, L.; WIVES, D. G.. Abordagem sistêmica e sistemas agrários. MIGUEL, L. de A (org.). **Dinâmica e diferenciação de sistemas agrários**. UFRGS. – 2. ed. rev. e ampl. – dados eletrônicos. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2018.

MITCHELL, J.D.; MORI, S.A. The cashew and its relatives (Anacardium: Anacardiaceae). **Memories on the New York botanical garden**, v.42, p.1-76, 1987.

MORTON, J.F. The cashew's brighter future. **Economic Botany, New York**. 15(1):57-78. 1961.

MOTA, J. C. A.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; AMARO FILHO, J.; ROMERO, R. E.; MOTA, F. O. B.; LIBARDI, P. L.. Atributos mineralógicos de três solos explorados com a cultura do melão na Chapada do Apodi: RN. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 31 (3), 2007 - <https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000300004>.

MOTA, J. C. A. Caracterização física, química e mineralógica, como suporte para o manejo, dos principais solos explorados com a cultura do melão na Chapada do Apodi – RN. **Dissertação (mestrado)** - Universidade Federal do Ceará, Departamento de Ciências do Solo, 2004).

MUEHE, Dieter. Geomorfologia costeira. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

MUEHE, Dieter. Litoral brasileiro e sua compartimentação. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antônio José Teixeira (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

NASCIMENTO, R. S. C. do.. **Químioestratigrafia de Delta13 C Delta18 O e 87Sr/86Sr aplicada a mármores da Faixa Seridó (NE do Brasil): implicações geotectônicas e paleoambientais**. Tese de doutorado (Pós-graduação em Geociências) – Recife/ PE, 2002.

NETO, A. R.; MELO, B. A cultura da bananeira. Umberlândia: Universidade Federal de Umberlândia. Instituto de Ciências Agrárias, 2015. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/banana3.htm> >. Acesso em: 27 de dezembro de 2021.

NOMURA, E. S., et al. **Cultivo da Bananeira**. Manual Técnico 82. Campinas - SP, CDRS, 2020. 178p.

OLIVEIRA, J. B. de. **Pedologia Aplicada**. 4. Ed. – Piracicaba: FEALQ, 2011.

OLIVEIRA, J., MANSO, C. L. C., ANDRADE, E. J.. Petalobrissus do Cretáceo da Formação Jandaíra. **Brazilian Journal of Geology**, 43(4), 2013, p. 661-672.

PAIVA, J. R.; BARROS, L. M.; CRISÓSTOMO, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.. **Recursos genéticos do cajueiro: coleta, conservação, caracterização e utilização**. Fortaleza – Embrapa Industria Tropical, 2003, 43 p.

PEREIRA, L. C.; LOMBARDI NETO, F. **Avaliação da Aptidão Das Terras: uma proposta metodológica**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004.

PESSONI, L. A.. Estratégias de análise da diversidade em germoplasma de cajueiro (*Anarcadium* spp. L.). **Tese** (doutorado) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa: UFV, 2007.

PORTO, V. H. da F. Sistemas Agrários: uma revisão conceitual e de métodos de identificação como estratégias para o delineamento de políticas públicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 97-121, 2003.

QUARTAROLI, C. F.; MIRANDA, E. E.; HOTT, M. C.; VALLADARES, G. S. **Classificação e quantificação das terras do Estado do Maranhão quanto ao uso, aptidão agrícola e condição legal de proteção**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2008.

RAMOS, A. D.; (et al).. **A cultura do Caju**. Embrapa - Serviço de Produção de Informação-SPI Brasília, DF, 1996, 96 p.

RAMALHO-FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65 p.

REINHARDTE, D. H.; SOUZA, L. F. da S.; CABRAL J. R. S. **Abacaxi**. Produção: aspectos técnicos. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). — Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 77 p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZEDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 5ª ed. Lavras: Editora UFLA, 2007.

ROBEIRO, J. L.; DO VAL, A. D. B.; ARAUJO NETO, P. R. de.. Recomendações Técnicas para o Cultivo do Cajueiro-Anão-Precoce na Região Meio-Norte do Brasil. **Circular Técnica**. Teresina, PI: Embrapa, 2008.

RIO GRANDE DO NORTE. **Projeto RN Sustentável**. Relatório de identificação e mapeamento das aglomerações produtivas do estado do Rio Grande do Norte. Governo do Estado do Rio Grande do Norte, 2013.

ROCHA, A. B. da; BACCARO, C. A. D.; SILVA, P. C. M. da; CAMACHO, R. G. V.. Mapeamento geomorfológico da Bacia do Apodi-Mossoró - RN – NE do Brasil. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, vol. 8, núm. 16, 2009, pp. 201-216.

SAMPAIO, E. **Avaliação da Aptidão das Terras**. Departamento de Geociências. Universidade de Évora, 2007, 27 p.

SANTOS, E. J. ; CEDRAZ, J. S. . **A modernização da agricultura e o crédito rural**: o elo de transformação da agricultura brasileira. In: VII Jornada Internacional de Políticas Públicas, 2015, São Luís-MA. Para Além da Crise Global: Experiências e antecipações concretas, 2015

SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. **O Brasil**: território e sociedade no início do século XXI. São Paulo: Record, 2001.

SANTOS, M. **O dinheiro e o território. Território, Territórios**. Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense/Associação dos Geógrafos Brasileiros. Niterói, 2002.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**. Técnica e tempo. Razão e emoção. São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado**. São Paulo: Hucitec, 1988.

SANTOS, M. Nação, Estado e Território. In: MENDONÇA, Márcia Motta (org.). **Nação e poder**: as dimensões da história. Rio de Janeiro: Editora da Universidade Federal Fluminense, 1998.

SANTOS, M. **Técnica, espaço e tempo**: globalização e meio técnico-científico-informacional. 5ª ed. São Paulo: Edusp, 2008.

SANTOS, S. M.; SOUZA, W. V. (Org.). **Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública**. Brasília: Ministério da saúde, 2007. 122p.

SEGNESTAM, L.. **Indicators of Environmental and Sustainable Development**: Theories and Practical Experiences. World Bank, Washington DC, 2002.

SEMARH/RN - Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Situação volumétrica**. 2017. Disponível em: Acesso em 04 julho de 2022.

SERRANO, L. A. L.; PESSOA, P. F. A. de P. **Aspectos econômicos da cultura do cajueiro**. Embrapa Agroindústria Tropical, Sistema de Produção, 1, versão eletrônica, 2º ed., 2016. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoof6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7705&p_r_p_-996514994_topicoId=10308.

SERVIÇO GEOLÓGICO BRASILEIRO (CPRM). **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS)**: total de poços cadastrados e atualizados até 04/07/2022. Disponível em: Acesso em: 04 de julho de 2022.

SILVA, B. L. da; TROLEIS, A. L.. A estrutura hídrica do território do Rio Grande do Norte: uma análise sistêmica. **Revista Sociedade e Território** – Natal. Vol. 31, N. 2, 2019, p. 73–96.

SILVA NETO, B; LIMA, A. P. de; BASSO, D. Teoria dos Sistemas Agrários: uma nova abordagem do desenvolvimento da agricultura. **Revista Extensão Rural**, n 4, p 6-19, 1997.

SILVA NETO, B. **Análise-Diagnóstico de Sistemas Agrários**: uma interpretação baseada na Teoria da Complexidade e no Realismo Crítico. Desenvolvimento em Questão – Editora Unijuí, ano 5, n. 9, 2007.

SILVA NETO, E. C. da; SOUZA, A. F. F.; COELHO JUNIOR, M. G.; CORDEIRO, A. A. dos S.; OLIVEIRA, A. L. de. **Aplicação do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (SAAAT) em solos do Norte de Minas Gerais**. AGRARIAN ACADEMY, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.5, n.9, p. 30, 2018.

SILVA, M. de A.. Magmatismo granítico neoproterozoico no domínio Rio Piranhas-Seridó: geologia e petrologia do Stock Serra da Acauã. **Dissertação de mestrado** (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte: Natal, 2018.

SILVA, M. M. Análise sistêmica, modelização social e planificação. **Revista Análise Social**, Lisboa, v. 10, n. 38, p. 229-268, abr. 1973.

SILVA, R. P. da.. Território, Estado e política de irrigação: uma leitura a partir das técnicas, normas e configurações espaciais no Rio Grande do Norte. **Tese de Doutorado** (Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte: Natal, 2019.

SOBRAL, A. **Indicadores de sustentabilidade ambiental e bem-estar para municípios da região do Médio Paraíba, estado do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fiocruz, 2000.

SPOSITO, E. S. Sobre o conceito de território: um exercício metodológico para a leitura da formação territorial do sudoeste do Paraná. In: RIBAS, A. D; SPOSITO, E. S; SAQUET, M. A. (org). **Território e Desenvolvimento: diferentes abordagens**. Francisco Beltrão: Unioeste, 2004.

SOUZA, M. J. L. de. O Território: sobre o espaço e poder, autonomia e desenvolvimento. In: CASTRO, I. E. de; GOMES, P. C. da Costa; CORRÊA, R. L. (org.) **Geografia: conceitos e temas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

SOUZA, J. G. de.; LOPES, J. E.; SILVA, A. B. da. Modernização da agricultura no Vale do Açu – RN: um processo mediatizado pelas políticas públicas. **XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária**. Uberlândia- MG, 2018. ISSN: 1983-487X.

SOUZA, F. V. D.; SOUZA, E. H. de; de PÁDUA, T. R. P.; FERREIRA, F. R. Abacaxizeiros (Ananas spp.) cultivados e silvestres. PROCISUR (org.) **ABACAXI. Ananas comosus**. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2017

TRINDADE, A. V.; et al.. **O cultivo da bananeira**. BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. (editores). Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, p. 279.

VALE, C. C. Teoria Geral Do Sistema: histórico e correlações com a Geografia e com o estudo da paisagem. **Entre-Lugar**, Dourados, MS, ano 3, n.6, p 85-108, 2012.

VELOSO, C.A.C.; BORGES, A.L.; MUNIZ, A.S. and VEIGAS, I.A. de J.M.. **Efeito de diferentes materiais no pH do solo**. Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) [online]. 1992, vol.49, n.spe, pp.123-128. ISSN 1678-992X. <https://doi.org/10.1590/S0103-90161992000400016>.

THEVET, A. **Singularidade da França Antártica**. São Paulo: Editora Nacional. 1944. 502 pág. (1 ed. Francesa, 1558)