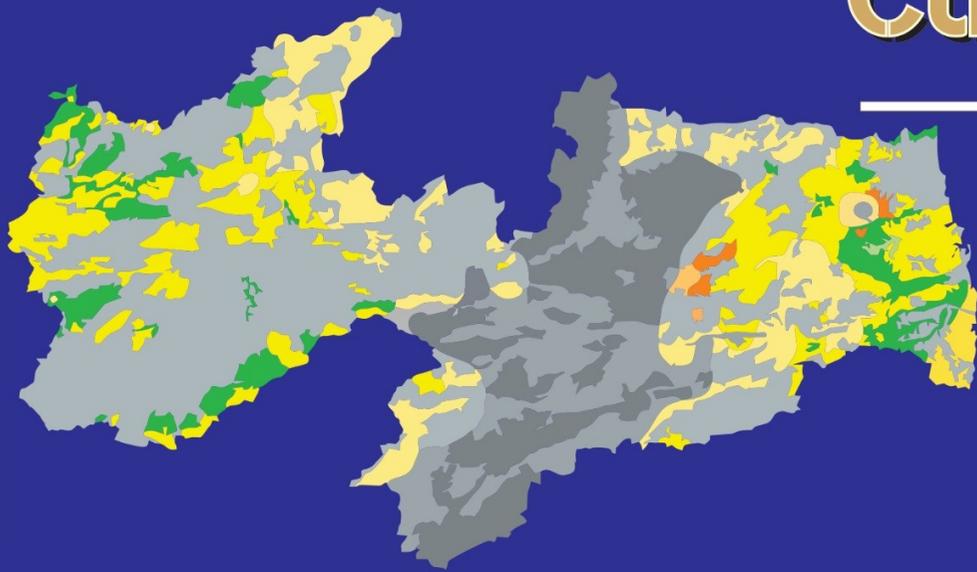


Potencial Pedoclimático do Estado da Paraíba para as Principais Culturas Agrícolas



Paulo Roberto Megna Francisco
Djail Santos
Eduardo Rodrigues Viana de Lima

PAULO ROBERTO MEGNA FRANCISCO
DJAIL SANTOS
EDUARDO RODRIGUES VIANA DE LIMA

Potencial Pedoclimático do Estado da Paraíba para as Principais Culturas Agrícolas

1ª Aproximação



1ª Edição
Campina Grande-PB
EDUFPG
2017

© dos autores e organizadores
Todos os direitos desta edição reservados à EDUFCCG

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCCG

P861 Potencial pedoclimático do estado da Paraíba para as principais culturas agrícolas / Paulo Roberto Megna Francisco, Djail Santos, Eduardo Rodrigues Viana de Lima (Orgs.). – Campina Grande: EDUFCCG, 2017.
188 p.: il. Color.

ISBN 978-85-8001-215-6

1. Culturas Agrícolas – Paraíba. 2. Climatologia – Culturas Agrícolas.
3. Paraíba – Potencial Pedoclimático I. Francisco, Paulo Roberto Megna.
II. Santos, Djail. III. Lima, Eduardo Rodrigues Viana de. IV. Título.

CDU 633(813.3)

EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - EDUFCCG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
editora@ufcg.edu.br

Prof. Dr. Vicemário Simões
Reitor

Prof. Dr. Camilo Allyson Simões de Farias
Vice-Reitor

Prof. Dr. José Helder Pinheiro Alves
Diretor Administrativo da Editora da UFCG

Paulo Roberto Megna Francisco
Revisão, Editoração e Arte da Capa

CONSELHO EDITORIAL

Anúbes Pereira de Castro(CFP)
Benedito Antônio Luciano (CEEI)
Consuelo Padilha Vilar (CCBS)
Erivaldo Moreira Barbosa (CCJS)
Janiro da Costa Rego (CTRN)
Marisa de Oliveira Apolinário (CES)
Marcelo Bezerra Grilo (CCT)
Naelza de Araújo Wanderley (CSTR)
Railene Hérica Carlos Rocha (CCTA)
Rogério Humberto Zeferino (CH)
Valéria Andrade (CDSA)

Apoio:



Sumário

Introdução	11
Materiais e métodos.....	15
Caracterização da área de estudo	15
Caracterização climática	22
Metodologia de trabalho	28
Aptidão pedológica	28
Classificação pedológica.....	30
Aptidão climática.....	32
Dados utilizados.....	33
Temperatura do ar.....	35
Pluviosidade.....	36
Discriminação dos cenários pluviométricos	37
Classificação da aptidão climática	41
Parâmetros das culturas	43
Algodão herbáceo (<i>Gossypium hirsutum</i>).....	43
Cana-de-açúcar (<i>Saccharum spp</i>)	49
Feijão caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp) e feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	52
Mamona (<i>Ricinus communis</i> L.)	59
Mandioca (<i>Maniotoh esculenta</i> Crantz).....	64
Milho (<i>Zea mays</i> L.).....	68
Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	74
Aptidão pedoclimática	79
Resultados.....	83
Cultura do algodão herbáceo.....	83
Potencial pedológico	83
Aptidão climática.....	85
Potencial pedoclimático.....	89
Cultura da cana-de-açúcar	96
Potencial pedológico.....	96
Aptidão climática.....	97
Potencial pedoclimático	100

Cultura do feijão caupi	104
Potencial pedológico	104
Aptidão climática	105
Potencial pedoclimático	111
Cultura do feijão comum	118
Potencial pedológico	118
Aptidão climática	119
Potencial pedoclimático	125
Cultura da mamona	132
Potencial pedológico	132
Aptidão climática	134
Potencial pedoclimático	136
Cultura da mandioca	140
Potencial pedológico	140
Aptidão climática	141
Potencial pedoclimático	144
Cultura do milho	147
Potencial pedológico	147
Aptidão climática	148
Potencial pedoclimático	153
Cultura do sorgo	160
Potencial pedológico	160
Aptidão climática	161
Potencial pedoclimático	167
Referências bibliográficas	174

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área de estudo.....	16
Figura 2. Hipsometria do estado da Paraíba.....	17
Figura 3. Geomorfologia do estado da Paraíba.....	18
Figura 4. Solos do estado da Paraíba.....	19
Figura 5. Capacidade de uso das terras do estado da Paraíba.....	20
Figura 6. Potencial agropecuário e florestal das terras do estado da Paraíba.....	21
Figura 7. Temperatura (°C) média anual do estado da Paraíba dos últimos 30 anos.....	22
Figura 8. Pluviosidade anual média dos últimos 102 anos (mm).....	23
Figura 9. Média anual de insolação em horas do estado da Paraíba.....	24
Figura 10. Classificação climática de Köppen no estado da Paraíba.....	25
Figura 11. Classificação climática de Thornthwaite do estado da Paraíba.....	26
Figura 12. Regiões pluviometricamente homogêneas do estado da Paraíba.....	27
Figura 13. Distribuição espacial dos postos pluviométricos do estado da Paraíba.....	34
Figura 14. Fluxograma de trabalho.....	79
Figura 15. Potencial pedológico do estado da Paraíba para a cultura do algodão herbáceo.....	84
Figura 16. Aptidão climática para cultura do algodão herbáceo para o cenário seco.....	85
Figura 17. Aptidão climática para cultura do algodão herbáceo para o cenário regular.....	87
Figura 18. Aptidão climática para cultura do algodão herbáceo para o cenário chuvoso.....	88
Figura 19. Potencial pedoclimático para cultura do algodão herbáceo para o cenário seco.....	90
Figura 20. Potencial pedoclimático para cultura do algodão herbáceo para o cenário regular.....	92
Figura 21. Potencial pedoclimático para cultura do algodão herbáceo para o cenário chuvoso.....	94
Figura 22. Potencial pedológico das terras do estado da Paraíba para a cultura da cana-de-açúcar.....	96
Figura 23. Aptidão climática para cultura da cana-de-açúcar.....	98
Figura 24. Potencial pedoclimático para cultura da cana-de-açúcar.....	100
Figura 25. Potencial pedológico do estado da Paraíba para a cultura do feijão caupi.....	104
Figura 26. Aptidão climática para cultura do feijão caupi para o cenário seco.....	107
Figura 27. Aptidão climática para cultura do feijão caupi para o cenário regular.....	108
Figura 28. Aptidão climática para cultura do feijão caupi para o cenário chuvoso.....	109
Figura 29. Potencial pedoclimático para cultura do feijão caupi para o cenário seco.....	112
Figura 30. Potencial pedoclimático para cultura do feijão caupi para o cenário regular.....	115

Figura 31. Potencial pedoclimático para cultura do feijão caupi para o cenário chuvoso.....	116
Figura 32. Potencial pedológico do estado da Paraíba para a cultura do feijão comum.....	118
Figura 33. Aptidão climática para cultura do feijão comum para o cenário seco.	120
Figura 34. Aptidão climática para cultura do feijão comum para o cenário regular.	122
Figura 35. Aptidão climática para cultura do feijão comum para o cenário chuvoso.	123
Figura 36. Potencial pedoclimático para cultura do feijão comum para o cenário seco.....	126
Figura 37. Potencial pedoclimático para cultura do feijão comum para o cenário regular.....	129
Figura 38. Potencial pedoclimático para cultura do feijão comum para o cenário chuvoso.	130
Figura 39. Potencial pedológico do estado da Paraíba para a cultura da mamona.	132
Figura 40. Aptidão climática para cultura da mamona.	134
Figura 41. Potencial pedoclimático para cultura da mamona para o cenário regular.	137
Figura 42. Potencial pedológico do estado da Paraíba para a cultura da mandioca.	140
Figura 43. Aptidão climática para cultura da mandioca.	142
Figura 44. Potencial pedoclimático para cultura da mandioca para o cenário regular.	144
Figura 45. Potencial pedológico do estado da Paraíba para a cultura do milho.	147
Figura 46. Aptidão climática para cultura do milho para o cenário seco.	149
Figura 47. Aptidão climática para cultura do milho para o cenário regular.	151
Figura 48. Aptidão climática para cultura do milho para o cenário chuvoso.	152
Figura 49. Potencial pedoclimático para a cultura do milho para o cenário seco.	154
Figura 50. Potencial pedoclimático para cultura do milho para o cenário regular.....	157
Figura 51. Potencial pedoclimático para cultura do milho para o cenário chuvoso.	158
Figura 52. Potencial pedológico do estado da Paraíba para a cultura do sorgo.	160
Figura 53. Aptidão climática no cenário seco para a cultura do sorgo.....	162
Figura 54. Aptidão climática no cenário regular para a cultura do sorgo.....	164
Figura 55. Aptidão climática no cenário chuvoso para a cultura do sorgo.	166
Figura 56. Potencial pedoclimático para cultura do sorgo para o cenário seco.	167
Figura 57. Potencial pedoclimático para cultura do sorgo para o cenário regular.	170
Figura 58. Potencial pedoclimático para cultura do sorgo para o cenário chuvoso.....	172

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classes de aptidão climática	42
Tabela 2. Classes de aptidão climática para a cultura do algodão herbáceo	46
Tabela 3. Critérios utilizados na avaliação de aptidão climática da cultura da cana-de-açúcar	50
Tabela 4. Classes de aptidão climática para a cultura do feijão caupi	56
Tabela 5. Critérios utilizados na avaliação de aptidão climática da cultura da mamona	61
Tabela 6. Critérios utilizados na avaliação de aptidão climática da cultura da mandioca.....	66
Tabela 7. Critérios utilizados na avaliação de aptidão climática da cultura do milho	72
Tabela 8. Critérios utilizados na avaliação de aptidão climática da cultura do sorgo.....	77
Tabela 9. Classes e subclasses de potencial pedoclimático	81
Tabela 10. Legenda das subclasses do potencial pedoclimático	82
Tabela 11. Distribuição das classes do potencial pedológico da cultura do algodão herbáceo	84
Tabela 12. Classes de aptidão climática para cultura do algodão herbáceo	86
Tabela 13. Classes de aptidão pedoclimática para cultura do algodão herbáceo.....	91
Tabela 14. Distribuição das classes do potencial pedológico da cultura da cana-de-açúcar.....	97
Tabela 15. Classes de aptidão climática para cultura da cana-de-açúcar	99
Tabela 16. Classes de aptidão pedoclimática para cultura da cana-de-açúcar	101
Tabela 17. Distribuição das classes do potencial pedológico das culturas do feijão caupi	105
Tabela 18. Classes de aptidão climática para cultura do feijão caupi.....	106
Tabela 19. Classes de aptidão pedoclimática para cultura do feijão caupi	113
Tabela 20. Distribuição das classes do potencial pedológico da cultura do feijão comum	119
Tabela 21. Classes de aptidão climática para cultura do feijão comum nos três cenários pluviométricos.....	121
Tabela 22. Classes de aptidão pedoclimática para cultura do feijão comum.....	127
Tabela 23. Distribuição das classes do potencial pedológico da cultura da cana-de-açúcar.....	133
Tabela 24. Classes de aptidão climática para cultura da mamona	135
Tabela 25. Classes de aptidão pedoclimática para cultura da mamona	138
Tabela 26. Distribuição das classes do potencial pedológico da cultura da mandioca	141
Tabela 27. Classes de aptidão climática para a cultura da mandioca	142
Tabela 28. Classes de aptidão pedoclimática para cultura da mandioca	145
Tabela 29. Distribuição das classes do potencial pedológico da cultura do milho.....	148
Tabela 30. Classes de aptidão climática para cultura do milho	150
Tabela 31. Classes de aptidão pedoclimática para cultura do milho	155

Tabela 32. Distribuição das classes do potencial pedológico da cultura do sorgo	161
Tabela 33. Classes de aptidão climática para cultura do sorgo.....	163
Tabela 34. Classes de aptidão pedoclimática para cultura do sorgo	168

Introdução

O Brasil, por ser um país continental e possuir condições adequadas para o desenvolvimento agrícola (solos e clima), destaca-se atualmente como um dos principais produtores e exportadores de diversos produtos agrícolas. Entretanto, devido à sua grande extensão territorial, é comum que ocorram no país adversidades climáticas que podem afetar direta ou indiretamente a produção agrícola dos diversos produtos produzidos, tais como seca, granizo, geadas, vendaval, chuvas em excesso, dentre outras (EMBRAPA, 2008).

Vale ressaltar que, dentre as adversidades climáticas existentes no Brasil, a seca é hoje a que causa maior impacto. As deficiências hídricas, associadas aos períodos de longa estiagem durante a estação chuvosa, constituem uma das principais causas das quebras de safras no país, principalmente nos estados situados na região Nordeste (EMBRAPA, 2008).

A agricultura é uma atividade econômica dependente, em grande parte, do meio físico. Uma região apresenta várias sub-regiões com distintas condições de solo e clima e, portanto, com distintas aptidões para produzir diferentes bens agrícolas (GLERIANI, 2000). Em grande parte do estado da Paraíba, predomina o clima semiárido (PAN-BRASIL, 2005), em que a instabilidade do sistema solo-clima-vegetação é naturalmente mais acentuada que em outras regiões de clima mais ameno, em que a informação sobre a aptidão edáfica das culturas torna-se ainda mais valiosa (RAMALHO FILHO & PEREIRA, 1999).

A produção agrícola no semiárido da Paraíba é fortemente dependente da precipitação pluviométrica, e, por conseguinte, as suas variações provocam graves prejuízos à agricultura do estado. A Paraíba tem, como características climáticas marcantes, as irregularidades, tanto espaciais quanto temporais, do seu regime de chuvas. Essas condições climáticas interferem diretamente na produção de alimentos, fazendo com que haja a necessidade de aumentar a produção e produtividade das culturas (MENEZES *et al.*, 2010). Conforme Sousa *et al.* (2003), a produção agrícola é fortemente influenciada pelas condições edafoclimáticas do local e tem sido um dos principais fatores limitantes da produção. E, dependendo da disponibilidade e da qualidade dos solos, a capacidade produtiva do setor agrícola pode ser ainda mais limitante.

O planejamento agrícola como preceito da política ambiental se constitui num instrumento de fundamental importância no processo de gestão do espaço rural e da atividade agropecuária. Este quando bem aplicado racionaliza as ações, tornando-se instrumento de sistematização de informações, reflexão sobre os problemas e especulação de cenários potenciais para o aproveitamento dos recursos naturais (FRANCISCO, 2010). Na avaliação do potencial de um determinado ambiente para produção de lavouras nas condições naturais, basicamente são consideradas as exigências das culturas em relação ao solo e ao clima (MARQUES *et al.*, 2010).

O zoneamento climático é de extrema importância para subsidiar a implantação e o planejamento de diversas áreas de desenvolvimento socioeconômico e ecológico de uma região (VIANELLO & ALVES, 1991). De acordo com Carvalho *et al.* (2008), a delimitação das regiões climaticamente homogêneas permite não só estabelecer os indicadores do potencial do meio físico e biótico para a região em estudo, mas também, juntamente com as delimitações das áreas homogêneas sob o ponto de vista socioeconômico, contribuir para o desenvolvimento sustentável da região.

A aptidão pedológica refere-se às potencialidades e limitações intrínsecas dos solos para a produção das culturas de forma sustentável, inter-relacionando parâmetros e atributos. Conhecer, caracterizar e espacializar os potenciais e as restrições dos ambientes, numa escala adequada, possibilita ordenar os espaços de forma racional e é fundamental no planejamento de atividades agrícolas e pecuárias. A utilização desses conhecimentos nas atividades rurais pode reduzir os efeitos da degradação dos recursos solo, água, vegetação e fauna (SILVA *et al.*, 2013).

De acordo com Amorim Neto *et al.* (1997), técnicas de identificações de áreas aptas com base em informações do solo e clima possibilitam a definição dos ambientes favoráveis para exploração agrícola, contribuindo com a redução dos riscos de degradação do ambiente.

Na avaliação do potencial de um determinado ambiente para produção de lavouras nas condições naturais (cultivo de sequeiro), basicamente são consideradas as exigências das culturas em relação ao solo (aptidão pedológica) e em relação ao clima (aptidão climática). A partir do cruzamento dessas avaliações, chega-se à aptidão pedoclimática. Esta última, de fato, é a que melhor representa o potencial efetivo do ambiente para a produção agrícola do ponto de vista social, econômico e ambiental (MARQUES *et al.*, 2010).

As culturas comumente estudadas nesses tipos de avaliações das terras, conforme EMBRAPA (2012), são aquelas de subsistência, que visam à segurança alimentar da população e que constituem opções nos programas sociais; e as de grande potencial econômico para manufatura que possam alavancar a economia do estado. Neste estudo, as culturas selecionadas foram o algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), o feijão (*Phaseolus vulgaris*), o feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), a mamona (*Ricinus communis* L.), a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), o milho (*Zea mays* L.) e o sorgo (*Sorghum bicolor*).

No processo de avaliação do potencial pedológico, é necessário conhecer as exigências edáficas das culturas, bem como os fatores restritivos das terras (EMBRAPA, 2012). Neste estudo, as exigências das culturas quanto aos solos foram estabelecidas com base em informações disponíveis no Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978), nas condições naturais de ocorrência das chuvas, que corresponde à condição de sequeiro. Os principais atributos dos solos e do ambiente que afetam o uso das terras são o relevo, a profundidade efetiva do solo, a textura, a fertilidade natural dos solos, a drenagem, a pedregosidade, a rochiosidade, a salinidade, a sodicidade e a erosão.

Os sistemas de classificações climáticas são de grande importância, pois analisam e definem os climas levando em consideração vários elementos climáticos ao mesmo tempo, facilitando a troca de informações e as análises posteriores para diferentes objetivos (ROLIM *et al.*, 2007). As avaliações do potencial climático serão utilizadas para associar com os da avaliação do potencial pedológico e, portanto, gerar o potencial pedoclimático por cultura, que indica o potencial ambiental para as culturas agrícolas selecionadas, conforme a metodologia adotada pela EMBRAPA (2012).

Vários estados e municípios têm avançado substancialmente nesses estudos, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, já estando bem definidas as áreas propícias à exploração de suas principais culturas, como o café, a laranja, o algodão, o trigo, o arroz e a soja. As culturas comumente recomendadas por entidades públicas nesses tipos de avaliações das terras são aquelas de subsistência, que visam à segurança alimentar da população, ou outras de grande potencial econômico (MARQUES *et al.*, 2010). O aumento da eficiência no uso de recursos e de insumos, a melhora qualitativa dos produtos agrícolas e a preservação dos recursos naturais são desafios da moderna

agricultura. Ferramentas que auxiliem a tomada de decisão são fundamentais para superar esses desafios e obter produtos competitivos e ambientalmente sustentáveis (FARIAS *et al.*, 2001).

O Estado da Paraíba, com área de 56.372 km², apresenta variações significativas em relação a solo, geologia, clima, vegetação e recursos hídricos. De acordo com EMBRAPA (2013), essa variação ambiental produz espaços com diferentes potencialidades de exploração agrossilvopastoril e riscos de degradação ambiental. No entanto, o conhecimento destas variações é de fundamental importância quando se pretende implantar estratégias de desenvolvimento rural em bases sustentáveis.

Este trabalho, baseado na caracterização de possibilidades e restrições físicas e climáticas, e de acordo com EMBRAPA (2013), possibilitará orientar a ocupação, o uso e o manejo ambiental de forma integrada, considerando o conjunto dos recursos naturais renováveis que coexistem nas diferentes paisagens do estado. E, com isso, contribuir para a organização espacial das atividades agropecuárias e florestais e subsidiar políticas de conservação e recuperação dos sistemas naturais.

Portanto este trabalho objetiva associar as informações, tanto de ordem pedológica quanto climática, caracterizando e indicando o potencial pedoclimático do Estado da Paraíba para as principais culturas agrícolas, visando ao reconhecimento das potencialidades do meio físico, com vistas à alocação racional dos fatores de produção e seu desempenho econômico, fornecendo elementos para orientar planos de crédito rural e introdução de áreas não tradicionais.

Materiais e métodos

Caracterização da área de estudo

O Estado da Paraíba, localizado na região Nordeste do Brasil (Figura 1), apresenta uma área de 56.372 km², que corresponde a 0,662% do território nacional. Seu posicionamento encontra-se entre os paralelos 6°02'12" e 8°19'18"S, e entre os meridianos de 34°45'54" e 38°45'45"W. Ao norte, limita-se com o Estado do Rio Grande do Norte; a leste, com o Oceano Atlântico; a oeste, com o Estado do Ceará; e ao sul, com o Estado de Pernambuco (FRANCISCO, 2010).

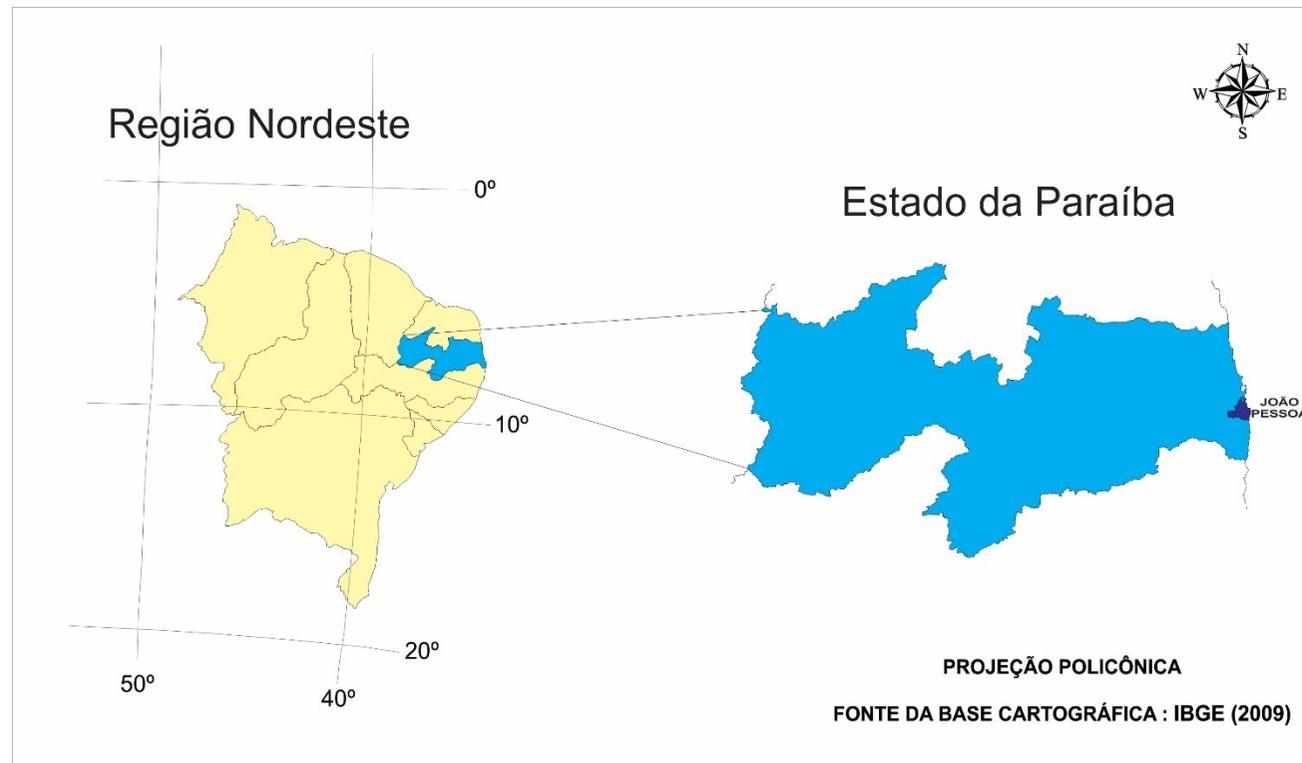


Figura 1. Localização da área de estudo. Fonte: Adaptado de IBGE (2009).

O relevo do Estado da Paraíba (Figura 2) apresenta-se de forma geral bastante diversificado, constituindo-se por formas de relevo diferentes, trabalhadas por diferentes processos, atuando sobre climas distintos e sobre rochas pouco ou muito diferenciadas. No tocante à geomorfologia (Figura 3), existem dois grupos formados pelos tipos climáticos mais significativos do estado: úmido, subúmido e semiárido. O uso atual e a cobertura vegetal caracterizam-se por formações florestais definidas como caatinga arbustiva arbórea aberta, caatinga arbustiva arbórea fechada, caatinga arbórea fechada, tabuleiro costeiro, mangues, mata-úmida, mata semidecidual, mata atlântica e restinga (PARAÍBA, 2006).

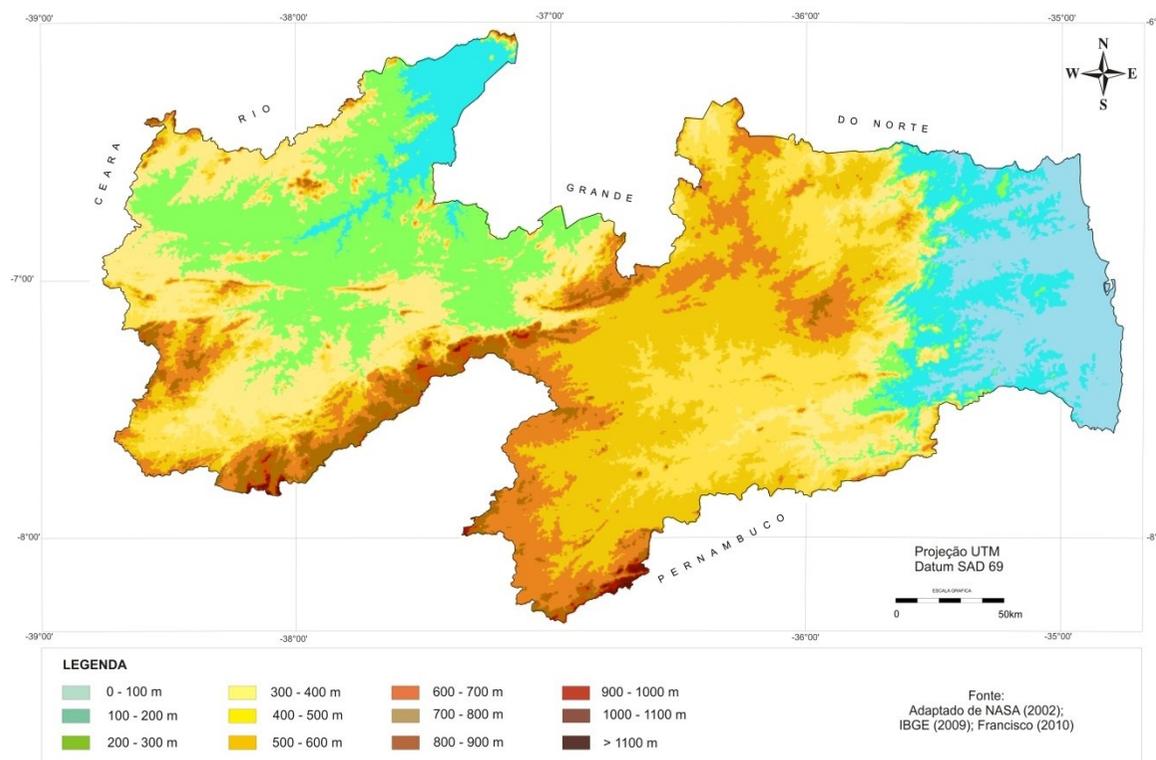


Figura 2. Hipsometria do Estado da Paraíba. Fonte: Francisco *et al.* (2013).

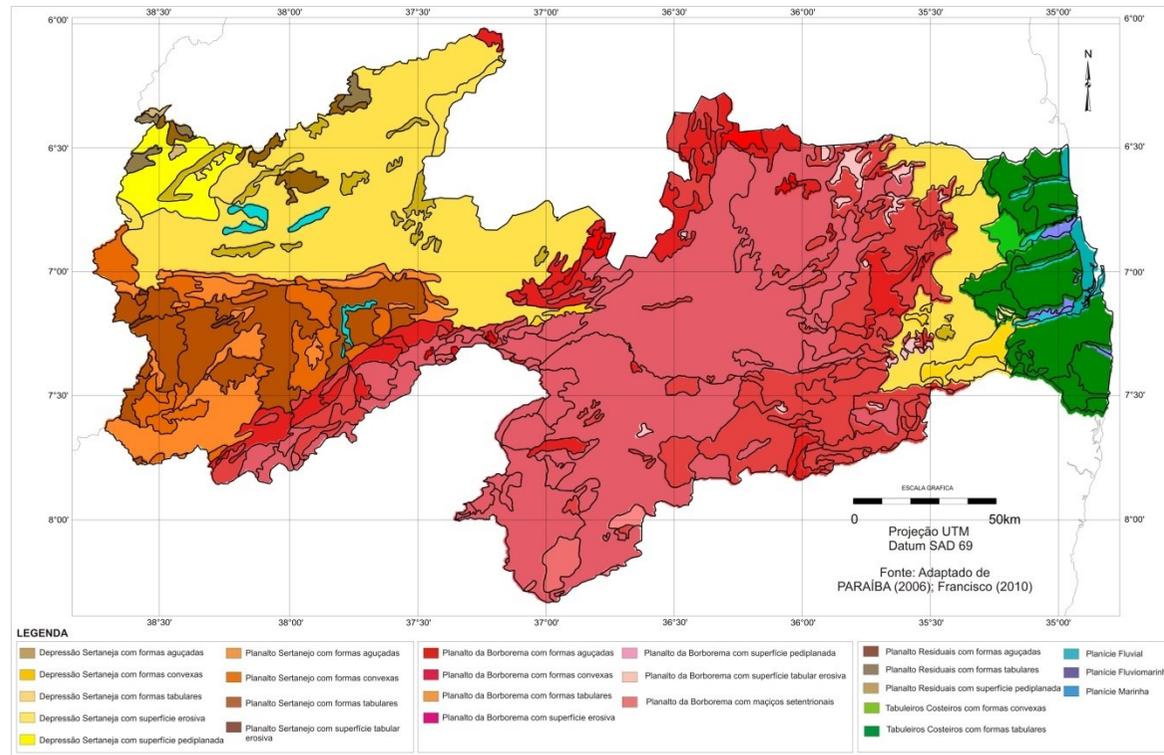


Figura 3. Geomorfologia do Estado da Paraíba. Fonte: Adaptado de PARAÍBA (2006); FRANCISCO (2010); IBGE (2009).

As classes predominantes de solos da área de estudo (Figura 4) estão descritas no Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978), e estas diferem pela diversidade geológica, pedológica e geomorfológica; atendendo também a uma diversidade de características de solo, relacionadas à morfologia, cor, textura, estrutura, declividade e pedregosidade e outras características. De uma forma geral, os solos predominantes são os Luvisolos crômicos, Neossolos Litólicos, Planossolos Solódicos, Neossolos Regolíticos Distróficos e Eutróficos, distribuídos pela região do sertão e nos cariris; os Vertissolos, na região de Souza; e os Argissolos Vermelho Amarelo e os Neossolos Quartzarênicos, no litoral do estado (FRANCISCO, 2010).

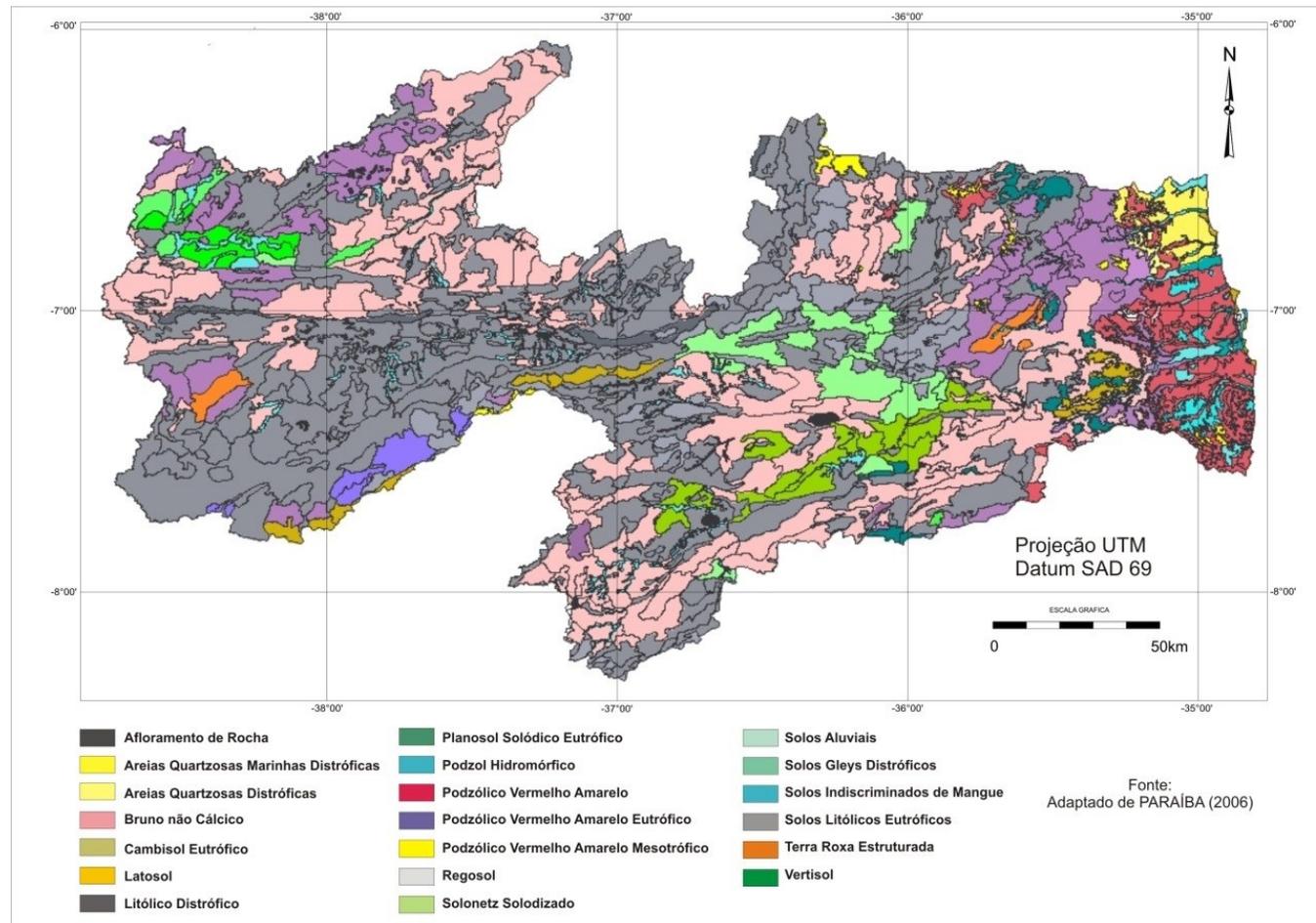


Figura 4. Solos do Estado da Paraíba. Fonte: Francisco *et al.* (2013).

As classes de capacidade de uso predominantes na área de estudo (Figura 5) estão descritas no Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978), baseado no mapa de solos (Figura 4) e em seus atributos e características relacionadas à textura superficial

e subsuperficial, declividade, pedregosidade e rochiosidade, profundidade efetiva, fertilidade aparente, erosão hídrica, drenagem, salinidade e sodificação, risco de inundação e seca edáfica. De acordo com Francisco (2010), estas se baseiam nas alternativas de uso e no grau de limitações, em que a caracterização das classes de capacidade de uso leva em conta principalmente a maior ou menor complexidade das práticas conservacionistas, que compreendem além das práticas de controle da erosão, as complementares, de melhoramento do solo.

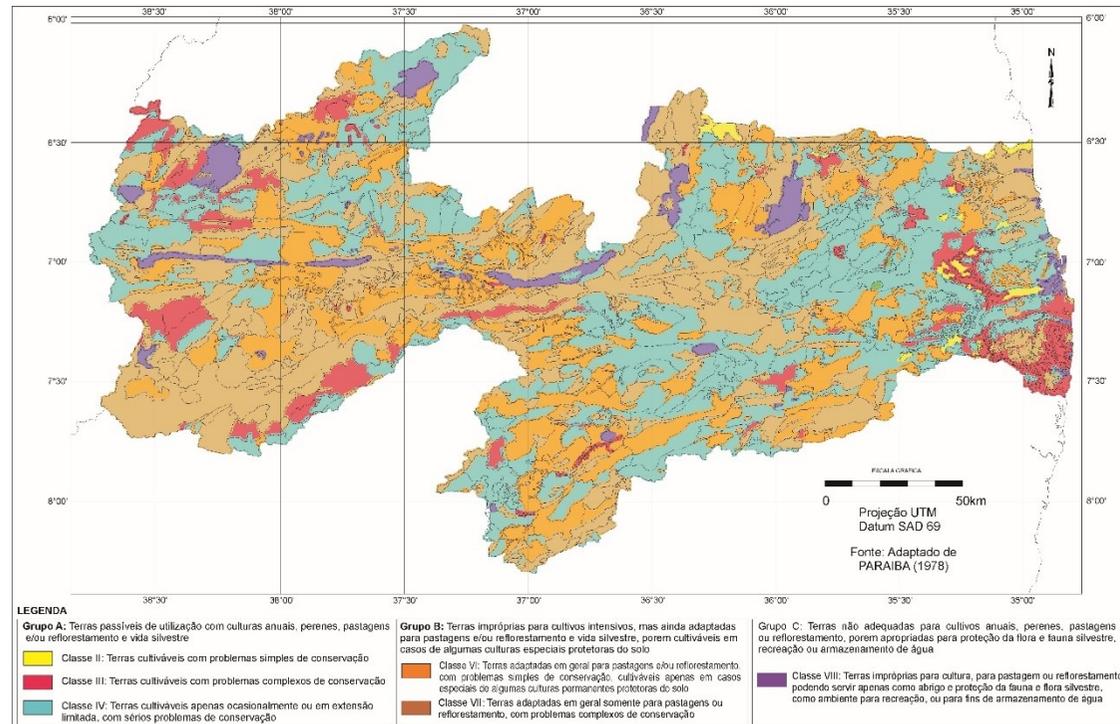


Figura 5. Capacidade de uso das terras do Estado da Paraíba. Fonte: Francisco *et al.* (2014).

O Potencial Agropecuário e Florestal das Terras do Estado da Paraíba (Figura 6), descrito no Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978), foi definido em classes e associações de classes de capacidade de uso e agrupado em doze categorias,

indicando o potencial de suas terras. É representado por categorias em letras visando ao objetivo do zoneamento pedológico das terras, propiciando uma visão global da vocação das terras do Estado da Paraíba.

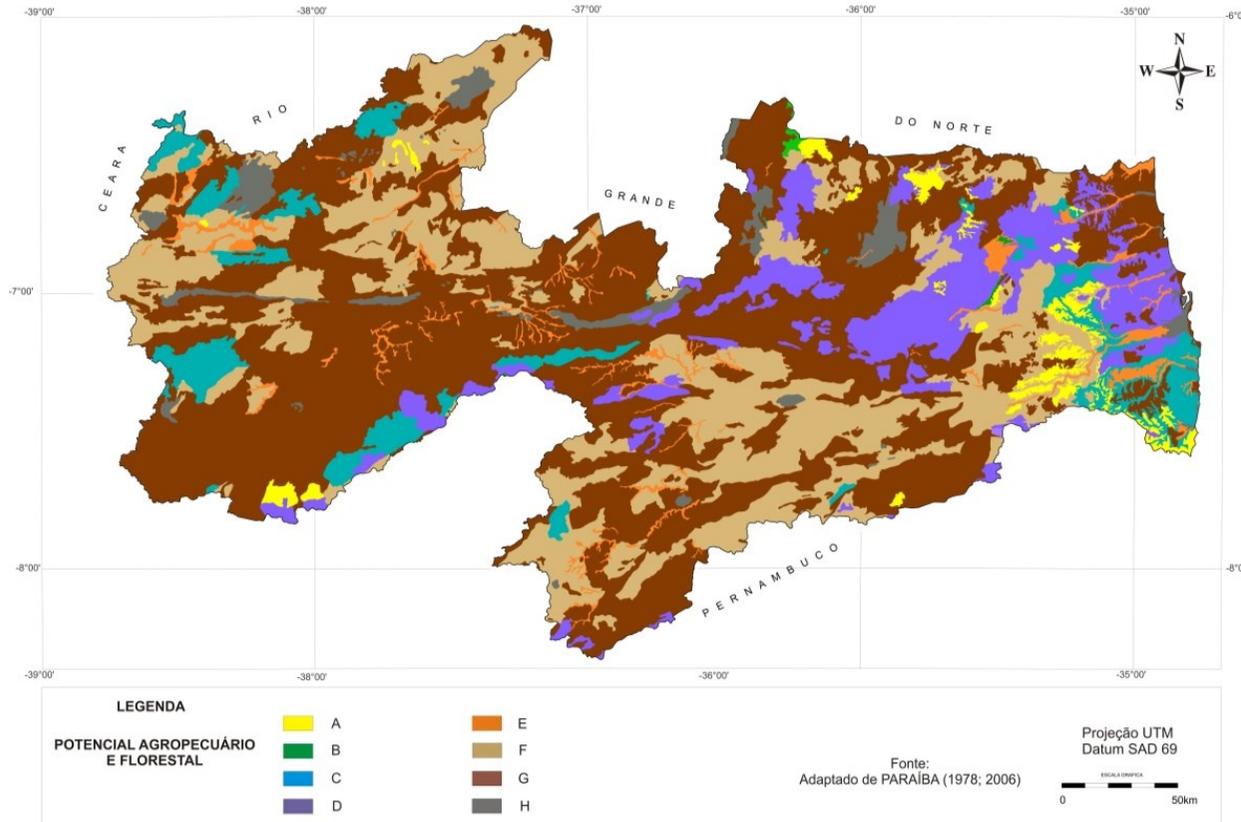


Figura 6. Potencial Agropecuário e Florestal das Terras do Estado da Paraíba.

Fonte: Francisco *et al.* (2014).

Caracterização climática

O clima do Estado da Paraíba caracteriza-se por temperaturas médias elevadas (22 a 30°C) e uma amplitude térmica anual muito pequena, em função da baixa latitude e das elevações (<700m). A precipitação varia de 400 a 800mm anuais, nas regiões dos interiores semiáridos, e no Litoral, mais úmido, pode ultrapassar os 1.600mm (VAREJÃO-SILVA *et al.*, 1984). De acordo com Francisco *et al.* (2015a), os meses com temperaturas mais baixas são os meses de junho, julho e agosto, enquanto os meses mais quentes são outubro, novembro e dezembro no estado como um todo, sendo estes os meses com os menores índices de precipitação pluviométrica, pois é o período mais seco da região (Figura 7).

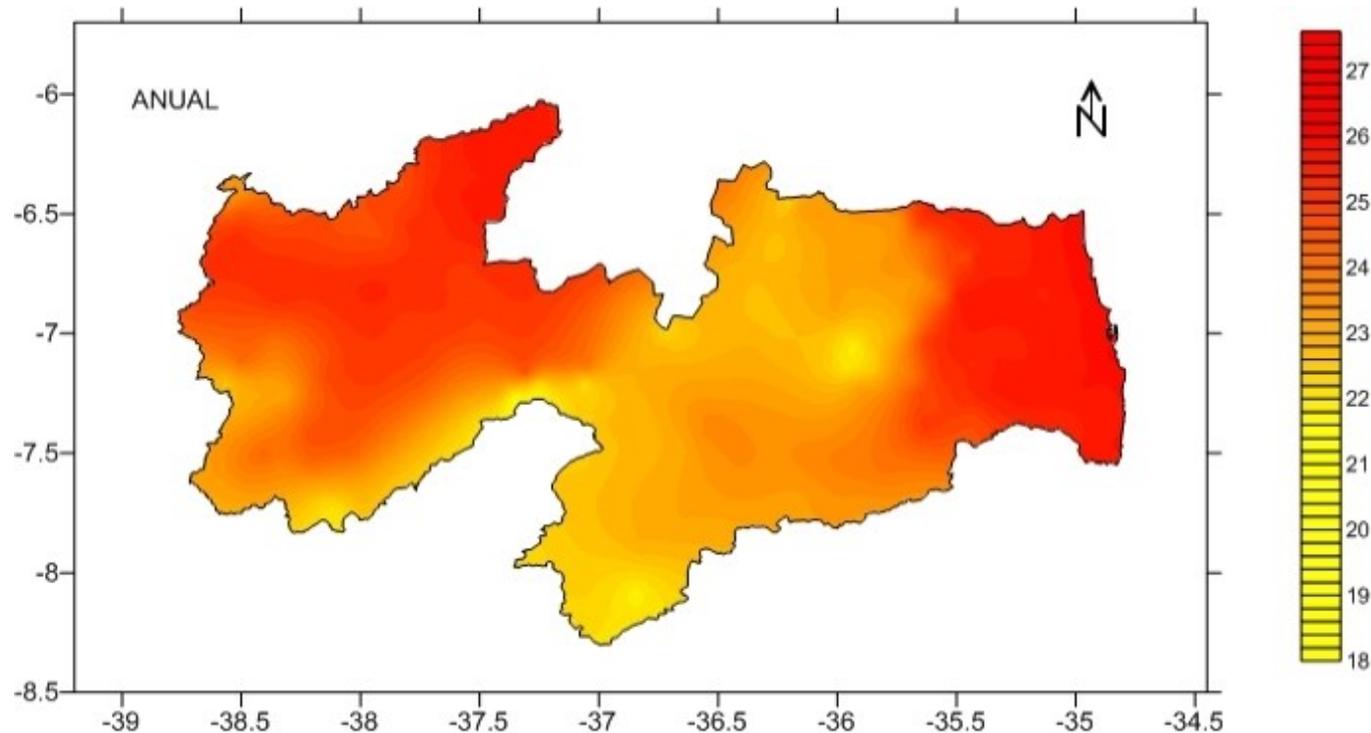


Figura 7. Temperatura (°C) média anual do Estado da Paraíba dos últimos 30 anos. Fonte: Francisco *et al.* (2015a).

De acordo com Francisco *et al.* (2015b), a distribuição da precipitação pluviométrica ocorre de forma irregular e com grande variação durante todo o ano, e sua distribuição anual demonstra a alta variabilidade espacial de precipitação no setor central do estado, com menores valores em torno de 300 a 500mm; no Sertão e Alto Sertão, em torno de 700 a 900mm; no Brejo e Agreste, de 700 a 1.200mm; e no Litoral, em média de 1.200 a 1.600mm (Figura 8).

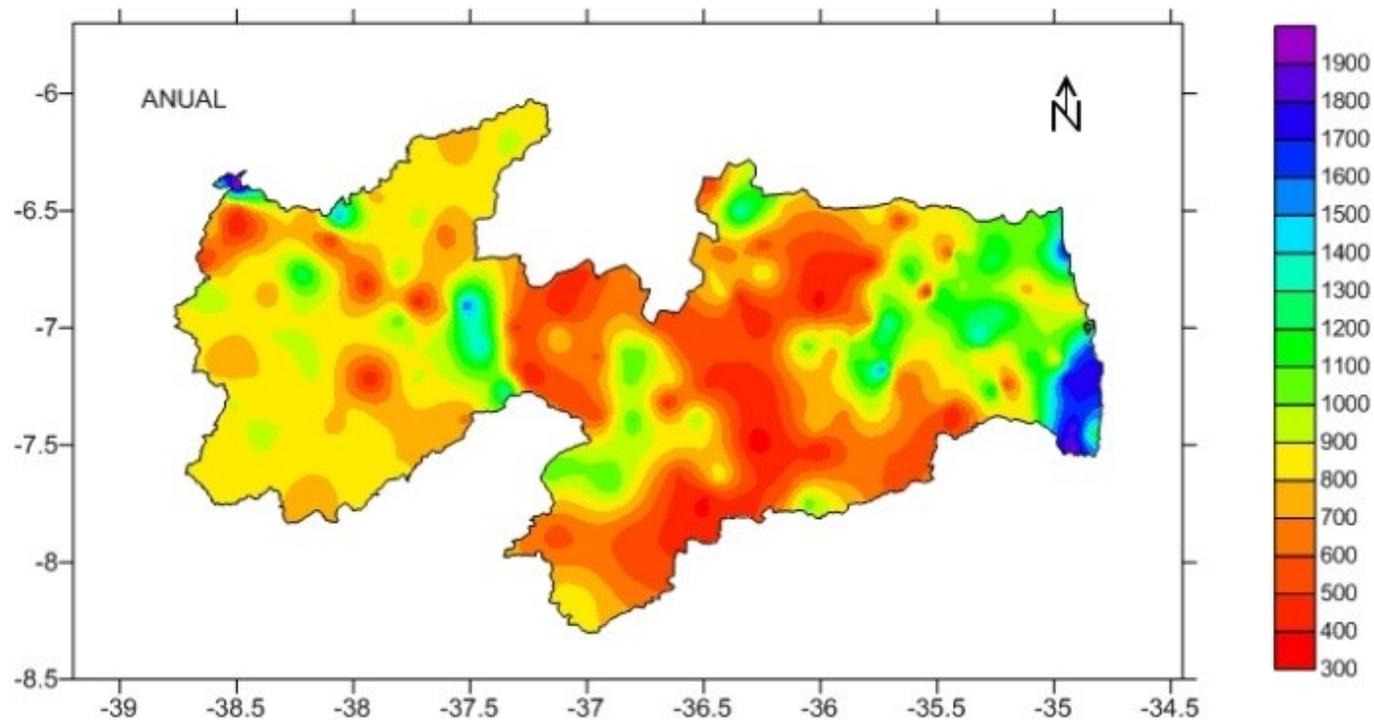


Figura 8. Pluviosidade anual média dos últimos 102 anos (mm). Fonte: Francisco *et al.* (2015b).

De acordo com PARAÍBA (2006), o Estado da Paraíba, por sua localização dentro da faixa equatorial, é submetido à incidência de alta radiação solar com um grande número de horas de insolação. Tal condição determina um clima quente, temperatura média anual de 26°C, pouca variação interanual e uma distribuição espacial da temperatura altamente dependente do relevo.

Conforme Francisco *et al.* (2016), no mapa de insolação anual (Figura 9), observam-se valores mínimos de 6 horas diárias na região dos Brejos e do Agreste Acatingado; valores de insolação de 7 horas na região do Litoral, na Borborema, Cariris de Princesa e parte do Sertão do Seridó; e valores máximos são observados na região do Sertão com valores diários de 8 horas.

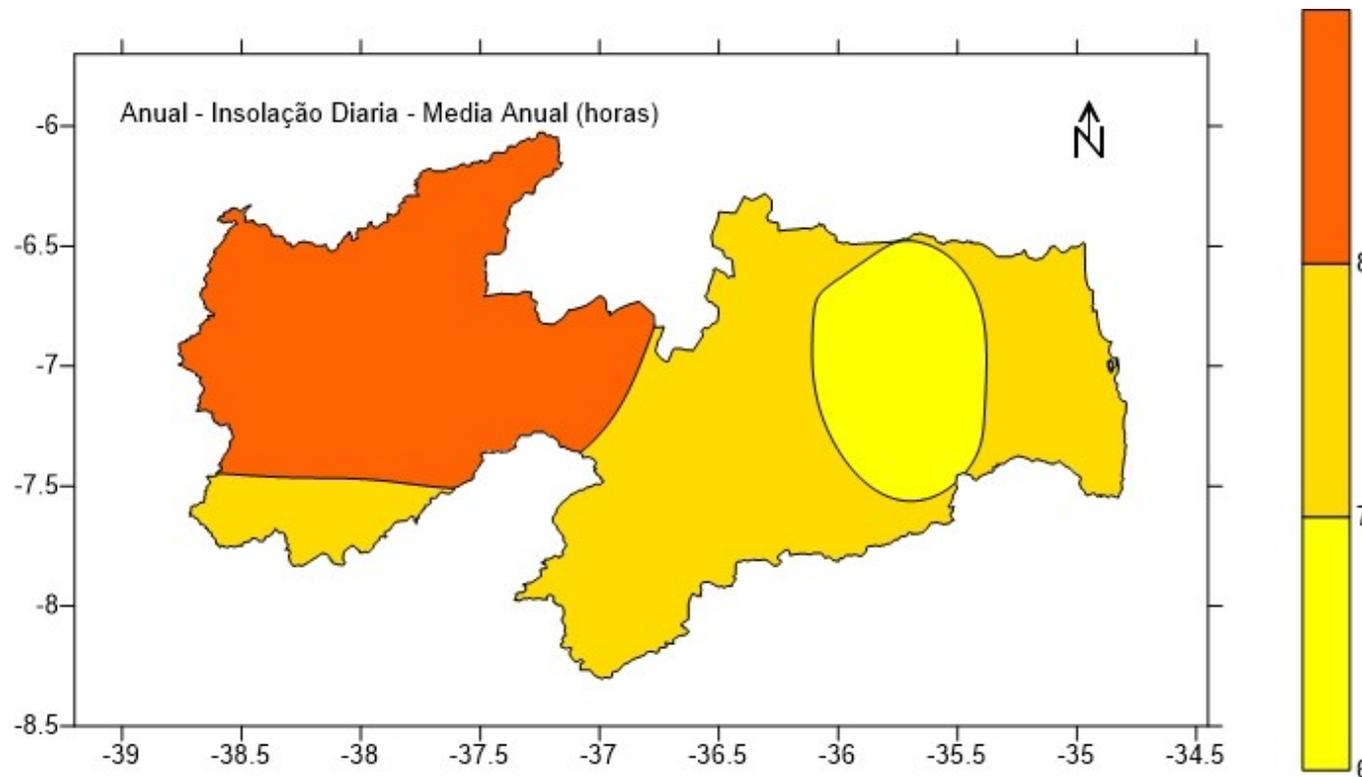


Figura 9. Média anual de insolação em horas do Estado da Paraíba. Fonte: Francisco *et al.* (2016).

Conforme Francisco *et al.* (2015c), o Estado da Paraíba apresenta, de acordo com a classificação climática de Köppen, quatro tipos diferentes de clima: o clima Aw, que caracteriza a região do Litoral norte como Tropical, com estação seca no inverno; o clima Am no Litoral norte e sul do estado; o tipo climático As domina, em sua maioria, as regiões de parte do Litoral, Brejo, Agreste e em pequena faixa da região do Sertão e em toda área do Alto Sertão; e o tipo climático Bsh é predominante na área do Cariri/Curimataú e em boa parte da área do Sertão (Figura 10).

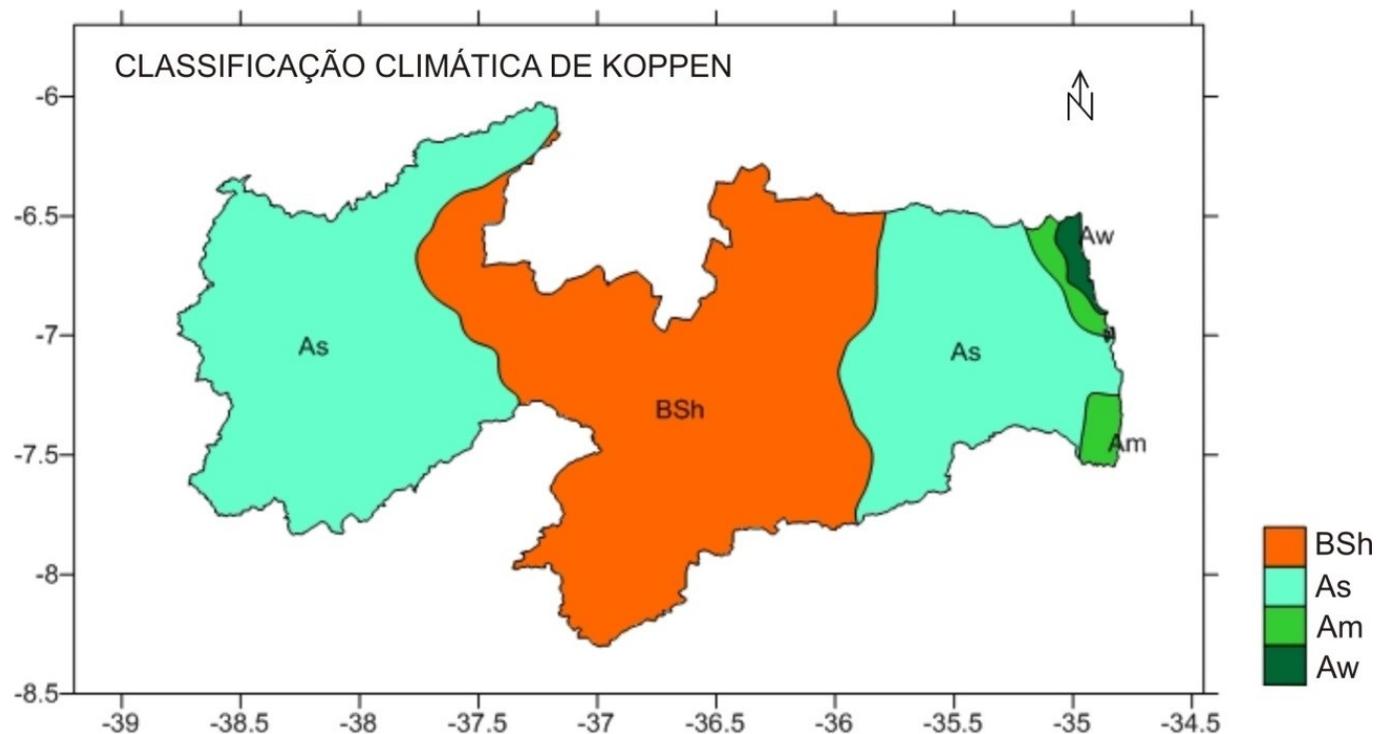


Figura 10. Classificação climática de Köppen no Estado da Paraíba. Fonte: Francisco *et al.* (2015c).

De acordo com Francisco *et al.* (2015c), a classificação de Thornthwaite em relação à classificação de Köppen, demonstra ser muito mais sensível aos montantes de chuva, à temperatura e ao relevo, por resultar em um número maior de tipos de clima, totalizando assim seis tipos: DdA'a' – Semiárido, localizado na região do Cariri ao sul do estado e no Curimataú ao norte e na região do Alto Sertão; C1S2A'a' seco e subúmido com grande deficiência distribuída por toda a região semiárida; e os tipos C2rA'a', C2W2Sa', C2SA'a' e C2rA'a' úmido e subúmido de pequena a moderada deficiência, distribuída na região do Litoral (Figura 11).

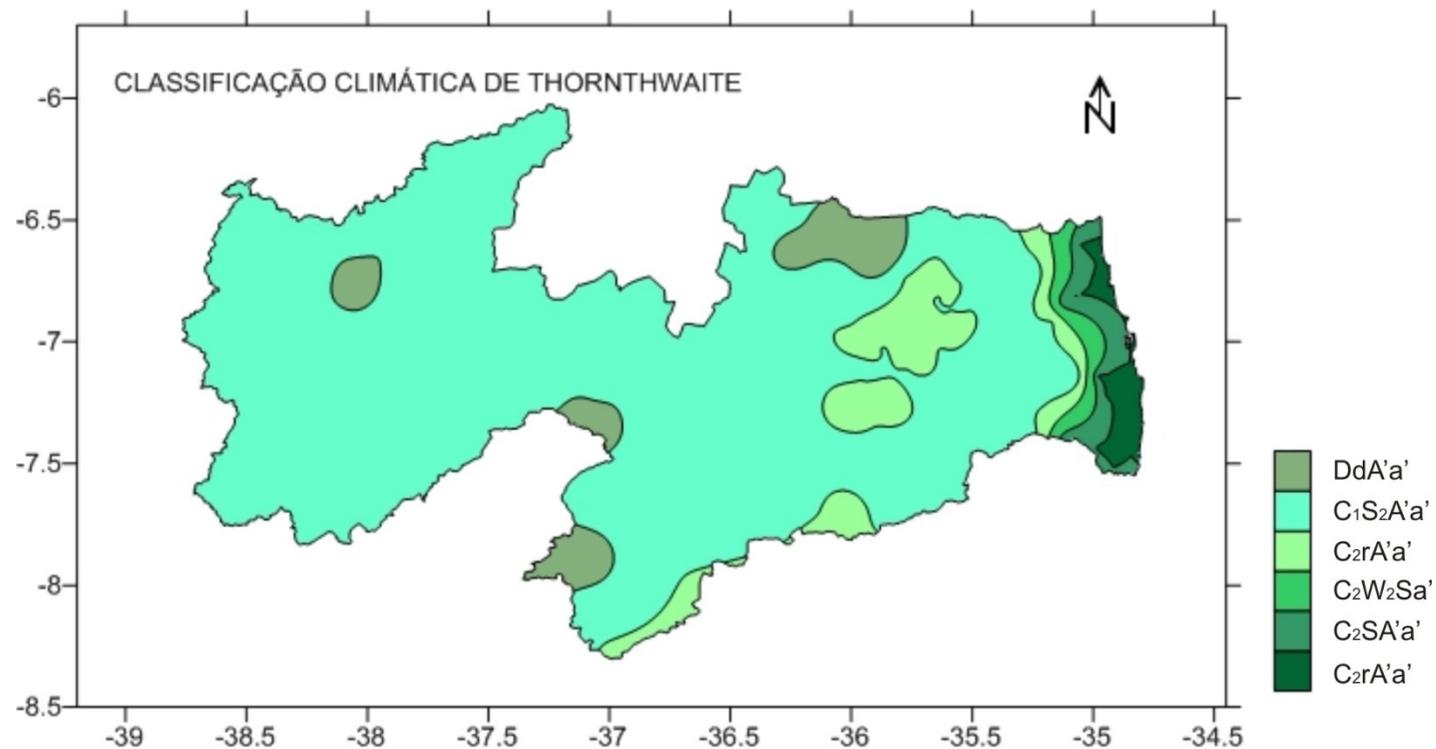


Figura 11. Classificação climática de Thornthwaite do Estado da Paraíba. Fonte: Francisco *et al.* (2015c).

O Estado da Paraíba é caracterizado por dois regimes de chuvas, um correspondente de fevereiro a maio, nas regiões do Alto Sertão, Sertão e Cariri/Curimataú; e o outro de abril a julho, no Agreste, Brejo e Litoral. Tais regiões homogêneas foram determinadas por Braga e Silva (1990) através de técnicas objetivas de análise multivariada estendidas por Silva (1996), distribuídas no Litoral, Brejo, Agreste, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão (Figura 12).

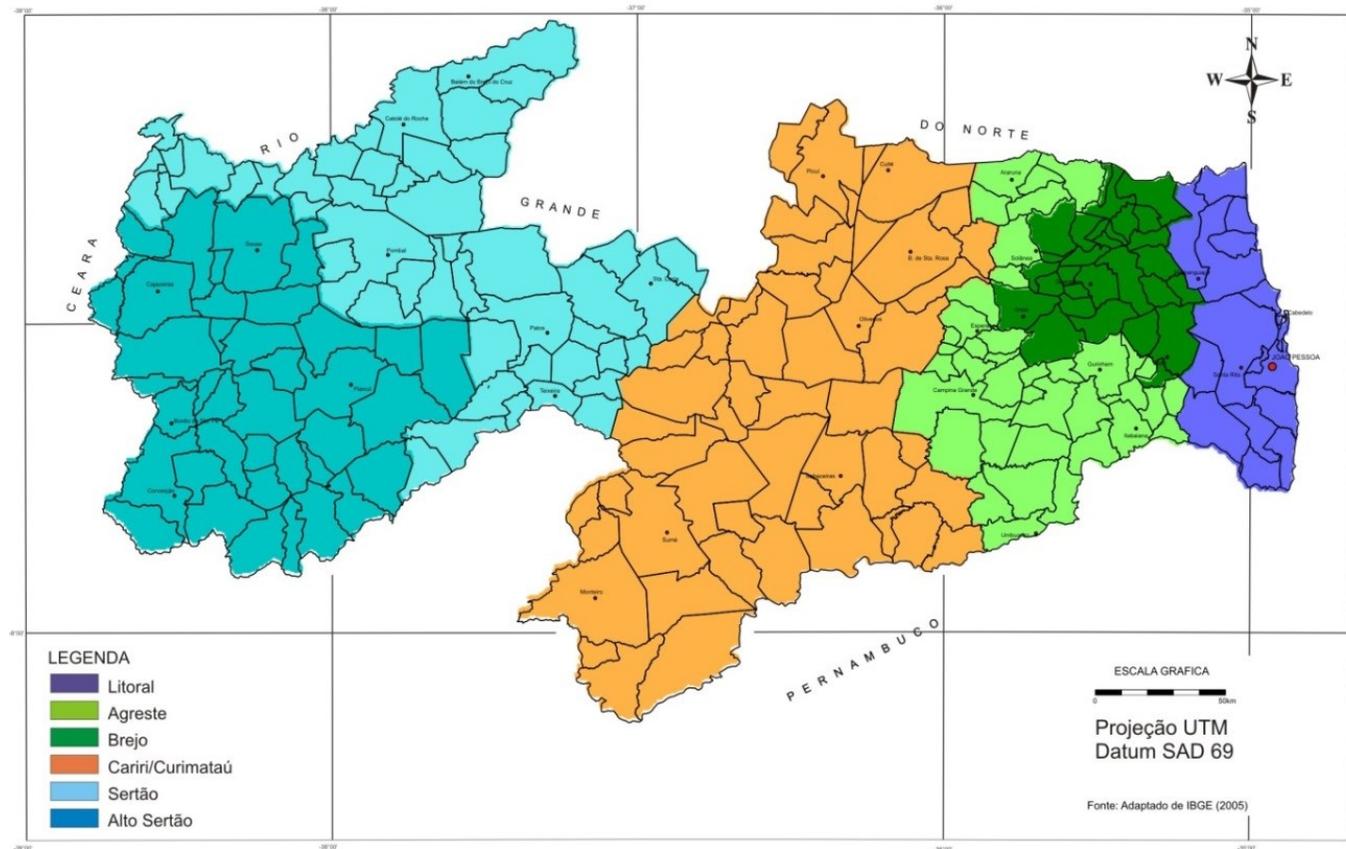


Figura 12. Regiões pluviometricamente homogêneas do Estado da Paraíba. Fonte: Adaptado de Silva *et al.* (2004).

Metodologia de trabalho

A metodologia baseia-se nas potencialidades e limitações de solo e de clima para culturas agrícolas, considerando o uso da terra na condição de sequeiro (sem irrigação) e três cenários pluviométricos (anos secos, regulares e chuvosos).

Aptidão pedológica

Os parâmetros do solo e da paisagem importantes para o desenvolvimento das culturas adotadas neste trabalho, como também para a conservação do ambiente, particularmente do solo, foram considerados quanto às características intrínsecas do solo a declividade, profundidade efetiva, textura, fertilidade natural, drenagem, pedregosidade, salinidade e erosão.

O relevo é um importante aspecto da paisagem diretamente relacionado às práticas de mecanização agrícola e, de acordo com Francisco (2010), a declividade do terreno é um parâmetro importante para a avaliação das terras, tendo em vista a mecanização agrícola, além de ser um atributo da terra facilmente identificado e determinado, dado o caráter relativamente generalizado deste trabalho na escala 1:200.000.

A pedregosidade é um atributo em que a presença superficial ou subsuperficial de quantidades expressivas de calhaus e matacões interfere no uso das terras, sobretudo no emprego de máquinas e equipamentos agrícolas (IBGE, 2007). A pedregosidade também afeta, direta ou indiretamente, a oferta hídrica e de nutrientes, além da germinação de sementes (EMBRAPA, 2012). A pedregosidade e a rochiosidade são fatores limitantes à mecanização de grande importância, pois restringem as atividades agrícolas e, juntamente com o relevo, fornece os principais subsídios para o estabelecimento dos graus de limitações ao emprego de implementos agrícolas (BRASIL, 1972).

O solo é considerado um reservatório natural de água para as plantas (LOYOLA & PREVEDELLO, 2003). Sofre influências das práticas agrícolas, uma vez que estas podem alterar suas características de superfície, fazendo diminuir a quantidade de água de infiltração, aumentando o escoamento e acelerando a erosão. Uma vez no solo, a distribuição da água se dá pelas forças de adsorção e capilaridade dos componentes orgânicos e minerais (potencial matricial), que determinam a permeabilidade de cada horizonte ou camada do solo. Para condição de solo saturado, a força gravitacional é que determina o fluxo da água, que pode drenar lateralmente, ou em profundidade, através da rocha subjacente. A drenagem refere-se à rapidez com que a água, movida pela gravidade, é retirada do perfil do solo. Esta dependerá da permeabilidade da rocha ou a de alguma camada ou sub-horizonte do perfil, de menor fluxo drenante (SILVA *et al.*, 2009).

A textura do solo refere-se à proporção relativa das frações granulométricas que compõem a massa do solo. É considerada uma característica básica do solo porque não está sujeita a mudança, podendo servir como critério para sua classificação. O uso e o manejo do solo afetam muito pouco a textura, implicando dizer que, na propriedade rural, em áreas com a mesma classe textural, as variações da qualidade física estão associadas a outros atributos do solo (REINERT & REICHERT, 2006). É uma característica diretamente relacionada à disponibilidade de água e nutrientes às plantas, à permeabilidade do solo e às operações de mecanização agrícola (EMBRAPA, 2012).

A profundidade efetiva refere-se à profundidade máxima que a maioria das raízes penetra livremente no corpo do solo, sem impedimentos, proporcionando às plantas suporte físico e condições para absorção de água e nutrientes (LEPSCH *et al.*, 1996). A profundidade efetiva é considerada como a camada mais superficial do solo favorável ao crescimento das raízes dos vegetais, limitada na parte inferior por um contato lítico (rochas) ou por camadas densas impermeáveis, tais como o caráter dúrico, caráter litoplântico, horizonte litoplântico, horizonte plântico, entre outros (EMBRAPA, 2006).

A fertilidade natural refere-se, sobretudo, à disponibilidade de nutrientes e à presença de elementos tóxicos para as plantas, como alumínio, sódio ou manganês. Entretanto, a fertilidade deve ser entendida como sendo uma avaliação muito mais ampla, envolvendo não apenas esses aspectos, mas também a qualidade física e biológica dos solos. A fertilidade natural dos solos pode ser inferida ou estimada em função de vários atributos dos solos (EMBRAPA, 2012).

O sódio trocável (Na⁺), a partir de determinados teores, pode ser tóxico para algumas culturas (UNITED STATES, 1993) e, além disso, pode afetar sobretudo as condições físicas dos solos.

A erosão refere-se à remoção da parte superficial do solo em consequência, principalmente, da ação das águas das chuvas e do vento (SANTOS *et al.*, 2005). A erosão hídrica provoca a remoção de material sólido desagregado à medida que ocorre o fluxo de água no solo. É identificada, no campo, tanto na forma laminar como na forma de sulcos – abertura de canais (EMBRAPA, 2012).

Classificação pedológica

Neste trabalho, a base principal de dados utilizada é o Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978) e o mapa de solos do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PARAÍBA, 2006) na escala de 1:200.000, representando a área de estudo e a ocorrência e distribuição das classes de solos predominantes no Estado.

Para elaboração dos mapas, foi utilizada a base de dados de Francisco *et al.* (2014), elaborada no software SPRING 5.2.2 na projeção UTM/SAD69, que contém o mapa digital de solos do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PARAÍBA, 2006), atualizado em seus limites conforme IBGE (2009), e o mapa de classe de capacidade de uso da terra em que, utilizando o Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 1978), elaborou a classificação dos polígonos de solos a partir da chave da fórmula básica da classe de capacidade de uso da terra, onde foram interpretadas as unidades de solos e elaborado o mapa, sendo adotadas as cores das legendas conforme o manual de Lepsch *et al.* (1996).

Conforme a metodologia de PARAÍBA (1978), para a avaliação das culturas foram eleitas categorias de terras que apresentam de maneira geral os grupos de terras das seguintes categorias: Categoria 1, Categoria 1a, Categoria 1b, Categoria 2, Categoria 2a, Categoria 2b, Categoria 2c, Categoria 3, e Categoria I.

As classes de potencial pedológico foram determinadas isoladamente para categorizar as diferenças de adaptabilidade de uma cultura em relação às condições da terra, tornando-se necessário o estabelecimento dos solos mais adequados para o seu desenvolvimento.

Nesta interpretação, considerou-se apenas o potencial dos solos em sistema de manejo desenvolvido, que se caracteriza por aplicação mais ou menos intensiva do capital e um razoável nível de conhecimentos técnicos especializados, para a melhoria das condições dos solos e das culturas, não se justificando nem um baixo, nem um muito alto nível de manejo, com resultados duvidosos principalmente do ponto de vista econômico. As práticas de manejo são levadas a efeito, na maioria dos casos, com auxílio de tração motorizada e utilizando resultados de pesquisas agrícolas.

As classes de potencial são definidas em termos de graus de limitações, que são determinados de acordo com a possibilidade ou não de remoção ou melhoramento das condições naturais do solo para cada cultura. Em virtude de a pequena escala do mapa de solos utilizado ser constituído predominantemente por associações, as classes de potencial foram definidas em função do solo dominante e, quando necessário, consultaram-se dados analíticos de perfis de solos representativos das unidades de mapeamento existentes no relatório de solos utilizado (FRANCISCO, 2010).

Por esta metodologia, foram calculadas as áreas e classes de capacidade de uso do solo para uma melhor análise geoespacial dos dados, através da opção “medidas de classe” de SPRING.

Através do mapa de classes de capacidade de uso das terras e da descrição das informações de cada polígono de solo no Relatório (PARAÍBA, 1978), e as informações de aptidão edáfica da cultura, onde consta para cada polígono sua classe de aptidão, foi possível de forma precisa a espacialização dos dados e a elaboração do mapa de potencial pedológico das culturas de algodão herbáceo, cana-de-açúcar, feijão, feijão caupi, mamona, mandioca, milho e sorgo.

Para viabilizar a elaboração do mapa do potencial pedológico e também visando à padronização cartográfica, os mapas foram categorizados de acordo com EMBRAPA (2012) nas seguintes classes: Muito Alto - Categoria 1; Alto - Categoria 1a e 1b; Média - Categoria 2, 2a, 2b e 2c ; Baixo - Categoria 3; Muito Baixo - Categoria I.

Aptidão climática

O clima é formado por vários elementos, como radiação solar, precipitação pluviométrica, temperatura do ar, umidade do ar, vento, pressão atmosférica, evaporação, entre outros, cuja ação no ambiente é importante analisar (OLIVEIRA *et al.*, 2014). De acordo com EMBRAPA (2012), o clima exerce influência sobre todos os estágios da cadeia de produção agrícola e apresenta um determinado limite climático para que a produção seja econômica e sustentável. Em estudos de aptidão climática de culturas, a fenologia das plantas é indispensável, sobretudo na avaliação das interações solo-planta-clima. A caracterização dos eventos fenológicos permite identificar todo o desenvolvimento das plantas a fim de estabelecer relações com as condições do ambiente (BERGAMASCHI & MATZENAUER, 2009).

Conforme EMBRAPA (2012), as culturas agrícolas apresentam potencialidades fisiológicas de adaptação diferentes, as quais são expressões da adaptabilidade ao ambiente. Algumas plantas mostram elevada eficiência no uso do dióxido de carbono (CO₂) e da água, sendo extremamente importante em ambientes com estresses múltiplos, como ocorre no Nordeste.

De acordo com Pereira *et al.* (2002), a disponibilidade energética e de água são os dois fatores físicos de ordem edafoclimático a determinar o crescimento e o desenvolvimento das plantas e sua produtividade. Conforme EMBRAPA (2012), o estudo das relações entre esses fatores e os processos biofísicos que ocorrem no sistema solo-planta-atmosfera torna possível a caracterização das exigências climáticas das culturas agrícolas e a delimitação de áreas potenciais para seu pleno crescimento e desenvolvimento.

Conforme Thornthwaite e Mather (1955), a caracterização das exigências climáticas para as culturas é realizada a partir de índices que sintetizam os elementos climáticos, tais como a temperatura do ar, a insolação e a precipitação pluviométrica. Às vezes, torna-se mais prático utilizar as variáveis obtidas do balanço hídrico climatológico, notadamente os índices de aridez, hídrico e de umidade.

Dados utilizados

Na metodologia de trabalho, utilizaram-se os totais mensais de precipitações obtidos nos postos pluviométricos da Rede Básica do Nordeste, implantados inicialmente pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e posteriormente, em 1992, transferidos para a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAPB) (Figura 13).

Os postos selecionados foram aqueles que possuem vinte ou mais anos de observações. Tal escolha foi para unificação de intervalos entre os postos, vistos que os espaçamentos dos postos são amplos.

A utilização dos dados foi procedida de uma análise no tocante à sua consistência, homogeneização e no preenchimento de falhas em cada série, além das séries já publicadas pela SUDENE até o ano de 1985. Não foi possível adotar, neste trabalho, um período de observação comum a todas as localidades, haja vista a diferença do número de anos e/ou mesmo do número de postos que tal procedimento acarretaria, à diferença de início da operação desses postos. Assim, para cada localidade com série de observação igual ou superior a vinte anos, foi considerado para o período disponível, independente do início.

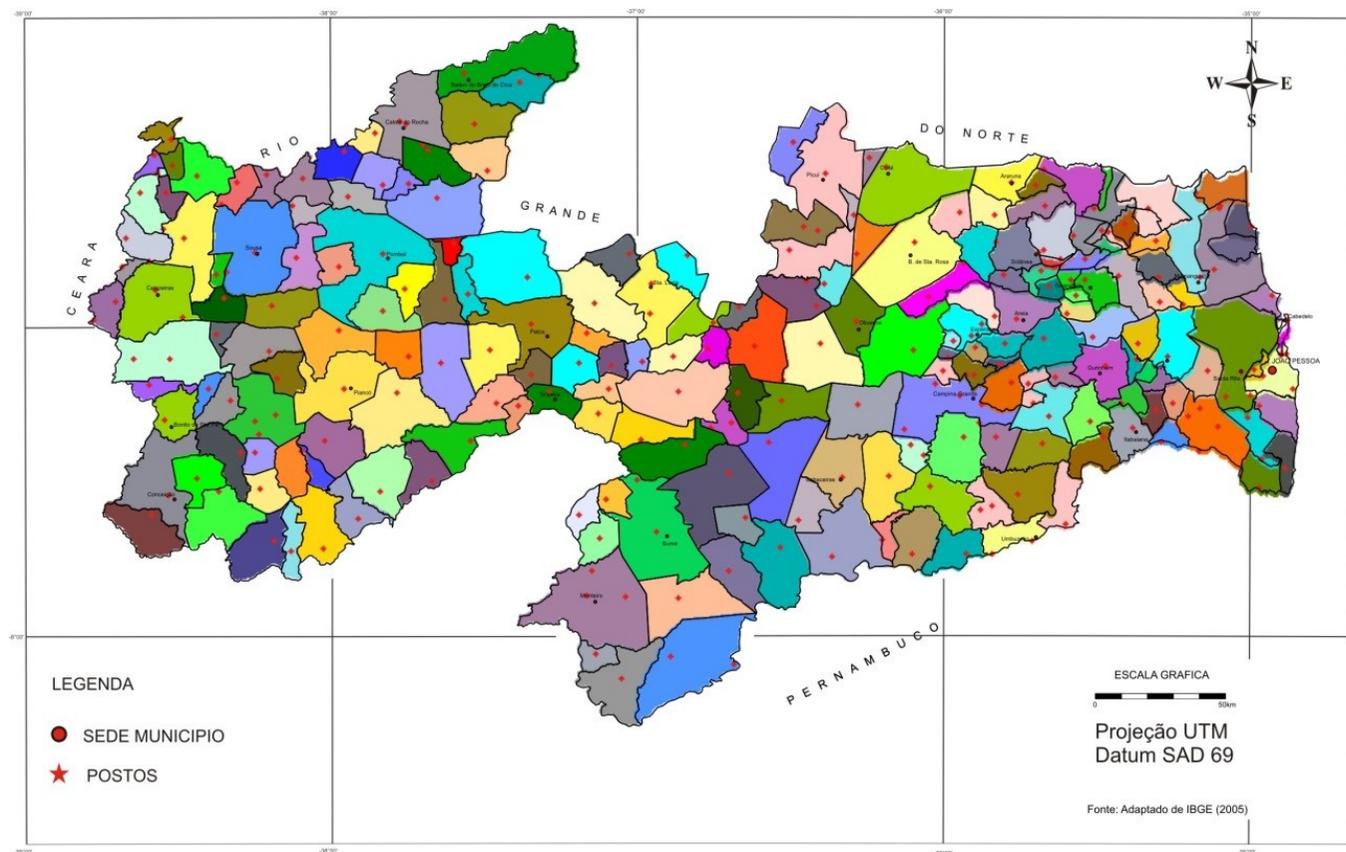


Figura 13. Distribuição espacial dos postos pluviométricos do Estado da Paraíba. Fonte: Francisco *et al.* (2015).

Temperatura do ar

Na Paraíba, a baixa concentração espacial de locais com registros de temperatura do ar é uma limitação que restringe o cálculo do balanço hídrico climatológico de algumas localidades. Conforme Varejão-Silva (2006), o número pequeno de estações meteorológicas torna baixa a densidade das informações disponíveis sobre a temperatura, dificultando a caracterização do campo térmico. Ainda de acordo Varejão-Silva (2006), embora existam longas séries de dados de temperatura do ar disponíveis para algumas localidades de certa região, pode não haver nenhum registro exatamente daquela localidade em que se está interessado em estudar. Outro fator diz respeito ao número de estações meteorológicas, que é pequeno, tornando baixa a densidade das informações disponíveis sobre a temperatura, dificultando a caracterização do campo térmico. Essas situações são muito frequentes na prática e estimulam as concepções de técnicas que busquem estimar a temperatura em locais onde não há dados.

Na elaboração deste trabalho, foi necessário estimar as médias mensais de temperatura do ar naqueles locais onde apenas se dispunha de dados de chuva. Na metodologia adotada, foram utilizados valores da temperatura média do ar dos últimos 30 anos, estimados pelo software Estima_T (CAVALCANTI & SILVA, 1994; CAVALCANTI *et al.*, 2006). O modelo empírico de estimativa da temperatura do ar é uma superfície quadrática para as temperaturas média, máxima e mínima mensal, em função das coordenadas locais: longitude, latitude e altitude, dadas por:

$$T = C_0 + C_1 \lambda + C_2 \varnothing + C_3 h + C_4 \lambda^2 + C_5 \varnothing^2 + C_6 h^2 + C_7 \lambda \varnothing + C_8 \lambda h + C_9 \varnothing h \quad (1)$$

Em que: C_0, C_1, \dots, C_9 são as constantes; $\lambda, \lambda^2, \lambda \varnothing, \lambda h$ longitude; $\varnothing, \varnothing^2, \lambda \varnothing$ latitude; $h, h^2, \lambda h, \varnothing h$ altura.

Utilizando o software Surfer 9.0, foi realizada a estatística utilizando a krigagem, em que foram confeccionados os mapas mensais e o mapa anual das médias, e todos recortados utilizando-se o limite do Estado da Paraíba conforme IBGE (2009).

Pluviosidade

Na elaboração deste trabalho de pluviosidade, foi utilizada a metodologia proposta por EMBRAPA (2012) e adaptada para o Estado da Paraíba por Francisco *et al.* (2015a), quando se utilizaram os totais mensais de precipitações obtidos nos postos pluviométricos da Rede Básica do Nordeste, implantados inicialmente pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE); posteriormente em 1992, a Rede Pluviométrica foi repassada ao Estado da Paraíba para a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAPB). Os postos selecionados foram aqueles que possuem trinta ou mais anos de observações. Tal fato da escolha foi para unificação de intervalos entre os postos, vistos que os espaçamentos dos postos são amplos.

A utilização dos dados foi procedida de uma análise no tocante à sua consistência, homogeneização e no preenchimento de falhas em cada série (município a município), além das séries já publicadas pela SUDENE até o ano de 1985. Não foi possível adotar, neste trabalho, um período de observação comum a todas as localidades, haja vista a drástica diferença do número de anos e/ou mesmo do número de postos que tal procedimento acarretaria devido à diferença de início da operação desses postos. Assim, para cada localidade com série de observação igual ou superior a trinta anos, foi considerado para o período disponível independente do início.

Foi elaborada uma planilha eletrônica com os dados obtidos e, após calculadas as médias mensais e anuais utilizando o software Surfer 9.0, foi elaborada a estatística utilizando a krigagem e foram produzidos os mapas mensais e o mapa anual das médias, todos recortados utilizando-se o limite do Estado da Paraíba (IBGE, 2009).

Discriminação dos cenários pluviométricos

De acordo com EMBRAPA (2012), o clima exerce influência sobre todos os estágios da cadeia de produção agrícola, incluindo o preparo do solo, a semeadura, o crescimento e desenvolvimento das culturas, a colheita, o armazenamento, o transporte e a comercialização. Todos os processos relacionados à produção agrícola apresentam um determinado limite climático para que a produção seja econômica e sustentável. Ao analisar o ambiente, nos quais as culturas e os animais se desenvolvem, devem ser consideradas as inter-relações entre o clima, o solo e a vegetação, pois uma condição pode influenciar a outra. Além disso, compreender o clima propicia entender aptidões para as mais diversas formas de uso e manejo da terra nas peculiaridades das regiões, as quais desempenham diferentes funções nas atividades socioeconômicas do Estado.

A incorporação de cenários pluviométricos, anos secos, regulares e chuvosos a estudos dessa natureza é desejável, pois permite torná-los ajustados e adequados à variabilidade natural das precipitações e às expectativas pluviométricas dos modelos numéricos de previsão climatológica em uso no Brasil (VAREJÃO-SILVA & BARROS, 2001).

Conforme Vieira *et al.* (2010), a precipitação pluvial de determinado local pode ser estimada, dentre outras formas, em termos probabilísticos, mediante modelos teóricos de distribuição ajustados a uma série de dados. De acordo com EMBRAPA (2012), os totais pluviométricos se distribuem assimetricamente na região Nordeste do Brasil, assim a melhor representação é a gama incompleta, na qual a distribuição é assimétrica (HARGREEAVES, 1973; MOSIÑO & MIRANDA, 1981).

Moreira *et al.* (2010) relatam que diversos estudos indicam a distribuição gama como o meio probabilístico mais confiável na determinação de totais mensais de precipitação. Os autores pesquisaram em vários trabalhos de Murta *et al.* (2005), Silva *et al.* (2007), Sampaio *et al.* (2007) e Lima *et al.* (2008), que utilizaram a distribuição gama, sendo estes estudos aplicados nas diversas áreas.

Cargnelutti Filho *et al.* (2004) afirmam que testes de aderência, como o Kolmogorov-Smirnov, amplamente utilizado (ASSIS *et al.*, 1996), servem para comparar as probabilidades empíricas de uma variável com as probabilidades teóricas estimadas pela função de distribuição em teste, verificando se os valores da amostra podem razoavelmente ser considerados como provenientes de uma população

com aquela distribuição teórica. Nos testes de aderência, a hipótese nula (H_0) admite que a distribuição seja a especificada (normal, log-normal, gama e outras), com os seus parâmetros estimados com base nos dados amostrais (ASSIS *et al.*, 1996; CATALUNHA *et al.*, 2002).

O teste de Kolmogorov-Smirnov pode ser usado tanto para dados agrupados quanto para dados individuais. De acordo com Catalunha *et al.* (2002), nos dados agrupados, não há restrição quanto ao número nem ao valor das classes. É baseado no módulo da maior diferença entre a probabilidade observada e a estimada, que é comparada com um valor tabelado de acordo com o número de observações da série sob teste. Isso evita o aspecto cumulativo dos erros (VIEIRA *et al.*, 2010). O teste de Kolmogorov-Smirnov é bastante utilizado para análise de aderências de distribuições em estudos climáticos (ASSIS *et al.*, 1996; CATALUNHA *et al.*, 2002), contudo, o seu nível de aprovação de uma distribuição sob teste é muito elevado.

Neste trabalho, foi utilizada a metodologia de Francisco *et al.* (2016a), na qual a utilização dos dados foi procedida de uma análise no tocante à sua consistência, homogeneização e no preenchimento de falhas em cada série (município a município), além das séries já publicadas pela SUDENE até o ano de 1985. Não foi possível adotar, neste trabalho, um período de observação comum a todas as localidades, haja vista a diferença do número de anos e/ou mesmo do número de postos que tal procedimento acarretaria, devido à diferença de início da operação desses postos. Assim, para cada localidade com série de observação igual ou superior a trinta anos, foi considerado para o período disponível, independente do início. Após foi elaborada uma planilha eletrônica com os dados obtidos e após calculada as médias mensais e anuais.

Para a determinação dos diferentes níveis de probabilidade de precipitação, foi realizado com auxílio do modelo probabilístico de distribuição gama incompleta (THOM, 1958). Sua função de densidade de probabilidade é dada pela Equação 2.

$$f(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad (2)$$

Em que: a = parâmetro de forma (adimensional); b = parâmetro de escala (mm); e = base do logaritmo neperiano; x = total de precipitação (mm) e; Γ = símbolos da função gama, definida conforme a equação 3.

$$\Gamma(\alpha + 1) = \sqrt{2\pi\alpha} \alpha^\alpha e^\alpha \left(1 + \frac{1}{12\alpha} + \frac{1}{288\alpha^2} - \frac{1}{51840\alpha^3}\right) \quad (3)$$

Um dos métodos frequentemente empregados é o método dos momentos, que iguala a média (X) e a variância (S²) da amostra à média e à variância da população, sendo determinado pelas equações 4 e 5 (ASSIS *et al.*, 1996).

$$x = \frac{X^2}{S^2} \quad (4)$$

$$\beta = \frac{S^2}{X} \quad (5)$$

Em que: X = precipitação média do período (mm); S² = Variância (mm²).

Posteriormente, o ajuste das distribuições foi avaliado pelo teste Kolmogorov-Smirnov a 95% de significância. A estatística do teste é dada por D, representando a diferença máxima entre as funções acumuladas de probabilidade teórica (F(x)) e empírica (F(a)). O teste apresenta a seguinte Equação 6:

$$D = \text{máx} |f(x) - f(a)| \quad (6)$$

A discriminação dos cenários pluviométricos seguiu a metodologia proposta por Varejão e Barros (2002). Para cada posto pluviométrico, foi estabelecido o total de precipitação pluviométrica registrado nos três meses consecutivos mais chuvosos de cada ano hidrológico completo. Em seguida, a distribuição gama incompleta (ASSIS *et al.*, 1996), seguindo a conceituação de Thom (1958), foi ajustada à série desses totais em cada posto, seguindo a metodologia indicada por Mielke (1976) e utilizada por EMBRAPA (2012).

A qualidade do ajustamento da curva teórica aos valores observados foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (MASSEY, 1980) ao nível de significância de 95%.

Esses mesmos critérios foram aplicados em todas as séries pluviométricas. Como a curva de distribuição da chuva acumulada nos três meses consecutivos mais chuvosos é específica para cada posto, os valores correspondentes às probabilidades de 25%, 50% e 75% também são específicos de cada posto (VAREJÃO-SILVA, 2001).

Os conjuntos dos anos secos, regulares e chuvosos de cada posto foram utilizados para obter as correspondentes médias mensais dos totais pluviométricos, necessárias para caracterizar os respectivos cenários.

Os critérios para discriminar os anos hidrológicos de cada posto pluviométrico foram enquadrados em uma das categorias indicadas (VAREJÃO-SILVA, 2000):

- a) Anos secos - aqueles em que o total de precipitação, acumulado nos três meses consecutivos mais chuvosos, for igual ou menor que o valor correspondente à probabilidade de 25%;
- b) Anos chuvosos - aqueles cujo total de precipitação, acumulado nos três meses consecutivos mais chuvosos, é superior ao valor correspondente à probabilidade de 75%;
- c) Anos regulares - todos aqueles anos não classificados nas duas categorias anteriores.

A aplicação dos critérios acima citados e a verificação do ajuste da função de distribuição de probabilidade gama incompleta aos dados de precipitação de todos os postos pluviométricos usados no estudo, com a conseqüente caracterização dos cenários pluviométricos, foram processadas por meio do programa XLSTAT 2015.5.01 Free Trial. Para a verificação do ajuste dos dados de precipitação à função de distribuição de probabilidade gama, utilizou-se o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de 95% de probabilidade (ASSIS *et al.*, 1996).

Classificação da aptidão climática

Neste trabalho, foi elaborado o Balanço Hídrico Climatológico para a Capacidade de Campo em que o método de Thornthwaite foi utilizado para calcular o balanço hídrico climatológico (BHC) de cada localidade, considerando-se a capacidade média de armazenamento de água no solo (CAD) de acordo com as exigências edafoclimáticas da cultura.

No caso das culturas de período vegetativo longo, foram utilizados os índices de umidade (Iu), hídrico (Ih) e de aridez (Ia) provenientes dos balanços hídricos, os quais sintetizam as exigências da cultura quanto à disponibilidade de água. Além dos índices, foram utilizados um ou mais dos seguintes parâmetros anuais: EXC- estimativa do excedente hídrico anual/mensal (mm); DEF - estimativa da deficiência hídrica anual/mensal (mm).

Em culturas de ciclo curto, foram utilizados elementos do evapopluviograma para cada localidade, conforme EMBRAPA (2012), de acordo com o cenário pluviométrico, que considera as exigências das plantas separadamente em cada mês do seu ciclo vegetativo, expressas em termos de um ou mais dos seguintes parâmetros mensais:

Pm/EPT - relação entre a precipitação e a evapotranspiração potencial no mês m;

EXCm - estimativa do excedente hídrico no mês m; e

DEFm - estimativa da deficiência hídrica no mês m.

Quando a altitude e a temperatura do ar constituíram fatores limitantes da produção ou do pleno desenvolvimento da cultura, estas variáveis foram utilizadas para análise da aptidão climática.

As classes prováveis encontradas foram classificadas, conforme EMBRAPA (2012), como (Tabela 1): Plena sem restrição (C1); Plena com Período Chuvoso Prolongado (C2); Moderada por Excesso Hídrico (C3); Moderada por Deficiência Hídrica (C4); e Inapta por deficiência hídrica acentuada (C5).

Tabela 1. Classes de aptidão climática

Legenda	Aptidão Climática
C1	Plena sem restrição
C2	Plena com período chuvoso prolongado
C3	Moderada por excesso hídrico
C4	Moderada por deficiência hídrica
C5	Inapta por deficiência hídrica acentuada

Fonte: EMBRAPA (2012).

Parâmetros das culturas

Algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum*)

O cultivo do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) se constitui uma atividade de grande importância socioeconômica para a região Nordeste, principalmente no semiárido, permitindo renda ao produtor, seja na oferta de matéria-prima para a indústria têxtil e oleaginosa, seja na geração de empregos e renda, onde é explorada por pequenos e médios agricultores. A produção de algodão é uma atividade importante para a agricultura familiar no semiárido, devido a suas características de resistência à seca (CARMONA *et al.*, 2005).

O algodão é uma planta de origem tropical e é cultivado economicamente em países subtropicais acima da latitude de 30°N até 30°S. É considerada uma planta com elevada capacidade de resistência à seca, apesar de apresentar metabolismo fotossintético do tipo C3 ineficiente, com elevada taxa de fotorrespiração, o que reduz substancialmente o coeficiente fotossintético (BELTRÃO, 2006), comprometendo cerca de 38% da fotossíntese (ROSOLEM, 2007). Seu crescimento é marcado por uma complexa morfologia, em que órgãos vegetativos e reprodutivos se desenvolvem simultaneamente, dificultando o monitoramento do seu crescimento em resposta a alterações climáticas. Para alcançar alta produtividade e qualidade da fibra, o algodoeiro requer boa disponibilidade de água e temperaturas adequadas, sendo imprescindível a avaliação das condições de solo, temperatura e pluviosidade antes do plantio. (TENNAKOON & MILROY, 2003).

Para a implantação da cultura do algodão, devem ser considerados o relevo e as condições de drenagem da área a ser explorada. Áreas com relevo plano a suave ondulado devem ser priorizadas em razão da cultura não cobrir adequadamente a superfície do solo, deixando-o exposto aos agentes erosivos. A má drenagem do solo é outro fator limitante, pois o encharcamento prolongado restringe o pleno desenvolvimento do algodão. Por essa razão, os solos hidromórficos, como Gleissolos, Organossolos, e certos Neossolos e Cambissolos Flúvicos, não apresentam bom potencial para o cultivo do algodoeiro, em razão da oscilação do lençol freático ao longo do

ano e grande risco de inundação no período de concentração das chuvas. Há também os casos de encharcamento superficial temporário, como ocorre na classe dos Planossolos; e de baixa profundidade efetiva, a exemplo dos Neossolos Litólicos e alguns Luvisolos Crômicos. Assim, Latossolos, Argissolos e Cambissolos apresentam maior potencial para o cultivo do algodoeiro, tendo como principal limitação a baixa fertilidade natural e o risco de erosão, quando ocorrem em relevo mais movimentado. Portanto, para o cultivo do algodão devem ser escolhidos solos profundos, com boa fertilidade natural e bem estruturados, que permitam tanto a retenção adequada de água às plantas, quanto boas condições de aeração na zona radicular (EMBRAPA, 2012).

De acordo com Jacomine *et al.* (1975), o algodoeiro não tolera solos ácidos, devendo-se proceder à calagem em solos com pH abaixo de 5,3. Toleram, entretanto, alcalinidade até pH 8. A faixa mais indicada para seu cultivo está entre 5,5 e 7,0. O elemento mais exigido pela cultura é o fósforo, seguindo-se em menor escala o nitrogênio e o potássio. Vale ressaltar que solos muito ricos em matéria orgânica provocam um grande desenvolvimento vegetativo da planta, com prejuízo para a produção de fibra. Ainda de acordo com os autores, o algodoeiro herbáceo é planta relativamente exigente, preferindo solos de fertilidade média a alta, profundos ou de profundidade mediana, suficiente para o perfeito desenvolvimento da sua raiz pivotante.

Pode ser cultivado em solos de textura variada, desde arenosos até argilosos, levando-se sempre em consideração que a planta se desenvolve melhor em solos de média a alta capacidade de retenção de água disponível às plantas. Os solos muito arenosos apresentam baixa capacidade de retenção de água e os argilosos, em regiões de alta pluviosidade, podem prejudicar a cultura por encharcamento. Solos com drenagem má ou imperfeita por camada impermeável ou lençol freático alto são impróprios para o algodoeiro. A topografia acidentada é um dos fatores limitantes para a lavoura algodoeira, que, pelo seu sistema de cultivo, exigindo tratamentos culturais frequentes para a eliminação de ervas daninhas, favorece grandemente a erosão. As áreas de relevo movimentado e muito susceptíveis à erosão são, portanto, impróprias. Além do mais, a topografia fortemente ondulada não permite a mecanização da qual depende o sucesso econômico da cultura. Áreas com relevo de plano a ondulado foram consideradas próprias para o cultivo do algodoeiro herbáceo, admitindo declividades máximas de 10% para solos arenosos e 20% para solos argilosos de boas condições físicas (JACOMINE *et al.*, 1975).

Para alcançar altas produtividades e qualidade da fibra, o algodoeiro requer boa disponibilidade de água e temperaturas adequadas, sendo imprescindível a avaliação das condições de solo, temperatura e pluviosidade antes do plantio. A água é o principal fator limitante à cultura, que necessita de 550 a 1500mm de precipitação durante o ciclo, podendo necessitar de mais de 10mm de água por dia, quando se encontra em processo de floração e enchimento dos frutos. Em geral, a cultura requer água suficiente para permitir pelo menos 700mm de evapotranspiração durante o ciclo, de forma a manter produtividades acima de 2000 kg ha⁻¹ (TENNAKOON & MILROY, 2003).

Altas demandas evaporativas retardam o crescimento, tornando também o controle da temperatura e da umidade relativa um grande desafio à produção. De fato, qualquer fator que provoque redução na fotossíntese ou aumento no gasto metabólico provocará queda das estruturas reprodutivas e consequente redução na produtividade do algodoeiro (ROSOLEM, 2007). O algodão exige umidade no solo durante a germinação da semente, para o início do desenvolvimento das plântulas e, notadamente para o período compreendido entre a formação dos primeiros botões florais ao início da abertura dos frutos. Entretanto, o encharcamento do solo, em qualquer fase da vida, provoca avermelhamento, perda de frutos e redução da produção (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2009). A planta é particularmente sensível à baixa luminosidade, sendo necessário insolação em 2.500 horas luz/ano, em torno de 6,5 horas/dia, como mínimo, e umidade relativa do ar inferior a 70%. Ao final do ciclo, o algodoeiro exige um período seco para possibilitar a perfeita secagem do fruto e sua deiscência. Chuvas intensas nessa fase podem causar o acamamento das plantas, o que durante a floração provoca queda dos botões florais e das maçãs jovens (LACA-BUENDIA *et al.*, 1997; EMBRAPA, 2012).

Assim, a temperatura é outro importante fator limitante à produtividade. Durante a fase de desenvolvimento das flores, inúmeros processos, como o desenvolvimento do pólen e a fertilização, são reduzidos em temperaturas superiores a 32°C. (SNIDER & OOSTERHUIS, 2012). A germinação do algodoeiro é favorecida na faixa entre 20 e 30°C. Temperaturas médias do ar entre 27 e 32°C são ideais para o crescimento, desenvolvimento e retenção dos frutos. Porém, acima de 35°C, ocorre elevada queda dos botões florais e de frutos jovens (*shedding*) (REDDY *et al.*, 1995; ROSOLEM, 2007; SNIDER *et al.*, 2009), o que reduz substancialmente a capacidade produtiva das plantas. No semiárido, o estresse devido às altas temperaturas é um fator que ocorre com maior frequência a partir do início do desenvolvimento

vegetativo do algodoeiro, podendo resultar em decréscimo de área foliar, diminuição da produção total de matéria seca (REDDY *et al.*, 1995) e aumento da proporção de ramos vegetativos (SNIDER & KAWAKAMI, 2014).

Os critérios discriminantes utilizados neste trabalho para identificar as potencialidades climáticas relacionadas ao cultivo do algodoeiro herbáceo foram de acordo com a metodologia utilizada por EMBRAPA (2012), os quais levaram em conta a relação entre a precipitação (P) e a evapotranspiração (ET_o) em cada mês *i* (*i* = 1, 2, 3) do ciclo vegetativo, parâmetro mais conveniente que o emprego tradicional do índice de vegetação mensal.

As classes de aptidão climática foram utilizadas de acordo com a Tabela 2. A condição complementar adotada para a aptidão plena foi que o quarto mês após o plantio fosse seco, exatamente para possibilitar que se completasse a maturação das sementes e a subsequente deiscência do fruto.

Tabela 2. Classes de aptidão climática para a cultura do algodão herbáceo

Aptidão Climática	P_i/ET_o_i
Moderada por excesso hídrico – C3	≥ 2,5
Plena com período chuvoso prolongado – C2	2,5 > P _i /ET _o _i ≥ 1,5
Plena sem restrição – C1	1,5 > P _i /ET _o _i ≥ 1,0
Moderada por deficiência hídrica – C4	1,0 > P _i /ET _o _i ≥ 0,7
Inapta por deficiência hídrica acentuada – C5	P _i /ET _o _i < 0,7

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2012).

Para a elaboração do potencial pedológico das categorias que constam nas legendas, foram adotadas as mesmas do relatório em que constam, de maneira geral, os grupos de terras que apresentam as seguintes aptidões:

- Categoria 1: áreas com classes e/ou associações de classes de capacidade de uso, próprias para a cultura, com limitações ligeiras de utilização, impostas pelas características dos solos, da topografia e da erosão. Correspondem às classes de Capacidade de Uso das categorias A e B do Potencial das Terras. Da categoria A: II₂ a II₇, III₁ a III₁₅. Da categoria B: II₈, III₁₆ e III₁₈.

- Categoria 1a: áreas com associações de classes de capacidade de uso com dominância de terras próprias para culturas, que apresentam limitações ligeiras de utilização, impostas pelas características de solo, topografia e erosão. Correspondem a todas as classes de Capacidade de Uso das categorias C e C1 do Potencial das Terras. Da categoria C1: II₉, III₁₉, III₂₀, III₂₂, III₂₅ a III₂₈. Da categoria C: III₃₀, III₃₂ a III₄₂.

- Categoria 1b: áreas com classes e/ou associações de classes de capacidade de uso representada por solos aluvionais, apropriados para as culturas com problemas moderados e/ou complexos de drenagem. Correspondem às classes de Capacidade de Uso das categorias E do Potencial das Terras. Da categoria E: II₁, III₁₀, III₂₁, III₃₁, e III₁₀₅.

- Categoria 2: áreas com classes de capacidade de uso com limitações moderadas para utilização com a cultura, devido às características de fertilidade e/ou topografia. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D1 do Potencial das Terras. Da categoria D1: IV₁ a IV₅, IV₉ e IV₁₀.

- Categoria 2a: áreas com associações de classes de capacidade de uso da Categoria 2. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D1 do Potencial das Terras. Da categoria D1: IV₆, IV₇, IV₁₁ a IV₂₁.

- Categoria 2b: áreas com classes de capacidade de uso com fortes limitações para utilização com a cultura, devido às características de drenagem e associações de classes de terras inaptas para a cultura. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D2 do Potencial das Terras. Da categoria D2: IV₈₅, IV₈₆, IV₈₉ a IV₁₀₄.

- Categoria 2c: áreas com classes de capacidade de uso com limitações severas para utilização com a cultura. devido às características de drenagem imperfeita e associações de classes de terras inaptas para a cultura. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria F do Potencial das Terras. Da categoria F: III₁₇, III₂₄, III₂₉, IV₂₂ a IV₈₀.

- Categoria 3: áreas com classes de capacidade de uso com fortes limitações para utilização com a cultura, devido às características de baixa fertilidade do solo e/ou da drenagem excessiva. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D2, F e G1 do Potencial das Terras. Da categoria D2: IV₈₁ a IV₈₄. Da categoria F: IV₈. Da categoria G1: VI₉.

- Categoria I: áreas impróprias para a exploração com a cultura, sendo representada por classes de capacidade de uso ou associações de classes cujas características dos solos e/ou topografia apresentam restrições severas para utilização, correspondendo às demais categorias do Potencial das Terras.

Para viabilizar a elaboração do potencial pedoclimático e também visando à padronização cartográfica, os mapas foram categorizados nas seguintes classes: muito alto, alto, média, baixa e muito baixa.

Cana-de-açúcar (*Saccharum spp*)

A cana-de-açúcar (*Saccharum sp*) é originária da Ásia Meridional. Geralmente, cultivada em países tropicais e subtropicais para obtenção do açúcar, álcool e aguardente (WALDHEIM, 2006). Atualmente, a cana-de-açúcar ocupa, no país, mais de 7 milhões de hectares, sendo o Brasil o maior produtor mundial, seguido pela Índia, Tailândia e Austrália (UNICA, 2009).

A cana-de-açúcar é cultivada entre as latitudes de 36°N e 31°S desde o nível do mar até 1.000 m de altitude. Essencialmente é considerada como uma planta tropical e tem o seu ciclo vegetativo longo, permanecendo no campo durante todas as estações do ano e, por isso, sua produtividade é bastante influenciada pelo clima (VAREJÃO-SILVA & BARROS, 2001).

Considerando-se a importância da produção de cana-de-açúcar e seus produtos para o desenvolvimento socioeconômico regional e nacional, faz-se necessário indicar o potencial dos solos do estado para sua produção.

De acordo com EMBRAPA (2012), em relação às exigências pedológicas da cultura, consideram-se mais favoráveis os solos profundos, com textura variando de média a argilosa, bem drenados, destacando-se os Latossolos e Argissolos em relevo plano à suave ondulado, podendo-se também alcançar produtividades satisfatórias em Neossolos Flúvicos, Cambissolos Flúvicos, Gleissolos Háplicos e Gleissolos Melânicos, quando drenados artificialmente. Em relação às exigências nutricionais, a planta se desenvolve bem em solos com pH na faixa de 5,5 a 6,0 e com saturação por bases acima de 60%. Atenção deve ser dada ao suprimento de Ca, N e K. Duarte Jr. e Coelho (2008) indicam que o balanço entre nitrogênio e potássio, associado a teores de cálcio, ferro, cobre e zinco no solo, contém os principais nutrientes limitantes da produtividade, independentemente do método de preparo do solo.

De acordo com EMBRAPA (2012), os principais componentes climáticos que controlam o crescimento, a produção e a qualidade da cana-de-açúcar são a disponibilidade hídrica adequada e bem distribuída, seguida de meses relativamente secos, indispensáveis à formação de sacarose, a radiação solar e a temperatura do solo e do ar. Se bem distribuída, um total de chuva entre 1.100 e 1.500mm é adequado para a cultura, principalmente nos meses de crescimento vegetativo, seguido por um período relativamente mais seco de

amadurecimento. Dos elementos climáticos, a temperatura é um dos mais importantes para a produção de cana-de-açúcar. A planta geralmente é tolerante a altas temperaturas, produzindo em regiões com temperatura média de verão de 35°C.

Para avaliação de aptidão climática da cultura da cana-de-açúcar, foram utilizados os critérios conforme a metodologia adaptada de EMBRAPA (2012), em que o índice efetivo de umidade (Iu) foi utilizado como parâmetro e adaptado dos critérios utilizados por Camargo *et al.* (1977) e Varejão-Silva e Barros (2002) (Tabela 3).

Tabela 3. Critérios utilizados na avaliação de aptidão climática da cultura da cana-de-açúcar

Aptidão Climática	Índice de umidade (Iu)
Moderada por excesso hídrico – C3	$Iu \geq 40$
Plena com período chuvoso prolongado – C2	$10 < Iu \leq 40$
Plena sem restrição – C1	$0 < Iu \leq 10$
Moderada por deficiência hídrica – C4	$-10 < Iu \leq 0$
Inapta por deficiência hídrica acentuada – C5	$Iu \leq -10$

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2012).

Para elaboração das categorias que constam nas legendas, foram adotadas as mesmas do relatório em que constam, de maneira geral, os grupos de terras que apresentam as seguintes aptidões:

- Categoria 1: áreas com classes e/ou associações de classes de capacidade de uso, que são próprias para a cultura com limitações ligeiras de utilização, impostas pelas características de solos, topografia e erosão. Correspondem às classes de Capacidade de Uso das categorias A e B do Potencial das Terras. Da categoria A: II₂ a II₇, III₁ a III₁₅. Da categoria B: II₈, III₁₆ e III₁₈;

- Categoria 1a: áreas com associações de classes de capacidade de uso com dominância de terras próprias para culturas, que apresentam limitações ligeiras de utilização, impostas pelas características de solos, topografia e erosão. Correspondem a todas as classes de Capacidade de Uso das categorias C e C1 do Potencial das Terras. Da categoria C1: II₉, III₁₉, III₂₀, III₂₂, III₂₅ a III₂₈. Da categoria C: III₃₀, III₃₂ a III₄₂;

- Categoria 1b: áreas com classes e/ou associações de classes de capacidade de uso representada por solos aluvionais, apropriados para as culturas com problemas moderados e/ou complexos de drenagem. Correspondem às classes de Capacidade de Uso das categorias E do Potencial das Terras. Da categoria E: II₁, III₁₀, III₂₁, III₃₁, e III₁₀₅;

- Categoria 2: áreas com classes de capacidade de uso com limitações moderadas para utilização com a cultura, devido às características de fertilidade e/ou topografia. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D1 do Potencial das Terras. Da categoria D1: IV₁ a IV₅, IV₉ e IV₁₀;

- Categoria 2a: áreas com associações de classes de capacidade de uso da Categoria 2. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D1 do Potencial das Terras. Da categoria D1: IV₆, IV₇, IV₁₁ a IV₂₁;

- Categoria 2b: áreas com classes de capacidade de uso com fortes limitações para utilização com a cultura, devido às características de drenagem e associações de classes de terras inaptas para a cultura. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D2 do Potencial das Terras. Da categoria D2: IV₈₅, IV₈₆, IV₈₉ a IV₁₀₄;

- Categoria 2c: áreas com classes de capacidade de uso com limitações severas para utilização com a cultura, devido às características de drenagem imperfeita e associações de classes de terras inaptas para a cultura. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria F do Potencial das Terras. Da categoria F: III₁₇, III₂₄, III₂₉, IV₂₂ a IV₈₀.

- Categoria 3: áreas com classes de capacidade de uso com fortes limitações para utilização com a cultura, devido às características de baixa fertilidade do solo e/ou da drenagem excessiva. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D2, F e G1 do Potencial das Terras. Da categoria D2: IV₈₁ a IV₈₄. Da categoria F: IV₈. Da categoria G1: VI₉;

- Categoria I: áreas impróprias para a exploração com a cultura, sendo representada por classes de capacidade de uso ou associações de classes cujas características de solos e/ou topografia apresentam restrições severas para utilização, correspondendo às demais categorias do Potencial das Terras.

Para viabilizar a elaboração do potencial pedoclimático e também visando à padronização cartográfica, os mapas foram categorizados nas seguintes classes: muito alto, alto, média, baixa e muito baixa.

Feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) e feijão comum (*Phaseolus vulgaris*)

O feijão macassar, feijão-de-corda ou feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é um dos principais componentes da dieta alimentar das populações da região Nordeste. É uma excelente fonte de proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas, baixa quantidade de gordura e não conter colesterol. Esse feijão também é utilizado como planta forrageira, adubação verde e proteção do solo (FREIRE FILHO *et al.*, 2005; MARQUES *et al.*, 2010; EMBRAPA, 2012).

O feijão caupi apresenta ciclo fenológico curto, baixa exigência hídrica e rusticidade. Desenvolve-se em solos de relativa baixa fertilidade e salinidade (FREIRE FILHO *et al.*, 2005). Em função de o sistema radicular do feijão caupi não explorar grande volume de solo, pode ser cultivado praticamente em todos os tipos de solos, com teor regular de matéria orgânica, soltos, leves e profundos, dotados de média a alta fertilidade e baixos teores de alumínio. Entretanto, outros solos com baixa fertilidade natural podem ser utilizados, mediante aplicações de corretivos de acidez e aplicação de fertilizantes (MELO *et al.*, 2005).

De acordo com EMBRAPA (2012), em função de o sistema radicular do feijão caupi não explorar grande volume de solo, pode ser cultivado praticamente em todos os tipos de solos, merecendo destaque os Latossolos Vermelhos, Amarelos e Vermelho Amarelos; os Argissolos Vermelhos, Amarelos e Vermelho-Amarelos; e os Neossolos Flúvicos. De um modo geral, desenvolve-se bem em solos com teor regular de matéria orgânica (20g kg⁻¹), soltos, leves e profundos, dotados de média a alta fertilidade e baixos teores de Al³⁺. Entretanto, outros solos com baixa fertilidade natural, como Latossolos e Argissolos distróficos e Neossolos Quartzarênicos, podem ser utilizados, mediante aplicações de corretivos de acidez e aplicação de fertilizantes, ambos dependentes de análise química do solo (MELO *et al.*, 2005). O fósforo, apesar de ser extraído pelo feijão caupi em menor quantidade quando comparado a outros macronutrientes, é comumente o principal elemento limitante da produção desta cultura no Nordeste (CARDOSO & MELO, 1998). Micronutrientes, como molibdênio e zinco, exercem grande influência sobre a nodulação e a fixação biológica de nitrogênio pelas leguminosas, contudo não existem informações detalhadas sobre as necessidades de micronutrientes para o feijão caupi em solos da região Nordeste (MELO *et al.*, 2005).

No Brasil, a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) constitui-se uma das mais representativas explorações agrícolas, não só pela área de cultivo, como também pelo valor da produção. Trata-se de um componente importante na alimentação básica da população nacional, por ser rico em proteínas e ferro (MONTANARI *et al.*, 2010).

Conforme Freire Filho *et al.* (2005), sabe-se que o feijão é uma das principais culturas de subsistência da região Nordeste do Brasil, integrando a dieta das populações de baixa renda que residem na zona rural. Marques *et al.* (2010) observam que o feijão, por ser uma excelente fonte de proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas, baixa quantidade de gordura (2% de óleo em média) e não conter colesterol, é uma opção importante nos programas públicos centrados na melhoria da qualidade de vidas das populações.

O feijão caupi (*Vigna unguiculata (L.) Walp.*) é uma leguminosa que apresenta grande rusticidade e excelente adaptação às condições de clima e solo da região Nordeste. É utilizado na alimentação humana e cultivado nas áreas áridas e semiáridas do Nordeste, onde constitui alimento básico para a população (FREIRE FILHO, 2000).

Em outras regiões do país, difundiu-se como hortaliça, na produção de grãos verdes para alimentação humana e, na alimentação animal, é consumida naturalmente ou como feno, consistindo em uma excelente fonte de proteínas, apresentando todos os aminoácidos essenciais, carboidratos, vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas (CARDOSO *et al.*, 1994). De acordo com Granjeiro *et al.* (2005), constitui uma das principais fontes de proteína vegetal, em média de 23% a 25%, apresentando todos os aminoácidos essenciais, carboidratos, vitaminas e minerais, não contendo colesterol e possuindo ainda grande quantidade de fibras dietéticas e baixa quantidade de gordura, notadamente para as populações de menor poder aquisitivo.

Devido às suas características de rusticidade e variabilidade genética, é uma espécie de grande valor estratégico, principalmente em áreas que apresentam escassez hídrica. Tendo como habitat as regiões de clima quente, úmida ou semiárida, o feijão caupi é cultivado nas regiões Norte e Nordeste do país.

De acordo com EMBRAPA (2012), no Nordeste a melhor época de semeadura do feijão caupi, para as variedades de ciclo médio (80 a 90 dias), é o início do período chuvoso de cada região. Para as variedades precoces (70 a 80 dias), o ideal é semear nos dois meses antes do término do período chuvoso. Com isso, a colheita pode ser realizada em períodos secos, com melhor qualidade do produto final.

Conforme EMBRAPA (2003), a cultura do feijão caupi exige em torno de 400 a 500mm de precipitação pluviométrica, distribuídos regularmente durante o ciclo vegetativo da cultura, para se alcançar maiores produtividades e sem a necessidade de irrigação suplementar. Dependendo do cultivo utilizado, a cultura tolera ocorrências de déficit hídrico apenas no início de seu desenvolvimento, sendo considerada resistente à seca.

De acordo com EMBRAPA (2012), Leite *et al.* (1997) e Bastos (2012), médias mensais de temperatura do ar entre 21 e 30°C, durante o ciclo vegetativo da cultura, constituem a faixa térmica ideal para um bom desenvolvimento da planta. Temperaturas muito elevadas podem causar o abortamento de flores. Temperaturas baixas, inferiores a 19°C, influenciam negativamente na produtividade do feijão caupi, retardando o aparecimento de flores e aumentando o ciclo da cultura. Conforme Doorenbos e Pruit (1976), o período de florescimento e a formação das vagens são mais críticos à falta de água, sendo importante, nesse período, adequada umidade do solo para se alcançar boa produção. Segundo Heinemann (2009), independente da magnitude do estresse hídrico, cultivares de feijoeiro respondem diferente durante a floração. Assim, a produção de grãos pode diminuir à medida que os números de dias de estresse aumentam. A cultura do feijão caupi também é sensível à umidade excessiva do solo, principalmente na fase de desenvolvimento da cultura.

O Brasil é o segundo produtor mundial de feijão do gênero *Phaseolus* e o primeiro na espécie *Phaseolus vulgaris* L. (IBGE, 2010). O Brasil tem ocupado, nos últimos anos, o primeiro lugar na produção e no consumo mundial de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) (FAO, 2010). De acordo com Bonett *et al.* (2006), o feijão é cultivado em praticamente todos os estados brasileiros, nas diferentes épocas de semeadura e nas mais variadas condições edafoclimáticas. O feijão é uma das principais culturas de subsistência da região Nordeste do Brasil, integrando a dieta das populações de baixa renda que residem na zona rural (FREIRE FILHO *et al.*, 2005).

De acordo com Vieira *et al.* (2006) e Lacerda *et al.* (1997), essa leguminosa é considerada uma planta muito exigente em condições climáticas, tendo seu desenvolvimento e produção diretamente afetada pelas temperaturas e índices pluviométricos extremos. Guimarães

(1992) relata que o feijoeiro é considerado uma planta sensível ao estresse hídrico, principalmente em virtude da baixa capacidade de recuperação após a deficiência hídrica e com sistema radicular pouco desenvolvido.

O ciclo vegetativo do feijoeiro varia entre 75 e 110 dias, dependendo da latitude e altitude (KLUTHCOUSKI *et al.*, 2009). De acordo com Moreira *et al.* (1988), o consumo de água pelo feijoeiro depende do estágio de desenvolvimento, das condições do solo, da época de cultivo e das condições climáticas durante todo o ciclo. Conforme Doorenbos e Kassam (1979), a necessidade de água do feijoeiro, com ciclo de 60 a 120 dias, varia entre 300 e 500mm para obtenção de alta produtividade. De acordo com EMBRAPA (2012), o feijão comum é uma planta sensível ao excesso hídrico do solo e a umidade excessiva do ar, sobretudo porque favorece o aparecimento de doenças radiculares e aéreas de origem fúngica. De fato, por apresentar um sistema radicular relativamente curto, um período relativamente longo de encharcamento do solo pode prejudicar o sistema radicular devido ao apodrecimento das raízes. Chuvas prolongadas no período de desenvolvimento da cultura e, principalmente, durante a colheita, provocam redução na produtividade, atrasam a colheita e provocam o acamamento das plantas, refletindo em baixo rendimento e baixa qualidade dos grãos (HEINEMANN *et al.*, 2009). Conforme EMBRAPA (2012), a cultura do feijão comum é cultivada principalmente por pequenos produtores com uso reduzido de tecnologia, e é um dos principais alimentos da população brasileira, especialmente a de baixa renda.

Segundo Silva e Steinmetz (2003), a temperatura do ar pode ser considerada o elemento climático que mais exerce influência no vingamento de vagens, e, de maneira geral, faz referência ao efeito prejudicial das altas temperaturas sobre o florescimento e a frutificação do feijoeiro. De acordo com EMBRAPA (2005), para que o feijoeiro alcance seu rendimento potencial, é necessário que a temperatura do ar apresente valores mínimos, ótimo e máximo de 12, 21 e 29°C, respectivamente. Contudo, regiões que apresentam valores de temperaturas do ar noturnas altas provocam maiores prejuízos ao rendimento do feijoeiro, devido ao abortamento de flores.

A produtividade do feijoeiro também está muito condicionada à disponibilidade de água no solo, podendo reduzir o rendimento em diferentes proporções de acordo com as diferentes fases do ciclo da cultura. As fases de floração e de desenvolvimento de grãos parecem ser as mais afetadas por períodos de estresse hídrico (DOORENBOS & PRUIT, 1976).

De acordo com EMBRAPA (2012), considerado j como um mês do período vegetativo ($j = 1, 2, 3$), os critérios discriminantes utilizados para aptidão do feijão caupi foram os seguintes:

- a) Moderado por excesso hídrico, quando o excedente hídrico acumulado nos três meses iniciais do ciclo ultrapassa 180mm ($\sum EXC_j > 180$ mm) ou ocorre dois meses consecutivos com excedente superior a 70mm em cada um deles;
- b) Aptidão plena, mas com pequeno excesso hídrico na época da colheita ($P_4/EP_4 \geq 0,75$), sendo possível o cultivo nas áreas com drenagem adequada;
- c) Aptidão plena, sem limitações hídricas para o cultivo, com excedente hídrico no mês de plantio nulo ou positivo ($EXC_1 \geq 0$), deficiência hídrica igual ou inferior a 5 mm nos demais meses do período vegetativo ($DEF_{2,3} \leq 5$ mm), seguindo-se um mês seco ($P_4/EP_4 < 0,75$);
- d) Aptidão moderada por deficiência hídrica ($EXC_1 \geq 0$ mm; $DEF_{2,3} < 25$ mm e $P_4/EP_4 < 0,75$) e/ou ($EXC_1 \geq 0$ mm; $25 \leq DEF_{2,3} < 40$ mm e $P_4/EP_4 < 0,75$);
- e) Inaptidão climática, por deficiência hídrica acentuada ($DEF_1 > 0$ mm e/ou DEF_2 ou $DEF_3 \geq 40$ mm).

As classes foram classificadas de acordo com a Tabela 4 (EMBRAPA, 2012).

Tabela 4. Classes de aptidão climática para a cultura do feijão caupi

Legenda	Aptidão Climática
C1	Plena
C2	Plena com período chuvoso prolongado
C3	Moderada por excesso hídrico
C4	Moderada por deficiência hídrica
C5	Inapta por deficiência hídrica acentuada

Fonte: EMBRAPA (2012).

Para a elaboração das categorias que constam nas legendas, foram adotadas as mesmas do relatório em que constam, de maneira geral, os grupos de terras que apresentam as seguintes aptidões:

- Categoria 1: áreas com classes e/ou associações de classes de capacidade de uso, que são próprias para a cultura com limitações ligeiras de utilização, impostas pelas características de solos, topografia e erosão. Correspondem às classes de Capacidade de Uso das categorias A e B do Potencial das Terras. Da categoria A: II₂ a II₇, III₁ a III₁₅. Da categoria B: II₈, III₁₆ e III₁₈.

- Categoria 1a: áreas com associações de classes de capacidade de uso com dominância de terras próprias para culturas, que apresentam limitações ligeiras de utilização, impostas pelas características de solos, topografia e erosão. Correspondem a todas as classes de Capacidade de Uso das categorias C e C1 do Potencial das Terras. Da categoria C1: II₉, III₁₉, III₂₀, III₂₂, III₂₅ a III₂₈. Da categoria C: III₃₀, III₃₂ a III₄₂.

- Categoria 1b: áreas com classes e/ou associações de classes de capacidade de uso representada por solos aluvionais, apropriados para as culturas com problemas moderados e/ou complexos de drenagem. Correspondem às classes de Capacidade de Uso das categorias E do Potencial das Terras. Da categoria E: II₁, III₁₀, III₂₁, III₃₁, e III₁₀₅.

- Categoria 2: áreas com classes de capacidade de uso com limitações moderadas para utilização com a cultura, devido às características de fertilidade e/ou topografia. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D1 do Potencial das Terras. Da categoria D1: IV₁ a IV₅, IV₉ e IV₁₀.

- Categoria 2a: áreas com associações de classes de capacidade de uso da Categoria 2. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D1 do Potencial das Terras. Da categoria D1: IV₆, IV₇, IV₁₁ a IV₂₁.

- Categoria 2b: áreas com classes de capacidade de uso com fortes limitações para utilização com a cultura, devido às características de drenagem e associações de classes de terras inaptas para a cultura. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D2 do Potencial das Terras. Da categoria D2: IV₈₅, IV₈₆, IV₈₉ a IV₁₀₄.

- Categoria 2c: áreas com classes de capacidade de uso com limitações severas para utilização com a cultura, devido às características de drenagem imperfeita e associações de classes de terras inaptas para a cultura. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria F do Potencial das Terras. Da categoria F: III₁₇, III₂₄, III₂₉, IV₂₂ a IV₈₀.

- Categoria 3: áreas com classes de capacidade de uso com fortes limitações para utilização com a cultura, devido às características de baixa fertilidade do solo e/ou da drenagem excessiva. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D2, F e G1 do Potencial das Terras. Da categoria D2: IV₈₁ a IV₈₄. Da categoria F: IV₈. Da categoria G1: VI₉.

- Categoria I: áreas impróprias para a exploração com a cultura, sendo representada por classes de capacidade de uso ou associações de classes cujas características dos solos e/ou topografia apresentam restrições severas para utilização, correspondendo às demais categorias do Potencial das Terras.

Para viabilizar a elaboração do potencial pedoclimático e também visando à padronização cartográfica, os mapas foram categorizados nas seguintes classes: muito alto, alto, média, baixa e muito baixa.

Mamona (*Ricinus communis* L.)

A mamona (*Ricinus communis* L.) pertence à família *Euphorbiaceae*, que engloba um vasto número de espécies nativas da região tropical e possui origem discutida (BRITO NETO *et al.*, 2008). Provavelmente originária da África, explorada comercialmente entre as latitudes 40°N e 40°S (ARAÚJO *et al.*, 2000), é classificada como uma planta xerófila, de clima tropical e subtropical, e seu cultivo tem sido intensificado fora até mesmo dos trópicos e subtropicais (SOUZA *et al.*, 2009).

Conhecida como carrapateira, esta cultura é muito difundida em todo o Brasil. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2014), a cultura da mamoneira reveste-se de importância pelas várias aplicações do óleo extraído de suas amêndoas, cujos teores variam de 43% a 49%, dependendo da variedade e da região.

A mamoneira é uma oleaginosa de relevante importância econômica, apresentando inúmeras aplicações na área industrial e com perspectivas de utilização como fonte de energia (SOUZA *et al.*, 2009), sendo muito empregada na extração de óleo, para lubrificação de motores e na fabricação de tinta, verniz, plástico, saboaria, perfumaria, entre outros (AZEVEDO & LIMA, 2001).

De acordo com Weiss (1983) e citado por Severino *et al.* (2006), a mamoneira é uma planta basicamente perene e semitropical que cresce em regiões temperadas de clima ameno e regiões tropicais, e floresce em condições climáticas tão diversas que não se pode facilmente definir os limites. Quando cultivada por pequenos agricultores, pode ser plantada em grande diversidade de solos, ambientes e climas, e esta é uma das maiores vantagens da mamoneira, pois uma cultura de produto de fácil comercialização pode ser produzida com baixo nível tecnológico (WEISS, 1983).

Entre as espécies cultivadas economicamente no Brasil, a mamoneira é uma das menos exigentes em termos de clima, solo e manejo cultural (AMORIM NETO *et al.*, 2001). De acordo com o MAPA (2014), a planta apresenta tolerância à seca, sendo uma boa alternativa de cultivo em diversas regiões do país. Atualmente apresenta-se como cultura de importância estratégica para a economia do Nordeste, sobretudo nos ambientes de clima semiárido (EMBRAPA, 2012). Araújo *et al.* (2000), estudando os municípios aptos para o cultivo da mamona na Paraíba, relativos às safras 1990 a 1997, observou o potencial produtivo em nível superior à média nacional.

De acordo com EMBRAPA (2012), a mamona adapta-se bem à maioria dos solos, com exceção daqueles com problemas de encharcamento prolongado e de textura muito argilosa (>60% de argila). Solos muito férteis favorecem o crescimento vegetativo excessivo, prolongando o período de maturidade e floração (SILVA *et al.*, 2009). Os solos mais indicados para seu cultivo são os de textura franca e franco-argilosa, profundos, bem drenados, porosos, não compactados (HEMERLY, 1981), com fertilidade média, pH na faixa de 6,0 a 6,8 e sem problemas de salinidade e sodicidade (AZEVEDO *et al.*, 1997).

A mamona é uma planta de clima tropical e por isso prefere locais de temperatura do ar, variando entre 20 e 30°C, precipitações pluviiais mínimas de 500mm, elevada insolação e baixa umidade relativa do ar, durante a maior parte do seu ciclo (BELTRÃO *et al.*, 2003). De acordo com o MAPA (2014), a faixa de temperatura para obtenção de produções economicamente viáveis situa-se entre 20°C a 30°C, com ótimo em torno de 30°C. Temperaturas superiores a 40°C provocam abortamento das flores, reversão sexual das flores femininas e masculinas, e redução substancial do teor de óleo das sementes, em conformidade com dados de Pereira *et al.* (2003); Silva (1983); Beltrão *et al.* (2009). Conforme EMBRAPA (2012), altas temperaturas noturnas promovem o intenso metabolismo respiratório das plantas durante a noite, consumindo as reservas acumuladas durante o dia por meio da fotossíntese.

De acordo com EMBRAPA (2012), a mamona é considerada uma espécie de dias longos e o seu desenvolvimento é beneficiado em fotoperíodos maiores que doze horas. O ótimo ecológico da cultura da mamona apresenta temperatura de 23°C, chuvas em torno de 1.000 mm.ano⁻¹, mas pode variar entre 500 a 1.600 mm.ano⁻¹, bem distribuídos para se obter rendimentos em torno de 1.500 kg.ha⁻¹ (BELTRÃO & SILVA, 1999).

Beltrão *et al.* (2009) afirmam que, embora a mamoneira apresente tolerância ao estresse hídrico, a cultura requer pelo menos 500mm durante o seu ciclo. De acordo com Távora (1982), a precipitação pluviométrica apropriada durante a fase vegetativa até o início da floração é de 400 a 500mm. O excesso hídrico é prejudicial em qualquer período de crescimento da cultura, mas o excesso durante a frutificação pode causar significativa redução da qualidade e na produtividade, devido à possibilidade dos frutos apodrecerem nos cachos (MAPA, 2014).

De acordo com Wrege *et al.* (2007), admite-se que chuvas superiores a 1.500mm são consideradas excessivas, principalmente quando se concentram em períodos curtos, podendo causar diversos danos à cultura, tais como hipoxia nas raízes, queda de frutos e/ou ocorrência de doenças. A época de sementeira adequada é aquela em que se aproveita ao máximo o período chuvoso, mas se realiza a colheita no período seco.

Beltrão *et al.* (2009) afirmam que a altitude tem sido um dos critérios utilizados para a realização do zoneamento da mamoneira, no qual se considera o ótimo ecológico para expressão do seu potencial produtivo na faixa de 300 a 1.500 m de altitude. No entanto, de acordo com EMBRAPA (2012), trabalhos desenvolvidos por Cerqueira (2008) demonstraram também o bom desempenho de cultivares em baixas altitudes. Anjos e Silva *et al.* (2004) também citam trabalhos que indicam rendimentos superiores para a cultura, quando comparados com outras regiões do Brasil.

Para avaliação de aptidão climática da cultura da mamona, foram utilizados os critérios conforme a metodologia adaptada de EMBRAPA (2012), em que o índice efetivo de umidade (Iu) foi utilizado como parâmetro (Tabela 5).

Tabela 5. Critérios utilizados na avaliação de aptidão climática da cultura da mamona

Legenda	Aptidão Climática	Índice de umidade (Iu)
C3	Moderada por excesso hídrico	$Iu \geq 20$
C2	Plena com período chuvoso prolongado	$-10 < Iu \leq 20$
C1	Plena	$-20 < Iu \leq -10$
C4	Moderada por deficiência hídrica	$-40 < Iu \leq -20$
C5	Inapta por deficiência hídrica acentuada	$Iu \leq -40$

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2012).

Para a avaliação da cultura da mamona, foram eleitas categorias de terras que apresentem aptidão, restrição ou inaptidão edáfica em nível compatível com a aptidão climática. Para a elaboração das categorias que constam nas legendas, foram adotadas as mesmas do relatório em que constam de maneira geral os grupos de terras que apresentam as seguintes aptidões:

- Categoria 1: áreas com classes e/ou associações de classes de capacidade de uso, que são próprias para a cultura com limitações ligeiras de utilização, impostas pelas características dos solos, topografia e erosão. Correspondem às classes de Capacidade de Uso das categorias A e B do Potencial das Terras;

- Categoria 1a: áreas com associações de classes de capacidade de uso com dominância de terras próprias para culturas, que apresentam limitações ligeiras de utilização, impostas pelas características de solos, topografia e erosão. Correspondem a todas as classes de Capacidade de Uso das categorias C e C1 do Potencial das Terras;

- Categoria 2: áreas com classes de capacidade de uso com limitações moderadas para utilização com a cultura, devido às características de fertilidade e/ou topografia. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D1 do Potencial das Terras;

- Categoria 2a: áreas com associações de classes de capacidade de uso da Categoria 2 agrupadas com terras próprias para pastagens. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D1 do Potencial das Terras;

- Categoria 2b: áreas com associações de classes de capacidade com fortes limitações para a utilização com a cultura, devido às características de drenagem e associação de classes de terras inaptas à cultura. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D2 do Potencial das Terras;

- Categoria 2c: áreas com classes de capacidade com limitações severas para a utilização com a cultura, devido às características de drenagem imperfeita e associação de classes de terras inaptas à cultura. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria F do Potencial das Terras;

- Categoria 3: áreas com classes de capacidade de uso com limitações fortes para utilização com a cultura, devido às características de baixa fertilidade do solo e/ou drenagem excessiva. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D2 do Potencial das Terras;

- Categoria I: áreas impróprias para a exploração com a cultura, sendo representada por classes de capacidade de uso ou associações de classes, cujas características dos solos e/ou topografia apresentam restrições severas para utilização, correspondendo às demais categorias do Potencial das Terras.

Para viabilizar a elaboração do potencial pedoclimático e também visando à padronização cartográfica, os mapas foram categorizados nas seguintes classes: muito alto, alto, média, baixa e muito baixa.

Mandioca (*Maniõth esculenta Crantz*)

De acordo com Souza e Souza (2000), a mandioca é oriunda de região tropical, encontrando condições favoráveis para o seu desenvolvimento em todos os climas tropicais e subtropicais, sendo cultivada na faixa compreendida entre 30° de latitudes norte e sul, embora a concentração de plantio esteja entre as latitudes 15°N e 15°S. Altitudes que variam desde o nível do mar até 800 m são as mais favoráveis.

EMBRAPA (2012) salienta que, em muitos casos, a colheita da mandioca é geralmente realizada de 14 a 16 meses após o plantio e, dependendo da época, pode incorrer em problemas de colheita devido ao excesso hídrico. Na região Nordeste do Brasil, uma das principais justificativas para a baixa produtividade da mandioca é a deficiência hídrica, podendo a produção de raízes sofrer redução de até 62% se o estresse ocorrer entre 30 e 150 dias após o plantio (FUKUDA & IGLESIAS, 1995). El-Sharkawy *et al.* (1989), em seus resultados, citam a grande resistência da mandioca à deficiência hídrica.

Conforme IBGE (2005), na distribuição da produção pelas diferentes regiões fisiográficas brasileiras, para a safra 2005, a região Nordeste destacou-se com uma participação de 35,9% da produção, com rendimento médio de 10,9 t/ha (CARDOSO *et al.*, 2005). De acordo com dados do IBGE (2013) da Produção Agrícola Municipal de 2013 e a Embrapa- Mandioca e Fruticultura (EMBRAPA, 2016), a produção de mandioca em 2013, na Paraíba, foi de 14.796 ha de área colhida com uma produção de 135.052 toneladas, com rendimento de 9,13 t/ha. Conforme Arruda *et al.* (2014), o Brasil é um dos grandes produtores de mandioca, representando mais de 15% da produção mundial, e que a produção brasileira nos últimos anos vem apresentando crescimento constante, totalizando, no ano de 2006, mais de 27 milhões de toneladas (IBGE, 2006).

Melo *et al.* (2005) afirmam que a baixa qualidade da farinha de mandioca produzida na região semiárida e a dificuldade de acesso desse produto aos mercados mais exigentes têm desestimulado a sua produção. Entretanto, para os produtores familiares, além de ser um importante produto utilizado no fornecimento de carboidratos, os resíduos do processamento da farinha, ou mesmo as raízes e a parte

aérea, podem ser utilizadas na alimentação dos pequenos animais, os quais desempenham importante papel na complementação da renda e nas estratégias de segurança alimentar.

De acordo com EMBRAPA (2012), a planta da mandioca adapta-se facilmente a solos com baixa fertilidade natural. Tal característica permite seu cultivo em áreas consideradas impróprias para a grande maioria das culturas alimentares. Por acumular amido em suas raízes tuberosas, a mandioca resiste a condições de seca, o que aumenta sua capacidade de adaptação às condições ambientais de relativo estresse hídrico por falta de água (BANDYOPADHYAY *et al.*, 2006). Cultura de crescimento geopositivo, sua produtividade é significativamente afetada por condições de solo que limitam o aprofundamento de suas raízes – solos rasos ou com camadas de impedimentos a pouca profundidade – sendo seu cultivo também comprometido em áreas com relevo declivoso (declividade acentuada). As maiores produtividades são obtidas em solos que apresentam textura média, bem estruturados e com boas condições de drenagem. Os períodos críticos, no que se refere às precipitações pluviais, são os primeiros 30 dias após o plantio e durante o brotamento das gemas. Solos encharcados, tais como os Gleissolos, a maioria dos Organossolos e alguns outros com caráter gleissólico, prejudicam consideravelmente a cultura em qualquer fase do seu desenvolvimento (SOUZA & SOUZA, 2000; CAVALCANTE, 2005).

De acordo com Souza e Souza (2000), a mandioca é oriunda de região tropical, encontrando condições favoráveis para o seu desenvolvimento em todos os climas tropicais e subtropicais, sendo cultivada na faixa compreendida entre 30° de latitudes norte e sul, embora a concentração de plantio esteja entre as latitudes 15°N e 15°S. Altitudes que variam desde o nível do mar até 800 m são as mais favoráveis.

A temperatura média do ar ideal situa-se entre os limites de 20 a 27°C, mas produz bem na faixa de temperatura de 16 a 38°C (SOUZA & SOUZA, 2000). A faixa mais adequada de precipitação pluvial para a mandioca está compreendida entre 1.000 e 1.500 mm.ano⁻¹. Em regiões tropicais, a cultura produz em locais com totais pluviométricos anuais de até 4.000 mm.ano⁻¹, sem estação seca em nenhum período do ano, sendo importante que os solos sejam bem drenados, pois o encharcamento promove a podridão de raízes. Em regiões semiáridas, com 500 a 700mm de chuva por ano, é necessário adequar a época de plantio ao período chuvoso para que não ocorra deficiência de água nos primeiros cinco meses de cultivo (SOUZA & SOUZA, 2000; CAVALCANTE, 2005). No caso de ocorrência de

deficiência hídrica no solo, a planta pode apresentar estado de dormência, perdendo as folhas completamente, e encurtando os espaços internodais, mas se recupera nas primeiras chuvas (EMBRAPA, 2012).

Para calcular o balanço hídrico climatológico (BHC) de cada localidade, foi considerado 125mm como sendo a capacidade média de armazenamento de água no solo. De acordo com EMBRAPA (2012), grande parte do sistema radicular da mandioca encontra-se nesta profundidade.

Utilizando a metodologia de EMBRAPA (2012), o índice efetivo de umidade (Iu) foi utilizado como um dos critérios de seleção dos ambientes com aptidão climática para a cultura. Além do índice efetivo de umidade, a altitude e a deficiência hídrica anual foram consideradas de forma indireta na avaliação das limitações para o seu cultivo em escala comercial, descritas na Tabela 6.

Tabela 6. Critérios utilizados na avaliação de aptidão climática da cultura da mandioca

Aptidão Climática	Índice de umidade (Iu)
Moderada por excesso hídrico	$Iu \geq 40$
Plena com período chuvoso prolongado	$-10 < Iu \leq 40$
Plena (sem restrição)	$-35 < Iu \leq -10$
Moderada por deficiência hídrica	$-45 < Iu \leq -35$
Inapta por deficiência hídrica acentuada	$Iu \leq -45$

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2012).

Para a avaliação da cultura da mandioca, foram eleitas categorias de terras que apresentem aptidão, restrição ou inaptidão edáfica em nível compatível com a aptidão climática. Para a elaboração das categorias que constam nas legendas, foram adotadas as mesmas do relatório em que constam, de maneira geral, os grupos de terras que apresentam as seguintes aptidões:

- Categoria 1: áreas com classes e/ou associações de classes de capacidade de uso, que são próprias para a cultura com limitações ligeiras de utilização, impostas pelas características dos solos, topografia e erosão. Correspondem às classes de Capacidade de Uso das categorias A e B do Potencial das Terras;

- Categoria 1a: áreas com classes de capacidade de uso da Categoria 1 próprias para culturas. Correspondem a todas as classes de Capacidade de Uso das categorias C1 e C2 do Potencial das Terras;

- Categoria 2: áreas com classes de capacidade de uso com limitações moderadas para utilização com a cultura, devido às características de fertilidade e/ou topografia. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D1 do Potencial das Terras;

- Categoria 2a: áreas com associações de classes de capacidade de uso com limitações moderadas para utilização com a cultura, devido às características de baixa fertilidade e/ou drenagem excessiva. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D2 do Potencial das Terras;

- Categoria 2b: áreas com associações de classes de capacidade de uso da Categoria 2 agrupadas com terras próprias para pastagens. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D1 e D2 do Potencial das Terras;

- Categoria 3: áreas com classes de capacidade de uso com limitações severas para utilização com a cultura, devido às características de textura argilosa do solo e drenagem deficiente. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria F do Potencial das Terras;

- Categoria I: áreas impróprias para a exploração com a cultura, sendo representada por classes de capacidade de uso ou associações de classes cujas características dos solos e/ou topografia apresentam restrições severas para utilização, correspondendo às demais categorias do Potencial das Terras.

Para viabilizar a elaboração do potencial pedoclimático e também visando à padronização cartográfica, os mapas foram categorizados nas seguintes classes: muito alto, alto, média, baixa e muito baixa.

Milho (*Zea mays L.*)

No Brasil, são produzidas, em média, 30 milhões de toneladas de grãos de milho (*Zea mays*) por ano, provenientes de, aproximadamente, 57% da área nacional ocupada com cultivo de cereais. Por ser uma fonte barata de carboidratos, proteínas e óleo, com uma ampla distribuição geográfica, o milho não somente é utilizado de forma direta na dieta humana e de animais, como também tem valor industrial para produção de bebidas, medicamentos, tintas, plásticos, explosivos, etc. (LOGERCIO *et al.*, 2002).

De acordo com Cuenca *et al.* (2005), o seu cultivo é pouco tecnificado, devido ao fato de a cultura ser utilizada basicamente para subsistência da maioria dos grupos familiares, com utilização apenas de mão de obra oriunda do próprio estabelecimento agrícola. No Estado da Paraíba, a milhocultura já demonstrou ser de grande importância na sobrevivência da agricultura familiar paraibana, encontrando-se presente em grande parte dos municípios do Estado, ainda que em alguns municípios sua presença seja inexpressiva.

Na Paraíba, é indiscutível a importância do milho como produto de consumo alimentar, mas também como alternativa de exploração econômica das pequenas propriedades e como atividade de ocupação da mão de obra agrícola familiar. O estado possui cerca de 52% da área colhida com milho localizada em propriedades menores que 20 hectares. O milho também gera renda e emprego em todas as demais regiões paraibanas, já que é cultivado em todo o Estado, principalmente, em pequenas propriedades, e adapta-se sem dificuldades aos variados tipos de solo e clima (CUENCA *et al.*, 2005).

O milho é uma cultura de crescimento geopositivo, sua produtividade é significativamente afetada por condições de solo que limitam o aprofundamento de suas raízes, sendo seu cultivo também comprometido em áreas com relevo declivoso. As maiores produtividades são obtidas em solos que apresentam textura média, bem estruturados e com boas condições de drenagem. Solos encharcados, tais como os Gleissolos, a maioria dos Organossolos e alguns outros com caráter gleissólico, prejudicam consideravelmente a cultura em qualquer fase do seu desenvolvimento (SOUZA & SOUZA, 2000; CAVALCANTE *et al.*, 2005).

De acordo com EMBRAPA (2012), em relação aos aspectos pedológicos, consideram-se favoráveis ao cultivo do milho os solos profundos, com textura variando de média a argilosa, bem drenados, destacando-se aqueles da classe dos Latossolos, Argissolos e

Nitossolos. Na utilização dos solos para a produção de milho ou qualquer outra cultura, deve-se primar pelo manejo conservacionista, adotando-se um conjunto de práticas de controle de erosão, como terraceamento, renques de vegetação e também o uso de plantas de cobertura e manutenção dos resíduos vegetais na superfície ou semi-incorporados, visando proteger o solo da ação dos agentes erosivos e elevar os teores de matéria orgânica, preferencialmente, usando o sistema de rotação de culturas (PORTELA *et al.*, 2011; VEZZANI *et al.*, 2008; RAMALHO FILHO & BEEK, 1995; BERTONI & LOMBARDI NETO, 1995).

Em toda a extensão territorial brasileira, o milho (*Zea mays L.*) é cultivado, destacando-se das demais culturas e ocupando assim a segunda maior área cultivada do país (CONAB, 2007). No Brasil, o milho constitui uma das principais culturas agrícolas. De acordo com o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola do IBGE (2015), a produção nacional de grãos no ano de 2014 foi de aproximadamente 79 milhões de toneladas. De acordo com Silva *et al.* (2012), essa cultura é importante na composição de silagem e rações, sendo a principal fonte de energia na dieta de rebanhos bovinos, caprinos, ovinos e na avicultura, e também para alimentação humana.

A cultura do milho apresenta pouca tolerância à falta de água. Cultivado em diversos sistemas produtivos, o milho é plantado principalmente nas regiões do Centro-Oeste, Sudeste e Sul. No Nordeste do Brasil, os rendimentos da cultura são muito baixos, cultivada por pequenos agricultores que utilizam pouco ou nenhum recurso tecnológico. Entretanto, apesar dos baixos rendimentos, o milho é um cereal tradicional e apresenta aspectos culturais e históricos na região (EMBRAPA, 2012).

A irregularidade pluviométrica torna o cultivo agrícola de sequeiro uma atividade de alto risco. Com isso, o semiárido brasileiro possui sua capacidade produtiva limitada, por causa das características intrínsecas em relação a vegetação, clima e solo (CAVALCANTI & RESENDE, 2001).

Quanto ao clima, os fatores que afetam o crescimento da cultura de milho variam com a região. Nas regiões temperadas e subtropicais, a limitação maior se deve à temperatura do ar e à radiação solar. No Nordeste, destacam-se a precipitação, a temperatura e a evapotranspiração, pois afetam as atividades fisiológicas, interferindo diretamente na produção de grãos e de matéria seca (SILVA *et al.*, 2012).

De acordo com Bevilacqua (2012), a radiação solar é essencial para o desenvolvimento do milho, pois sem este o processo fotossintético é inibido e conseqüentemente ocorre redução na produção (MALDANER *et al.*, 2014).

A temperatura do ar ideal está entre 25 e 30°C. Temperaturas do ar superiores a 35°C provocam a diminuição da atividade da redutase do nitrato, causando queda de rendimento e da composição proteica do grão; temperaturas superiores a 33°C durante a polinização reduzem sensivelmente a germinação do grão de pólen; e temperaturas noturnas superiores a 24°C proporcionam um aumento da respiração, de tal forma que a taxa de fotossimilados diminui e, com isso, reduz a produção (LANDAU *et al.*, 2011).

Caso o solo tenha umidade suficiente, o milho se desenvolve bem em altas temperaturas. A temperatura para germinação até a maturação deve ficar próxima dos 25°C (EMBRAPA, 2004).

Para a obtenção de boas produtividades, a cultura do milho necessita de precipitação pluvial acima de 500 mm durante o ciclo; temperatura média diária acima de 19°C e temperatura média noturna acima de 12,8°C e abaixo de 25°C; temperaturas, no período próximo e durante o florescimento, entre 15°C a 30°C; e ausência de déficit hídrico (MAPA, 2014).

O milho é cultivado em regiões com precipitação de 400 mm anuais, caso do semiárido nordestino, com baixíssimos rendimentos, a valores superiores a 1.500mm anuais, sendo que a quantidade de água consumida pelo milho durante o seu ciclo está em torno de 600 a 800mm (ALDRICH *et al.*, 1982), consistindo em uma das culturas mais afetadas pela variabilidade espaço-temporal da precipitação pluviométrica.

De acordo com EMBRAPA (2004), o milho necessita de, no mínimo, 350 a 500mm de chuva por ciclo, pluviometria menor exigirá o uso de irrigação, sendo que a precipitação ideal gira em torno de 500 a 800mm. Porém, de acordo com Bergamaschi *et al.* (2006), a necessidade hídrica do milho varia de 200 a 400mm para o ciclo completo, mas estes valores variam com os diferentes locais e épocas de plantio.

A produção de grãos é drasticamente afetada por períodos curtos de estiagem (veranicos), principalmente quando ocorrem nas fases críticas do estágio de desenvolvimento da cultura, do pendoamento à fase de enchimento de grãos. Portanto, conhecer os períodos de escassez hídrica consecutivos é fundamental na delimitação das áreas com aptidão climática para a cultura (EMBRAPA, 2012).

A cultura está entre as de maior consumo de água. A deficiência hídrica na planta é quase diária, em função da alta demanda evaporativa da atmosfera, notadamente nas regiões tropicais, onde as taxas de transpiração são elevadas. Nos dias mais quentes, a planta perde mais água do que consegue absorver, mesmo em condições de disponibilidade de água no solo. A escassez hídrica na planta afeta todos os processos relacionados com seu desenvolvimento (TAIZ & ZAIGER, 2000).

Para avaliação de aptidão climática da cultura do milho que tem o ciclo vegetativo curto, foram utilizados os critérios conforme a metodologia adaptada de EMBRAPA (2012) e utilizada por Silva *et al.* (2012), em que foi elaborado o evapopluiograma para cada localidade, empregados seus elementos que levam em consideração as exigências da cultura, separadamente em cada mês do seu ciclo vegetativo, expressas em termos de um ou mais dos seguintes parâmetros mensais:

Pm/EPm - Relação entre a precipitação e a evapotranspiração potencial no mês m;

EXCm - Estimativa do excedente hídrico no mês m; e

DEFm - Estimativa da deficiência hídrica no mês m.

Os critérios utilizados para caracterizar os graus de aptidão climática do milho foram obtidos a partir do balanço hídrico climatológico mensal (VAREJÃO SILVA & BARROS, 2002). Foram usados os índices: j = 1, 2 e 3 (cumulativo), para designar os três meses iniciais do ciclo; e i = 1, 2 ou 3 (não cumulativo) para indicar um dos três meses iniciais do ciclo; os outros dois meses foram representados por k. Por exemplo: se i = 3, então k = 1 e 2. O último mês (secagem e colheita) foi representado pelo índice 4. Foram adotados os parâmetros relacionados aos meses (1, 2, 3 e 4) do ciclo vegetativo (120 dias) de acordo com a Tabela 7.

Tabela 7. Critérios utilizados na avaliação de aptidão climática da cultura do milho

Aptidão Climática	EXC (mm)	DEF (mm)	P/EP (mm)	PREC (mm)
C3-Moderada por excesso hídrico	≥ 400			≥ 700
C2-Plena com período chuvoso prolongado	$300 < EXC_j \leq 400$		$P_4/EP_4 \geq 1$	$600 < PREC \leq 700$
C1-Plena sem restrição	$200 < EXC_j \leq 300$	$DEF_i < 5$	$P_4/EP_4 < 1$	$500 < PREC \leq 600$
C4-Moderada por deficiência hídrica	$180 < EXC_j \leq 200$	$DEF_i < 5$	$P_4/EP_4 < 1$	$480 < PREC \leq 500$
C5-Inapta por deficiência hídrica acentuada	< 180	$DEF_i \geq 5$		< 480

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2012).

Para a elaboração das categorias que constam nas legendas foram adotadas as mesmas do relatório em que constam, de maneira geral, os grupos de terras que apresentam as seguintes aptidões:

- Categoria 1: áreas com classes e/ou associações de classes de capacidade de uso que são próprias para a cultura, com limitações ligeiras de utilização, impostas pelas características dos solos, topografia e erosão. Correspondem às classes de Capacidade de Uso das categorias A e B do Potencial das Terras. Da categoria A: II₂ a II₇, III₁ a III₁₅. Da categoria B: II₈, III₁₆ e III₁₈;

- Categoria 1a: áreas com associações de classes de capacidade de uso com dominância de terras próprias para culturas que apresentam limitações ligeiras de utilização, impostas pelas características dos solos, topografia e erosão. Correspondem a todas as classes de Capacidade de Uso das categorias C e C1 do Potencial das Terras. Da categoria C1: II₉, III₁₉, III₂₀, III₂₂, III₂₅ a III₂₈. Da categoria C: III₃₀, III₃₂ a III₄₂.

- Categoria 1b: áreas com classes e/ou associações de classes de capacidade de uso representada por solos aluvionais, apropriados para as culturas com problemas moderados e/ou complexos de drenagem. Correspondem às classes de Capacidade de Uso das categorias E do Potencial das Terras. Da categoria E: II₁, III₁₀, III₂₁, III₃₁, e III₁₀₅;

- Categoria 2: áreas com classes de capacidade de uso com limitações moderadas para utilização com a cultura, devido às características de fertilidade e/ou topografia. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D1 do Potencial das Terras. Da categoria D1: IV₁ a IV₅, IV₉ e IV₁₀;

- Categoria 2a: áreas com associações de classes de capacidade de uso da Categoria 2. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D1 do Potencial das Terras. Da categoria D1: IV₆, IV₇, IV₁₁ a IV₂₁;

- Categoria 2b: áreas com classes de capacidade de uso com fortes limitações para utilização com a cultura, devido às características de drenagem e associações de classes de terras inaptas para a cultura. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D2 do Potencial das Terras. Da categoria D2: IV₈₅, IV₈₆, IV₈₉ a IV₁₀₄;

- Categoria 2c: áreas com classes de capacidade de uso com limitações severas para utilização com a cultura, devido às características de drenagem imperfeita e associações de classes de terras inaptas para a cultura. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria F do Potencial das Terras. Da categoria F: III₁₇, III₂₄, III₂₉, IV₂₂ a IV₈₀;

- Categoria 3: áreas com classes de capacidade de uso com fortes limitações para utilização com a cultura, devido às características de baixa fertilidade do solo e/ou da drenagem excessiva. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D2, F e G1 do Potencial das Terras. Da categoria D2: IV₈₁ a IV₈₄. Da categoria F: IV₈. Da categoria G1: VI₉;

- Categoria I: áreas impróprias para a exploração com a cultura, sendo representada por classes de capacidade de uso ou associações de classes cujas características dos solos e/ou topografia apresentam restrições severas para utilização, correspondendo às demais categorias do Potencial das Terras.

Para viabilizar a elaboração do potencial pedoclimático e também visando à padronização cartográfica, os mapas foram categorizados nas seguintes classes: muito alto, alto, média, baixa e muito baixa.

Sorgo (*Sorghum bicolor*)

O sorgo é uma planta anual pertencente à família *Gramineae*, de origem tropical, de crescimento ereto e com elevada capacidade de produção de massa e grãos, sendo sua constituição semelhante à do milho, servindo para pastoreio, feno e silagem, visando à alimentação animal (SAWAZAKI, 1998). Os cultivares de colmo, sucoso e doce, também conhecidos como sacarinos, são muito utilizados para silagem, podendo ser usados como substitutos da cana-de-açúcar para a produção de álcool ou de açúcar (SOUSA *et al.*, 2003).

O sorgo é uma planta de origem tropical, de dias curtos e com altas taxas fotossintéticas, exigindo, por isso, um clima quente para poder expressar seu potencial de produção (MAPA, 2014). A cultura, com características xerófilas, é considerada tolerante a períodos secos, notadamente em regiões do Nordeste do Brasil (TABOSA *et al.*, 2002). A planta de sorgo tolera mais o déficit de água do que a maioria dos outros cereais e pode ser cultivada numa ampla faixa de condições de solo (MAGALHÃES *et al.*, 2010).

O Nordeste oferece condições favoráveis a sua cultura, uma vez que o sorgo é resistente às baixas e irregulares precipitações pluviométricas que ocorrem na região, requerendo temperatura entre 27-32°C para seu desenvolvimento. É uma cultura tolerante a diversas condições de solo, devendo ser cultivado principalmente naqueles locais em que as chuvas se revelam insuficientes para a cultura do milho. Pode ser cultivado satisfatoriamente em solos que variam de argilosos a ligeiramente arenosos. Entretanto, exige solos bem preparados, com acidez corrigida, bom teor de matéria orgânica, pH entre 5,5 e 6,5, topografia plana e não muito úmidos. Os solos mal drenados são os únicos que não se recomendam para esta cultura. Os solos aluviais prestam-se muito bem ao cultivo do sorgo, desde que adequadamente preparados (EMBRAPA, 2008).

O maior uso de grãos de sorgo no Brasil está na avicultura e suinocultura. Bovinos, equinos e pequenos animais são também consumidores, mas em menor proporção. Praticamente não há consumo de sorgo em alimentação humana. A silagem de sorgo e o pastejo são igualmente utilizados para rebanhos de corte e de leite (EMBRAPA, 2007).

O sorgo é uma cultura que, no contexto da agropecuária brasileira, vem se destacando a cada dia, por ser uma gramínea bastante energética, com alta digestibilidade, produtividade e adaptação a ambientes secos e quentes, nos quais é difícil o cultivo de outras espécies. A planta é utilizada para silagem ou corte verde, para pastejo; e os grãos, em rações animais e para consumo humano (BUSO *et al.*, 2011).

De acordo com EMBRAPA (2012), quanto ao solo, o sorgo é uma cultura tolerante a diversas condições de fertilidade natural, podendo ser cultivado em solos que variam de textura argilosa a ligeiramente arenosa (LANDAU & SANS, 2010). Algumas cultivares são relativamente tolerantes à salinidade. Para alcançar boas produtividades, o sorgo requer solos profundos e bem drenados, ricos em matéria orgânica, relevo plano e declividade inferior a 5%. Por outro lado, não tolera solos ácidos, notadamente com teores de Al_3^+ elevado, com caráter alumínico ou alítico, além daqueles mal drenados. A cultura é principalmente exigente nos elementos nitrogênio e potássio (COELHO *et al.*, 2002).

O sorgo é uma planta de origem tropical, de dias curtos e com altas taxas fotossintéticas, exigindo, por isso, um clima quente para poder expressar seu potencial de produção (MAPA, 2014). A cultura, com características xerófilas, é considerada tolerante a períodos secos, notadamente em regiões do Nordeste do Brasil (TABOSA *et al.*, 2002). De acordo com EMBRAPA (2012), nos estados da região Nordeste, em função da irregularidade no regime de chuvas, o cultivo do sorgo é realizado durante a estação chuvosa, período curto e com distribuição irregular, caracterizado, ainda, por ocorrência de veranicos, com 15 a 20 dias sem chuvas. As condições climáticas durante o desenvolvimento e o crescimento da cultura são importantes para a qualidade do produto e produção final.

A cultura do sorgo exige em torno de 300 a 400mm de precipitação pluviométrica, distribuídos regularmente durante o seu ciclo de crescimento e desenvolvimento para que se alcancem níveis de produtividade satisfatórios, sem a necessidade de irrigação suplementar. A cultura tolera ocorrências de deficiência hídrica, inclusive pequenos veranicos, sendo considerada resistente à seca. As fases fenológicas críticas da cultura correspondem ao estágio de plântula e no florescimento, sendo importante nessas épocas um adequado nível de suprimento de água para uma boa produção (TABOSA *et al.*, 2002; EMBRAPA, 2012).

De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2014), a temperatura do ar ótima para o desenvolvimento da cultura varia com a cultivar. A grande maioria dos materiais genéticos de sorgo requer temperaturas superiores a

21°C para um bom crescimento e desenvolvimento, não suportando, normalmente, temperaturas abaixo de 16°C, sendo que temperaturas superiores a 38°C também reduzem a produtividade. Apesar de resistente à seca, a ocorrência de déficits hídricos, principalmente na fase de florescimento e de enchimento de grãos, pode provocar redução acentuada na produção.

Por pertencer ao grupo de plantas C4, o sorgo suporta elevados níveis de radiação solar, respondendo com altas taxas fotossintéticas, minimizando a abertura dos estômatos e a conseqüente perda d'água. Assim, o aumento da intensidade luminosa implica maior produtividade, sempre que as demais condições sejam favoráveis (EMBRAPA, 2012). Nas semeaduras tardias e nos cultivos após uma safra de verão, a produtividade do sorgo é bastante afetada pelo regime de chuvas, pelas limitações de radiação solar e pelas temperaturas baixas durante o final do ciclo (MAPA, 2014).

Para avaliação de aptidão climática da cultura do sorgo, foram utilizados os critérios conforme a metodologia adaptada de EMBRAPA (2012). Foram realizadas simulações de balanço hídrico sequencial que permitiram uma visão da influência da deficiência e do excesso hídrico do plantio à colheita, mediante os parâmetros adotados. Para este trabalho, foram elaborados os mapas de deficiência hídrica, de excedente hídrico e de relação entre a precipitação e a evapotranspiração potencial, expressos em termos de um ou mais dos seguintes parâmetros mensais:

Pm/EPm - Relação entre a precipitação e a evapotranspiração potencial no mês m;

EXCm - Estimativa do excedente hídrico no mês m; e

DEFm - Estimativa da deficiência hídrica no mês m.

Os critérios utilizados para caracterizar os graus de aptidão climática do milho foram obtidos a partir do balanço hídrico climatológico mensal (VAREJÃO SILVA & BARROS, 2002). Foram utilizados os índices: $j = 1, 2$ e 3 (cumulativo) para designar os três meses iniciais do ciclo; e $i = 1, 2$ ou 3 (não cumulativo) para indicar um dos três meses iniciais do ciclo; os outros dois meses foram representados por k . Por exemplo: se $i = 3$, então $k = 1$ e 2 . O último mês (secagem e colheita) foi representado pelo índice 4 . Foram adotados os parâmetros relacionados aos meses (1, 2, 3 e 4) de acordo com a Tabela 8.

Tabela 8. Critérios utilizados na avaliação de aptidão climática da cultura do sorgo

Aptidão Climática	EXC (mm)	DEF (mm)	P/EP (mm)	PREC (mm)
C3-Moderada por excesso hídrico	≥ 300			≥ 600
C2-Plena com período chuvoso prolongado	$200 < EXC_j \leq 300$		$P_4/EP_4 \geq 1$	$500 < PREC \leq 600$
C1-Plena sem restrição	$0 < EXC_j \leq 200$	$DEF_i < 10$	$P_4/EP_4 < 1$	$400 < PREC \leq 500$
C4-Moderada por deficiência hídrica		$DEF_i < 20$	$P_4/EP_4 < 1$	$280 < PREC \leq 400$
C5-Inapta por deficiência hídrica acentuada		$DEF_i \geq 20$		< 280

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2012).

Para a elaboração das categorias que constam nas legendas, foram adotadas as mesmas do relatório em que constam, de maneira geral, os grupos de terras que apresentam as seguintes aptidões:

- Categoria 1: áreas com classes e/ou associações de classes de capacidade de uso que são próprias para a cultura com limitações ligeiras de utilização, impostas pelas características dos solos, topografia e erosão. Correspondem às classes de Capacidade de Uso das categorias A e B do Potencial das Terras. Da categoria A: II₂ a II₇, III₁ a III₁₅. Da categoria B: II₈, III₁₆ e III₁₈;

- Categoria 1a: áreas com associações de classes de capacidade de uso com dominância de terras próprias para culturas que apresentam limitações ligeiras de utilização, impostas pelas características dos solos, topografia e erosão. Correspondem a todas as classes de Capacidade de Uso das categorias C e C1 do Potencial das Terras. Da categoria C1: II₉, III₁₉, III₂₀, III₂₂, III₂₅ a III₂₈. Da categoria C: III₃₀, III₃₂ a III₄₂;

- Categoria 1b: áreas com classes e/ou associações de classes de capacidade de uso representadas por solos aluvionais, apropriados para as culturas com problemas moderados e/ou complexos de drenagem. Correspondem às classes de Capacidade de Uso das categorias E do Potencial das Terras. Da categoria E: II₁, III₁₀, III₂₁, III₃₁, e III₁₀₅;

- Categoria 2: áreas com classes de capacidade de uso com limitações moderadas para utilização com a cultura, devido às características de fertilidade e/ou topografia. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D1 do Potencial das Terras. Da categoria D1: IV₁ a IV₅, IV₉ e IV₁₀;

- Categoria 2a: áreas com associações de classes de capacidade de uso da Categoria 2. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D1 do Potencial das Terras. Da categoria D1: IV₆, IV₇, IV₁₁ a IV₂₁;

- Categoria 2b: áreas com classes de capacidade de uso com fortes limitações para utilização com a cultura, devido às características de drenagem e associações de classes de terras inaptas para a cultura. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D2 do Potencial das Terras. Da categoria D2: IV₈₅, IV₈₆, IV₈₉ a IV₁₀₄;

- Categoria 2c: áreas com classes de capacidade de uso com limitações severas para utilização com a cultura, devido às características de drenagem imperfeita e associações de classes de terras inaptas para a cultura. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria F do potencial das Terras. Da categoria F: III₁₇, III₂₄, III₂₉, IV₂₂ a IV₈₀;

- Categoria 3: áreas com classes de capacidade de uso com fortes limitações para utilização com a cultura, devido às características de baixa fertilidade do solo e/ou da drenagem excessiva. Correspondem às classes de Capacidade de Uso da categoria D2, F e G1 do Potencial das Terras. Da categoria D2: IV₈₁ a IV₈₄. Da categoria F: IV₈. Da categoria G1: VI₉;

- Categoria I: áreas impróprias para a exploração com a cultura, sendo representada por classes de capacidade de uso ou associações de classes cujas características dos solos e/ou topografia apresentam restrições severas para utilização, correspondendo às demais categorias do Potencial das Terras.

Para viabilizar a elaboração do potencial pedoclimático e também visando à padronização cartográfica, os mapas foram categorizados nas seguintes classes: muito alto, alto, média, baixa e muito baixa.

Aptidão pedoclimática

A metodologia está resumida nas etapas que estão apresentadas no fluxograma (Figura 14), que esquematicamente apresenta os passos metodológicos para obtenção dos mapas de Aptidão Pedoclimática nos cenários seco, regular e chuvoso para o Estado da Paraíba.

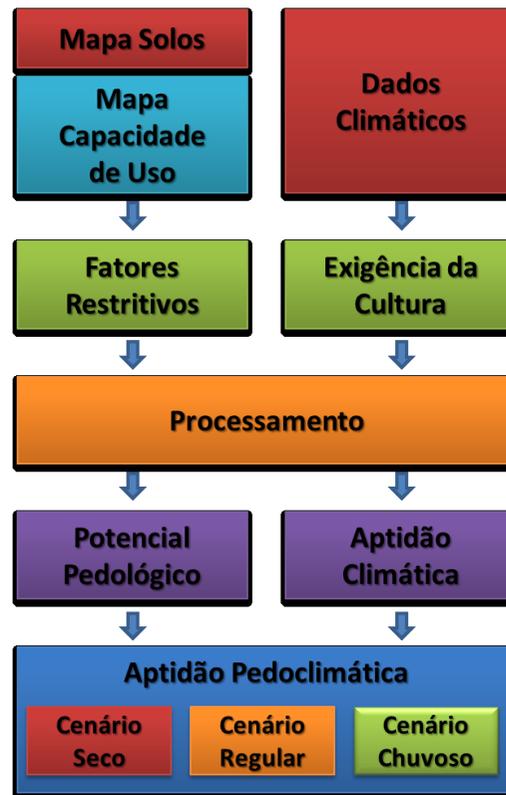


Figura 14. Fluxograma de trabalho.

Na metodologia de trabalho, após a obtenção dos mapas do potencial pedológico e dos mapas da aptidão climática, nos cenários pluviométricos com anos chuvosos, regulares e secos, estes foram cruzados através da Linguagem Espacial Geográfica Algébrica (LEGAL), utilizando o software SPRING, e obtiveram-se os mapas do potencial pedoclimático do Estado da Paraíba para as culturas em estudo.

Os procedimentos utilizados para obtenção das classes da aptidão pedoclimática, dos mapas e sua representação cartográfica, foram a partir do cruzamento das classes de potencial pedológico com as classes da aptidão climática, foram obtidas 4 classes (Tabela 9) e 25 subclasses do potencial pedoclimático (Tabela 10) para as culturas em estudo.

Conforme a metodologia da EMBRAPA (2012), o potencial pedoclimático é restringido pela limitação de solo e/ou de clima que ocorrer com maior intensidade no ambiente. Por exemplo, ambiente com potencial pedológico Alto e com aptidão climática Inapta terá seu potencial pedoclimático limitado pelo clima. Da mesma forma, as áreas com clima favorável ao cultivo, mas com potencial pedológico restritivo, terão o potencial pedoclimático limitado por atributos de solo.

De acordo com a metodologia adaptada da EMBRAPA (2012), as cinco classes do potencial pedoclimático e suas respectivas subclasses são:

Muito alto (MA): ambientes com condições favoráveis de solo (S) e de clima (C). Inclui as subclasses de MA1 a MA2 resultantes dos cruzamentos: S1, C1; S1, C2;

Alto (A): ambientes com condições favoráveis de solo (S) e de clima (C). Inclui as subclasses de A3 a A4 resultantes dos cruzamentos: S2, C1; e S2, C2.

Médio (M): ambientes com limitações moderadas de solo e/ou de clima. Compreende as subclasses de M1 a M8 resultantes dos cruzamentos: S1, C3; S2, C3; S3, C3; S1, C4; S2, C4; S3, C4; S3, C1 e S3, C2;

Baixo (B): ambientes com limitações fortes de solo e/ou de clima. Reúne as subclasses de B1 a B4 resultantes dos cruzamentos: S4, C1; S4, C2; S4, C3 e S4, C4;

Muito Baixo (MB): ambientes com limitações muito fortes de solo e/ou de clima. Compreende as subclasses de MB1 a MB9 resultantes dos cruzamentos: S1, C5; S2, C5; S3, C5; S4, C5; S5, C5; S5, C1; S5, C2; S5, C3 e S5, C4.

Os mapas do potencial pedoclimático para as culturas estudadas foram elaborados por meio do cruzamento dos planos de informação do potencial pedológico com os da aptidão climática por cultura. Os procedimentos operacionais foram realizados por meio da rotina de álgebra de mapas (LEGAL) do Sistema de Informações Geográficas SPRING.

Tabela 9. Classes e subclasses de potencial pedoclimático

Potencial pedológico (S)	Aptidão climática (C)				
	C1 - Plena	C2 - Plena (PCP)	C3 - Moderada (EH)	C4 - Moderada (DH)	C5 - Inapta
S1 - Muito Alto	MA1	MA2	M3	M4	MB5
S2 - Alto	A3	A4	M5	M6	MB6
S3 - Médio	M1	M2	M7	M8	MB7
S4 - Baixo	B1	B2	B3	B4	MB8
S5 - Muito Baixo	MB1	MB2	MB3	MB4	MB9

PCP=Período chuvoso prolongado; EH=Excesso hídrico; DH=Deficiência hídrica; MA=Muito Alta; A=Alta; M=Médio; B=Baixo; MB=Muito Baixo. Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2012).

Tabela 10. Legenda das subclasses do potencial pedoclimático

Subclasse	Classe de Potencial Muito Alta (MA): Ambientes com condições favoráveis de solo e de clima
MA1	(S1, C1) Solos com aptidão boa; aptidão climática plena sem restrição
MA2	(S1, C2) Solos com aptidão boa; aptidão climática plena com período chuvoso prolongado
	Classe de Potencial Alta (A): Ambientes com condições favoráveis de solo e de clima
A3	(S2, C1) Solos com aptidão boa; aptidão climática plena sem restrição
A4	(S2, C2) Solos com aptidão boa; aptidão climática plena com período chuvoso prolongado
	Classe de Potencial Médio (M): Ambientes com limitações moderadas de solo e/ou de clima
M1	(S3, C1) Solos com aptidão boa mais regular; aptidão climática plena sem restrição
M2	(S3, C2) Solos com aptidão boa mais regular; aptidão climática plena com período chuvoso prolongado
M3	(S1, C3) Solos com aptidão boa; aptidão climática moderada por excesso hídrico
M4	(S1, C4) Solos com aptidão boa; aptidão climática moderada por deficiência hídrica
M5	(S2, C3) Solos com aptidão boa; aptidão climática moderada por excesso hídrico
M6	(S2, C4) Solos com aptidão boa; aptidão climática moderada por deficiência hídrica
M7	(S3, C3) Solos com aptidão boa, e/ou solos com aptidão boa mais regular; aptidão climática moderada por excesso hídrico
M8	(S3, C4) Solos com aptidão boa em 25 a 50% da área, e/ou solos com aptidão boa mais regular em mais de 50% da área; aptidão climática moderada por deficiência hídrica
	Classe de Potencial Baixo (B): Ambientes com limitações fortes de solo e/ou de clima
B1	(S4, C1) Solos com aptidão boa e/ou solos com aptidão regular; aptidão climática plena sem restrição
B2	(S4, C2) Solos com aptidão boa e/ou solos com aptidão regular; aptidão climática plena sem restrição; aptidão climática plena com período chuvoso prolongado
B3	(S4, C3) Solos com aptidão boa e/ou solos com aptidão regular; aptidão climática moderada por excesso hídrico
B4	(S4, C4) Solos com aptidão boa e/ou solos com aptidão regular; aptidão climática moderada por deficiência hídrica
	Classe de Potencial Muito Baixo (MB): Ambientes com limitações muito fortes de solo e/ou de clima
MB1	(S5, C1) Solos sem aptidão boa e com aptidão regular; aptidão climática plena sem restrição
MB2	(S5, C2) Solos sem aptidão boa e com aptidão regular; aptidão climática plena com período chuvoso prolongado
MB3	(S5, C3) Solos sem aptidão boa e com aptidão regular; aptidão climática moderada por excesso hídrico
MB4	(S5, C4) Solos sem aptidão boa e com aptidão regular; aptidão climática moderada por deficiência hídrica
MB5	(S1, C5) Solos com aptidão boa; aptidão climática inapta por deficiência hídrica acentuada
MB6	(S2, C5) Solos com aptidão boa; aptidão climática inapta por deficiência hídrica acentuada
MB7	(S3, C5) Solos com aptidão boa, e/ou solos com aptidão boa mais regular; aptidão climática inapta por deficiência hídrica acentuada
MB8	(S4, C5) Solos com aptidão boa e/ou solos com aptidão regular; aptidão climática inapta por deficiência hídrica acentuada
MB9	(S5, C5) Solos sem aptidão boa e com aptidão regular; aptidão climática inapta por deficiência hídrica acentuada

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2012).

Resultados

Os resultados referentes ao potencial pedológico e à aptidão climática de cada cultura são apresentados em separado, abordando a ocorrência de cada uma das classes. Os resultados referentes ao potencial pedoclimático são apresentados abordando a ocorrência de cada uma das classes e subclasses por cenário pluviométrico.

Cultura do algodão herbáceo

Potencial pedológico

Conforme o mapa de Potencial pedológico para a cultura do algodão herbáceo (Figura 15), não se identificaram terras com Potencial Muito Alto. Identificaram-se 5.661,87 km² de terras com Potencial Alto, representando 10,04% (Tabela 11) da área total do Estado, distribuídas no Agreste Acatingado, Brejo, Mata e Litoral, Alto Sertão Alto e Baixo Sertão do Piranhas e Cariris de Princesa. As áreas com Potencial Médio, observadas neste trabalho, perfazem um total de 19.448,72 km², representando 34,5% da área total, e estão distribuídas por todo o Estado. As áreas com Potencial Baixo perfazem um total de 523,04 km², representando 0,93% da área total do Estado, localizadas na região no Cariri, Agreste e Brejo. As áreas com Potencial Muito Baixo perfazem um total de 30.740,37 km² de terras, correspondendo a 54,53% da área total, distribuídas por todo o Estado.

Tabela 11. Distribuição das classes do potencial pedológico da cultura do algodão herbáceo

Classes do Potencial Pedológico											
Muito Alto		Alto		Médio		Baixo		Muito Baixo		Total	
km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
0,00	0,00	5.661,87	10,04	19.448,72	34,50	523,04	0,93	30.740,37	54,52	56.372,00	100,00

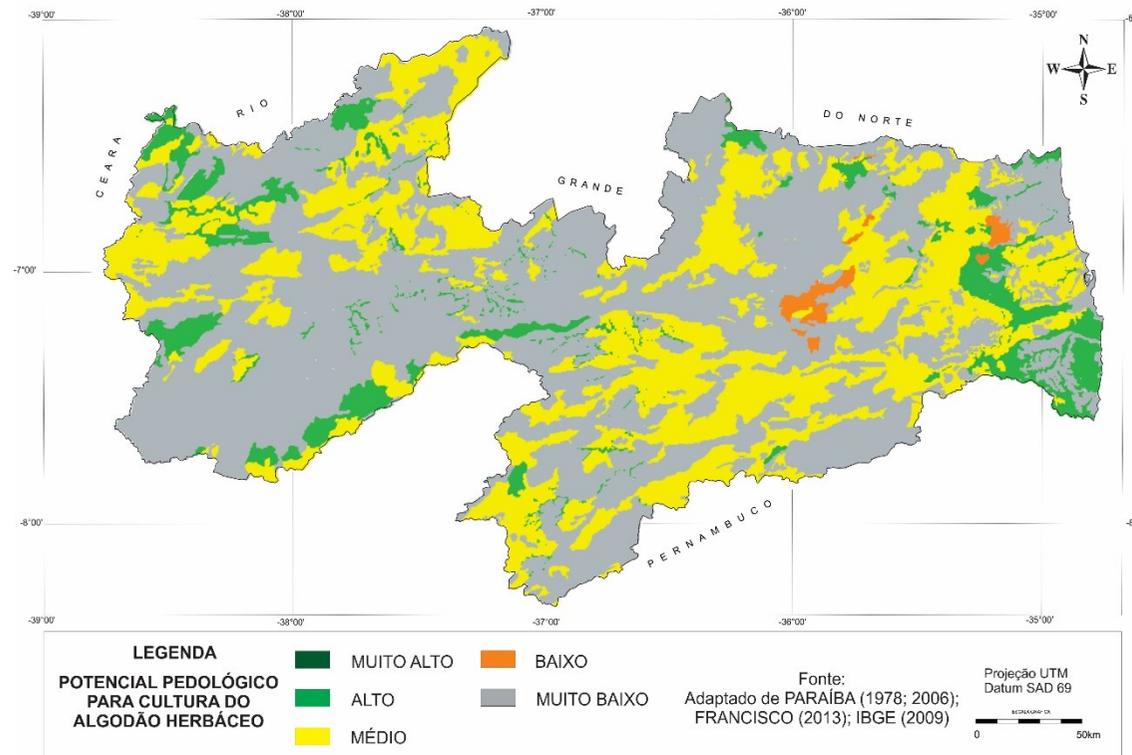


Figura 15. Potencial pedológico do Estado da Paraíba para a cultura do algodão herbáceo.

Aptidão climática

A aptidão climática do Estado de Alagoas para a cultura do milho apresenta variações em função do cenário pluviométrico considerado. No mapa de aptidão climática para a cultura do algodão herbáceo (Figura 16), cenário seco com 25% de probabilidade, observa-se o predomínio da classe de aptidão Inapta por deficiência hídrica acentuada (C5) em 0,63% da área, abrangendo quase todas as regiões do Estado, e ocorrendo na região do Litoral sul a classe de aptidão Moderada por deficiência hídrica (C4) em 99,37%, ocupando 0,63 e 99,37% da área do Estado, respectivamente (Tabela 12). As demais classes de aptidão não ocorreram no cenário seco.

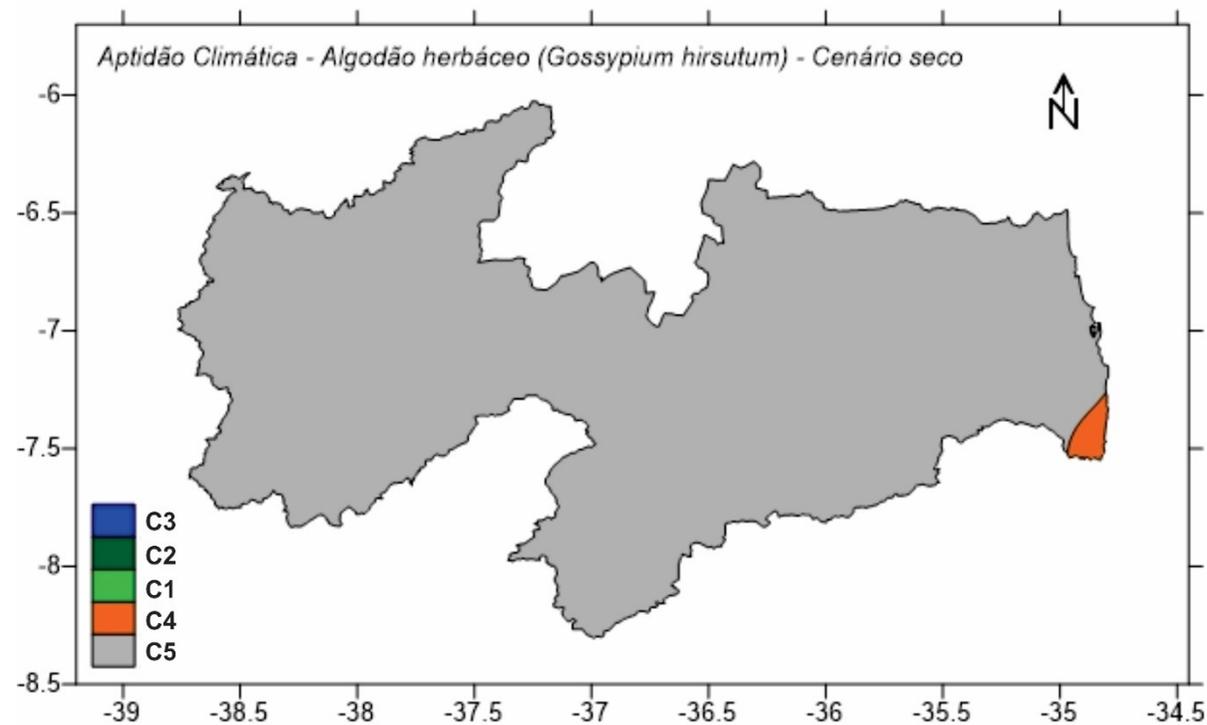


Figura 16. Aptidão climática para cultura do algodão herbáceo para o cenário seco.

Tabela 12. Classes de aptidão climática para cultura do algodão herbáceo

Legenda	Aptidão climática	Cenário pluviométrico					
		Seco		Regular		Chuvoso	
		km ²	%	km ²	%	km ²	%
C1	Plena	0,00	0,00	3.160,56	5,60	24.747,33	43,91
C2	Plena com período chuvoso prolongado	0,00	0,00	17,53	0,05	2.520,79	4,47
C3	Moderada por excesso hídrico	0,00	0,00	0,00	0,00	647,34	1,15
C4	Moderada por deficiência hídrica	356,56	0,63	21.599,21	38,31	13.317,02	23,62
C5	Inapta por deficiência hídrica acentuada	56.015,44	99,37	31.594,70	56,04	15.132,52	26,85

Para o cenário regular com 50% de probabilidade de chuvas (Figura 17), observa-se que 5,6% da área do Estado (Tabela 12) apresenta aptidão climática Plena (C1), com 3.160,56 km², ocorrendo na região do Litoral e em pequena região do Brejo paraibano, próximo ao município de Areia. Para a classe Moderada por deficiência hídrica (C4), com aumento gradativo da escassez hídrica limitando o plantio, observa-se que ocorre em parte das regiões do Agreste e Brejo a leste do Estado, e em boa parte do Sertão e Alto Sertão do Estado, com 21.599,21 km² representando 38,31% da área total.

A classe de aptidão Inapta por deficiência hídrica acentuada (C5), com 31.594,7 km² representando 56,04% da área total, abrange boa parte do Agreste e Brejo no sentido leste do Estado, a região do Cariri/Curimataú no planalto da Borborema e parte do Sertão, voltado com a divisa ao norte com o Estado do Rio Grande do Norte e outras pequenas áreas ao sul, na divisa com Pernambuco. As regiões que apresentaram boa significância, com probabilidades de ocorrência de chuvas a 50% para o Estado da Paraíba foram o Litoral, parte da região do Agreste e Brejo. A região do Sertão e Alto Sertão apresentaram boa significância com chuvas de intensidades moderada a fraca; e na área do Cariri/Curimataú, chuvas isoladas e com baixa significância.

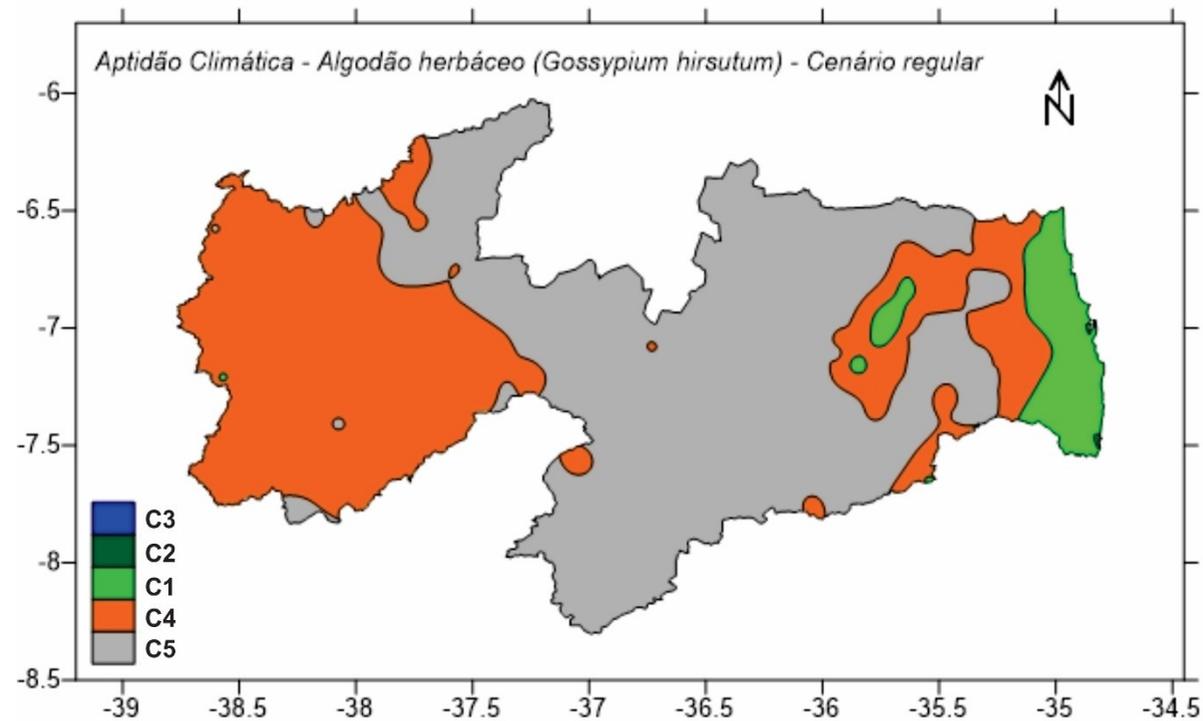


Figura 17. Aptidão climática para cultura do algodão herbáceo para o cenário regular.

No mapa de aptidão climática para a cultura do algodão herbáceo no cenário chuvoso com 75% de probabilidade (Figura 18), observa-se que 1,15% da área do Estado, em 647,34 km² (Tabela 12), apresenta aptidão climática Moderada por excesso hídrico (C3) localizada somente na região do Litoral sul, englobando o município de Alhandra e região. A classe de aptidão climática Plena com período chuvoso prolongado (C2), com 2.520,79 km² representando 4,47% da área total, ocorre em toda a faixa litorânea e em parte da região do Brejo, próximo ao município de Areia, e outra ocorrência próximo ao município de Campina Grande, região do Agreste.

A classe de aptidão Plena (C1), com 24.747,33 km² representando 43,91% da área total, ocorre nas regiões do Agreste, Brejo e em quase todo Sertão e Alto Sertão. A classe de aptidão climática Moderada por deficiência hídrica (C4) ocorre em parte das regiões do Agreste ao sul e Curimataú ao norte; e em parte do Sertão e Alto Sertão do Estado em sentido voltado ao norte ao Estado do Rio Grande do Norte e pequena área volta ao sul na divisa com Pernambuco, com 13.317,02 km² representando 23,62% da área total. A classe de aptidão Inapta por deficiência hídrica acentuada (C5), com 15.132,52 km² representando 26,85% da área total, abrange boa parte do planalto da Borborema nas regiões do Cariri e do Curimataú.

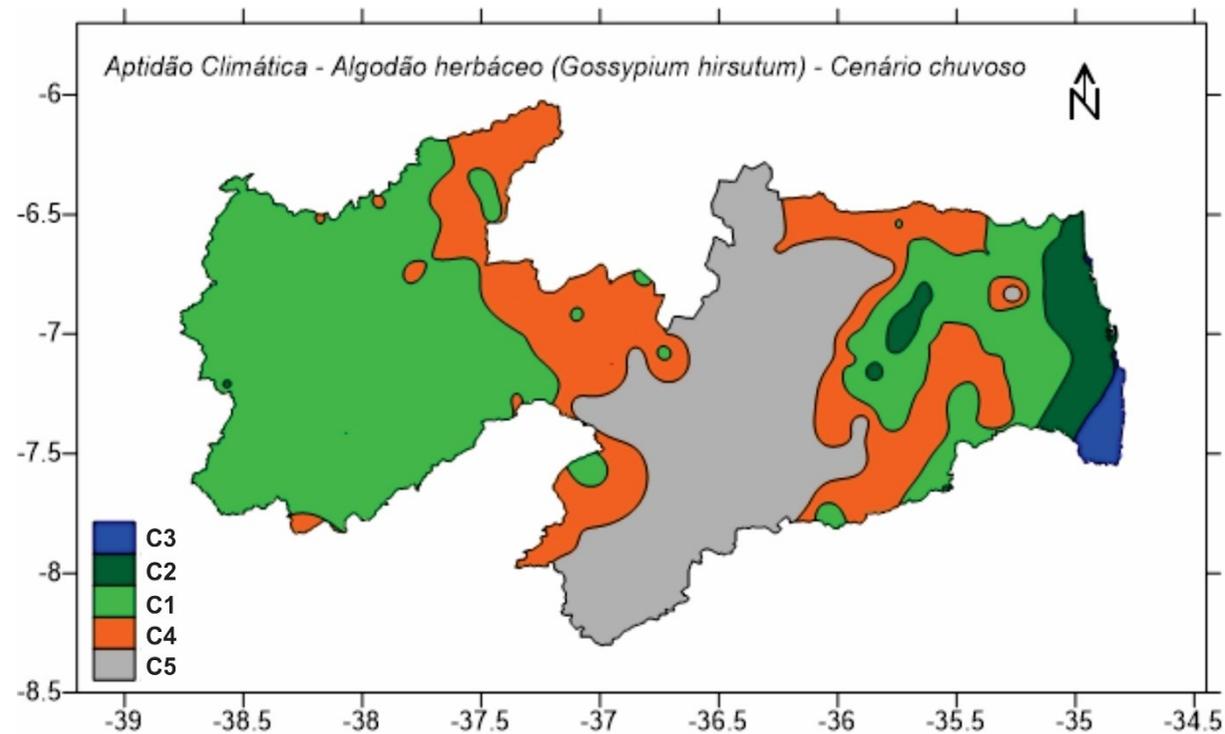


Figura 18. Aptidão climática para cultura do algodão herbáceo para o cenário chuvoso.

Potencial pedoclimático

No mapa de potencial pedoclimático do cenário pluviométrico com anos secos (Figura 19), observa-se que apenas os potenciais médio e muito baixo estão representados. As áreas de potencial médio abrangem 250,18 km², representando 0,45% da área total do Estado (Tabela 13), com ocorrência das subclasses M6 e M8, predominando a subclasse M6. Estas classes ocorrem principalmente na região do Litoral ao sul do Estado, notadamente em ambientes por apresentarem solos de potencial pedológico Alto e Baixo, e aptidão climática Moderada por deficiência, com a ocorrência das subclasses M6 e M8. Neste ambiente, mesmo no cenário seco, ainda é possível obter índices de umidade adequados para o cultivo do algodão herbáceo, pois estão localizados na região mais úmida do Estado.

As áreas de potencial Muito Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 56.121,83 km², representando 99,55% da área total do Estado, com ocorrência das subclasses MB4 e MB6, MB7, MB8 e MB9, predominando a subclasse MB9. Estas classes ocorrem em quase todo o Estado por apresentarem aptidão climática Inapta.

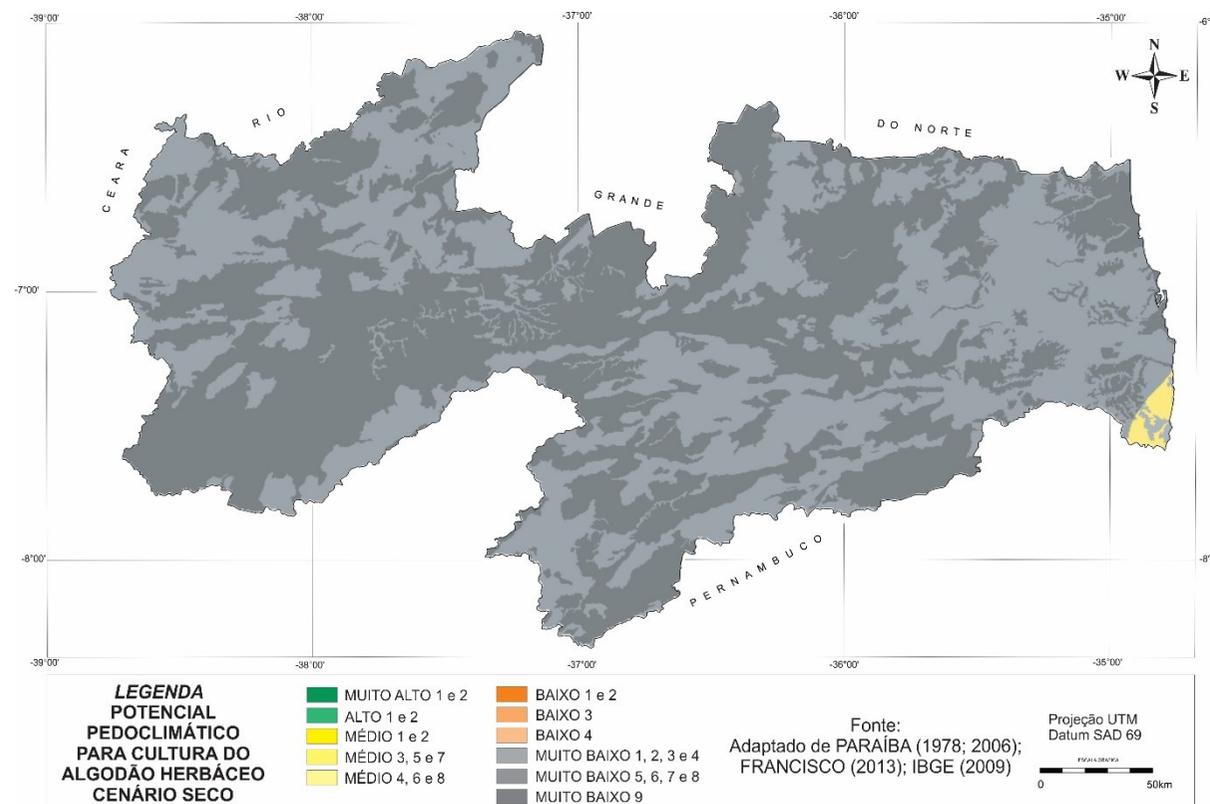


Figura 19. Potencial pedoclimático para cultura do algodão herbáceo para o cenário seco.

Tabela 13. Classes de aptidão pedoclimática para cultura do algodão herbáceo

Classe	Subclasse	Cenário					
		Seco	%	Regular	%	Chuvoso	%
Muito Alta	MA1	-	-	-	-	-	-
	MA2	-	-	-	-	-	-
Alta	A3	-	-	960,05	1,70	3.447,87	6,12
	A4	-	-	1,55	-	513,48	0,91
Média	M1	-	-	933,60	1,66	7.025,51	12,46
	M2	-	-	-	-	925,09	1,64
	M3	-	-	-	-	-	-
	M4	-	-	-	-	-	-
	M5	-	-	-	-	448,13	0,79
	M6	246,71	0,44	3.299,95	5,85	765,20	1,36
	M7	-	-	-	-	8,51	0,02
	M8	3,47	0,01	5.518,24	9,79	5.335,36	9,46
Baixa	B1	-	-	7,36	0,01	299,48	0,53
	B2	-	-	-	-	7,36	0,01
	B3	-	-	-	-	-	-
	B4	-	-	265,21	0,47	164,30	0,29
Muito Baixa	MB1	-	-	1.245,99	2,21	13.980,49	24,80
	MB2	-	-	15,94	0,03	1.072,95	1,90
	MB3	-	-	-	-	189,02	0,34
	MB4	105,14	0,19	12.655,58	22,45	7.055,32	12,52
	MB5	-	-	-	-	-	-
	MB6	5.411,39	9,60	1.396,57	2,48	483,24	0,86
	MB7	19.438,21	34,48	12.989,80	23,04	6.146,11	10,90
	MB8	522,74	0,93	250,17	0,44	51,60	0,09
	MB9	30.644,35	54,36	16.832,00	29,86	8.453,00	15,00
Total		56.372,00	100,00	56.372,00	100,00	56.372,00	100,00

No mapa de classes de potencial pedoclimático do cenário pluviométrico com anos regulares (Figura 20), observa-se que o potencial Alto abrange a extensão territorial de 961,60 km², representando 1,71% da área total do Estado (Tabela 13), com ocorrência das subclasses A3 e A4, predominando a subclasse A3. Estas classes ocorrem principalmente na região do Litoral, com maior predominância no litoral sul, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Alto e aptidão climática Plena. Este aumento de área em relação ao cenário seco deve-se à menor restrição hídrica.

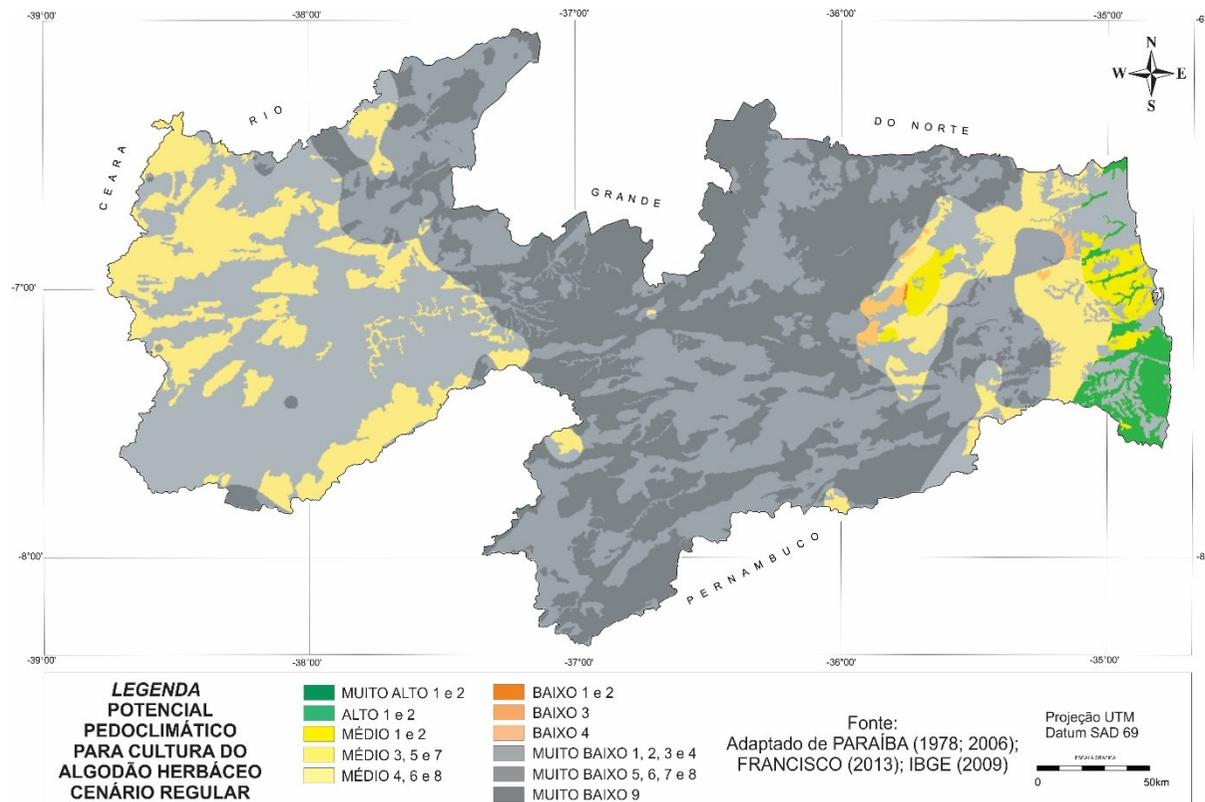


Figura 20. Potencial pedoclimático para cultura do algodão herbáceo para o cenário regular.

Observa-se que, no potencial Baixo, a extensão territorial abrange 272,57 km², representando 0,48% da área total do Estado, com ocorrência das subclasses B1 e B4. As subclasses B1 e B4 ocorrem no Planalto da Borborema, em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Baixo e aptidão climática Moderada por deficiência hídrica. A subclasse B4 ocorre, em sua maioria, na região do Sertão.

A classe de potencial Muito Baixo abrange a extensão territorial de 45.386,05 km², representando 80,51% da área total do Estado, com ocorrência das subclasses MB1, MB2, MB4, MB6, MB7, MB8 e MB9, com predomínio da subclasse MB9. Estas subclasses ocorrem distribuídas por todo o Estado, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Muito Baixo, representadas por solos rasos e pedregosos e aptidão climática Inapta.

No mapa de classes de potencial pedoclimático do cenário pluviométrico com anos chuvosos (Figura 21), observa-se que o potencial Alto abrange a extensão territorial de 3.961,85 km², representando 7,03% da área total do Estado (Tabela 13), com ocorrência das subclasses A3 e A4, predominando a subclasse A3. Estas classes ocorrem na região do Litoral, Agreste e no Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Alto e aptidão climática Plena e aptidão Plena com período chuvoso prolongado. A pequena extensão territorial de áreas com potencial Alto para o cultivo do algodão deve-se, principalmente, à baixa fertilidade natural dos solos e ao clima semiárido. Recomenda-se a adoção de práticas complementares de conservação do solo e da água, para manutenção da capacidade produtiva destes solos.

Observa-se que o potencial Médio abrange a extensão territorial de 14.507,80 km², representando 25,73% da área total do Estado (Tabela 13), com ocorrência das subclasses M1, M2, M5, M6, M7 e M8, predominando a subclasse M1. Estas classes ocorrem na região do Litoral, Agreste, Brejo e no Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Médio e aptidão climática Plena e aptidão Moderada por deficiência hídrica.

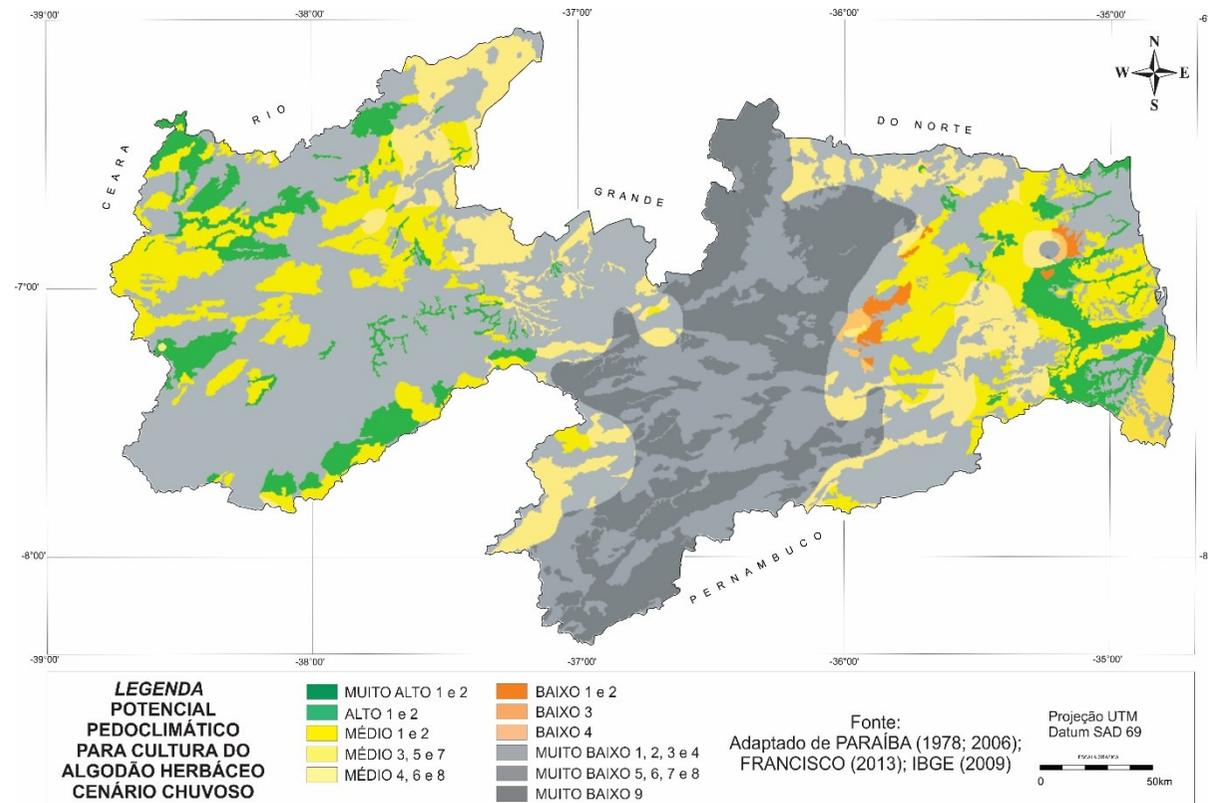


Figura 21. Potencial pedoclimático para cultura do algodão herbáceo para o cenário chuvoso.

Para o potencial Baixo, observa-se que a extensão territorial abrange 471,14 km², representando 0,83% da área total do Estado (Tabela 13), com ocorrência das subclasses B1, B2 e B4, predominando a subclasse B1. Estas classes ocorrem na região do Litoral, Agreste, Brejo, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Baixo e aptidão climática Plena e aptidão Moderada por deficiência hídrica.

Para o potencial Muito Baixo, observa-se que a extensão territorial abrange 37.431,73 km², representando 66,41% da área total do Estado (Tabela 13), com ocorrência das subclasses MB1, MB2, MB3, MB4, MB6, MB7, MB8 e MB9, predominando a subclasse MB1. Estas classes ocorrem distribuídas por todo o Estado, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Médio, Baixo e Muito Baixo, e em todas as cinco classes de aptidão climática.

Observa-se a ocorrência das subclasses MB6, MB7, MB8 e MB9 no Planalto da Borborema, região mais seca dentre os ambientes do semiárido, com limitações relacionadas aos solos rasos, pedregosos, com textura arenosa e drenagem deficiente; e ao clima de déficit hídrico.

De acordo com EMBRAPA (2013), na região semiárida, os fatores restritivos estão associados, além da limitação climática, à limitação de ordem pedológica, principalmente pela presença de pedregosidade na superfície, pequena profundidade efetiva, textura essencialmente arenosa ou pelo relevo declivoso. Na maioria das situações, essas limitações ocorreram de forma associada. Os principais fatores restritivos normalmente ocorrem no Sertão, onde as condições ambientais (clima quente e seco) favorecem a formação de solos rasos e pedregosos, com predomínio de Neossolos Litólicos, ou com caráter salino/sódico, e solos com problemas de drenagem, como é o caso dos Planossolos.

Cultura da cana-de-açúcar

Potencial pedológico

Conforme o mapa de Potencial pedológico para a cultura da cana-de-açúcar (Figura 21), não se identificaram terras com Potencial Muito Alto.

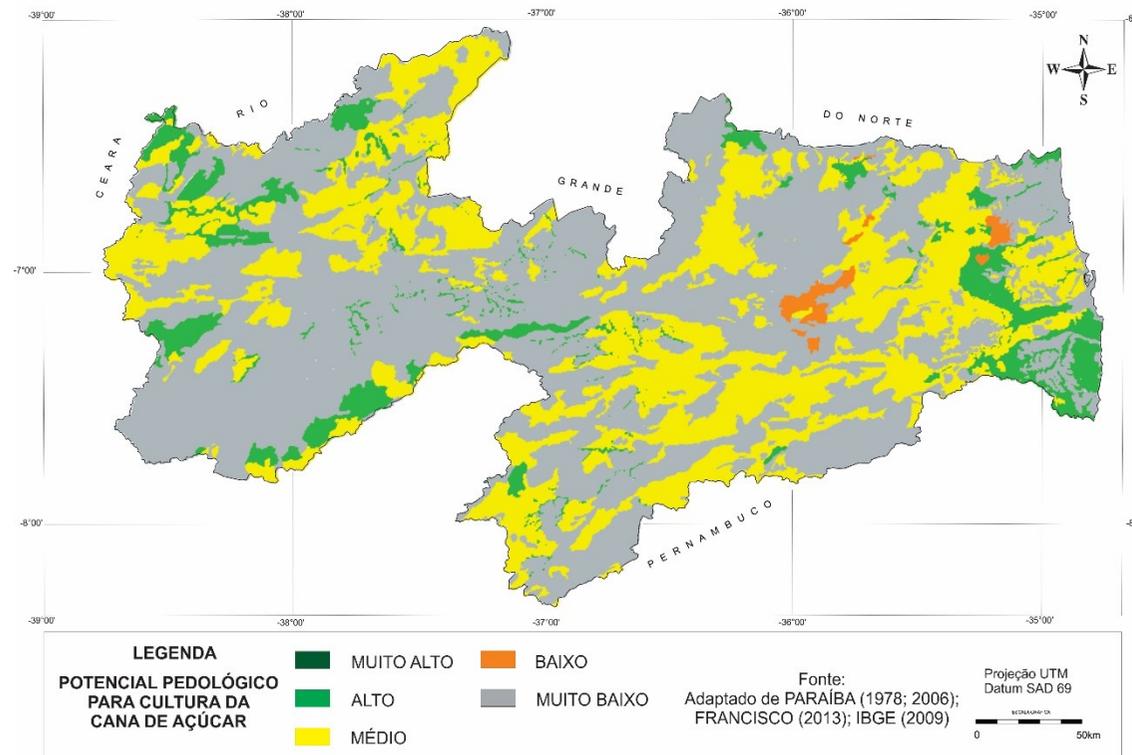


Figura 22. Potencial pedológico das terras do Estado da Paraíba para a cultura da cana-de-açúcar.

De acordo com o mapa de Potencial pedológico para a cultura da cana-de-açúcar (Figura 21), identificaram-se 5.661,87 km² de terras com Potencial Alto, representando 10,04% (Tabela 14) da área total do Estado, distribuídas no Agreste Acatingado, Brejo, Mata e Litoral, Alto Sertão Alto e Baixo Sertão do Piranhas e Cariris de Princesa.

Tabela 14. Distribuição das classes do potencial pedológico da cultura da cana-de-açúcar

Classes do Potencial Pedológico											
Muito Alto		Alto		Médio		Baixo		Muito Baixo		Total	
km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%
0,00	0,00	5.661,87	10,04	19.448,72	34,50	523,04	0,93	30.736,00	54,52	56372	100,00

As áreas com Potencial Médio, observadas neste trabalho, perfazem um total de 19.448,72 km², representando 34,5% da área total, e estão distribuídas por todo o Estado. Áreas com Potencial Baixo, observadas por este trabalho, perfazem um total de 523,04 km², representando 0,93% da área total do Estado, localizadas na região no Cariri, Agreste e Brejo. As áreas com Potencial Muito Baixo perfazem um total de 30.740,37 km² de terras, correspondendo a 54,53% da área total, distribuídas por todo o Estado.

Aptidão climática

Na classe de aptidão climática Plena (C1) (Figura 22), observa-se que 1.277,84 km², representando 2,27% da área total do Estado (Tabela 14), ocorrem numa faixa entre o litoral norte e o sul, incluindo a capital do Estado, o município de João Pessoa, constituindo a região do Estado com maior potencial à produção açucareira. Estas áreas surgem como climaticamente propícias ao desenvolvimento da cultura. No mapa de aptidão climática para cultura da cana-de-açúcar, observa-se que 1,78% da área do Estado, com 1.005,01 km² (Tabela 15), apresenta aptidão climática Plena, com período chuvoso prolongado (C2). Estas áreas abrangem uma pequena área no litoral do Estado, no litoral sul e na região do Brejo, próximo ao município de Areia.

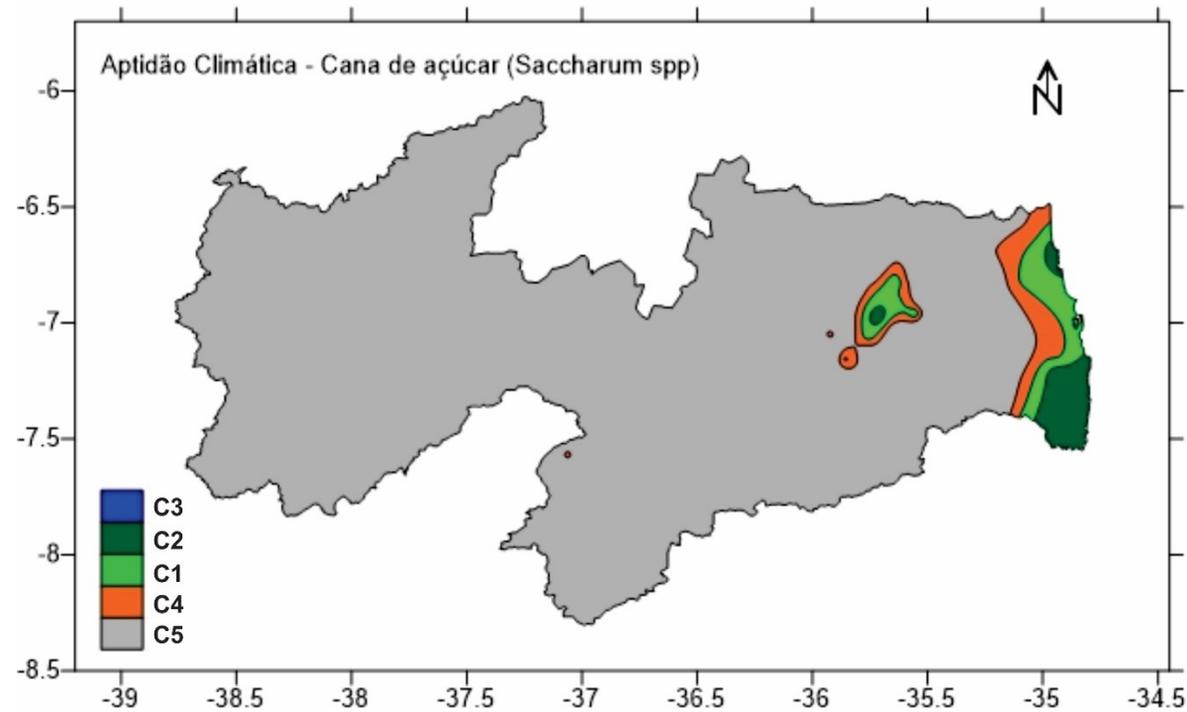


Figura 23. Aptidão climática para cultura da cana-de-açúcar.

Para a classe de aptidão climática Moderada por deficiência hídrica (C4), observa-se que, com o aumento gradativo da escassez hídrica, limitando o plantio, ocorre na região do Agreste em uma faixa estreita entre a classe Plena e a Inapta com 1.439,52km², representando 2,55% do total.

Tabela 15. Classes de aptidão climática para cultura da cana-de-açúcar

Legenda	Aptidão climática	Cenário pluviométrico	
		km ²	%
C1	Plena	1.277,84	2,27
C2	Plena com período chuvoso prolongado	1.005,01	1,78
C3	Moderada por excesso hídrico	0,00	0,00
C4	Moderada por deficiência hídrica	1.439,52	2,55
C5	Inapta por deficiência hídrica acentuada	52.649,63	93,40

Observa-se que, para o Estado da Paraíba, não foram mapeadas áreas com aptidão climática da classe Moderada por excesso hídrico (C3). A classe de aptidão climática Inapta por deficiência hídrica acentuada (C5) com 1.439,52 km², representando 2,55% do total, que restringe o cultivo de cana-de-açúcar, se apresenta em toda a região semiárida do Estado, ocorrendo também nas regiões do Agreste e em parte do litoral norte e sul.

Potencial pedoclimático

De acordo com EMBRAPA (2013), a cultura da cana-de-açúcar tem um ciclo de produção de vários anos e, por isso, na avaliação de seu potencial pedoclimático, considera-se como referência somente o cenário pluviométrico de anos regulares. No mapa de potencial pedoclimático da cultura da cana-de-açúcar (Figura 24), observa-se que o potencial Muito Alto não está representado no mapeamento.

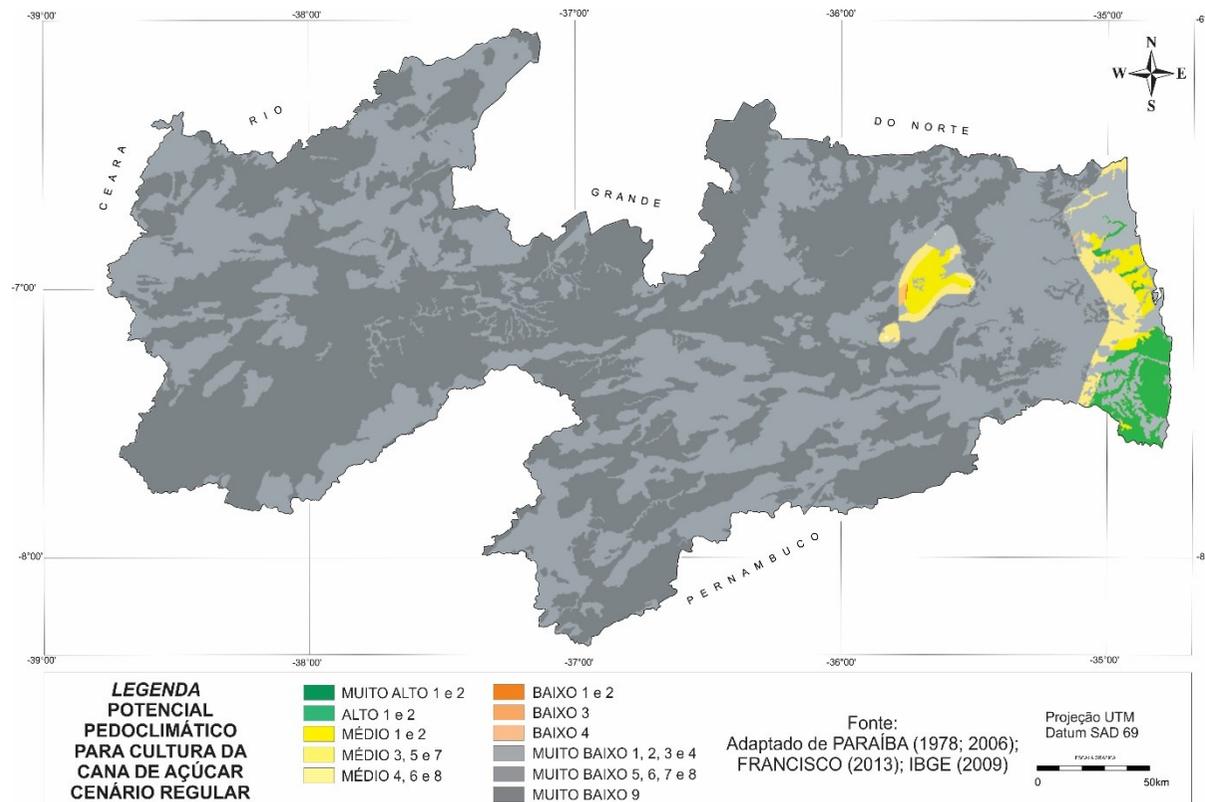


Figura 24. Potencial pedoclimático para cultura da cana-de-açúcar.

As áreas de potencial pedoclimático Alto abrangem 745,48 km², representando 1,32% da área total do Estado (Tabela 16), com ocorrência das subclasses A3 e A4, predominando a subclasse A4. Estas classes ocorrem principalmente na região do Litoral sul do Estado, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Alto, e aptidão climática plena com período chuvoso prolongado. Neste ambiente, mesmo em regime pluviométrico menor, ainda é possível obter índices de umidade adequados para o cultivo da cana-de-açúcar, pois estão localizados na região mais úmida do Estado. Os solos predominantes são os Argissolos, que apresentam baixa fertilidade, relevo de plano a suave ondulado e boas características físicas.

Silva *et al.* (2015), realizando o zoneamento do potencial pedoclimático do Estado de Alagoas, em áreas similares a este estudo, observaram que a aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisas no manejo e na conservação das terras, com uso intensivo de técnicas relacionadas à correção da acidez, da fertilização e da conservação do solo, da água e da cultura; com possibilidade de mecanização e condição climática plena, potencializam a produção e produtividade dessas áreas.

De acordo com PARAÍBA (1978), analisando a cultura da cana-de-açúcar, observou-se que a lavoura está praticamente concentrada nas regiões do Litoral, Agreste e Brejo, somando 95% da área no Estado. Resultados similares são encontrados neste trabalho.

Os ambientes de potencial Médio abrangem 1.425,96 km², representando 2,53% da área total do Estado (Tabela 16), com ocorrência das subclasses M1, M2, M6 e M8, com predomínio das subclasses M1 e M8. Estas classes ocorrem principalmente na região central do Litoral do Estado e na região do Brejo, próximo ao município de Areia, região tradicional no plantio da cana-de-açúcar, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Médio, e aptidão climática Plena e Moderada por deficiência.

As áreas de potencial Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima e abrangem 33,22 km², representando 0,06% da área total do Estado (Tabela 16), com ocorrência das subclasses B1 e B4, predominando a subclasse B4. Esta classe ocorre em pequena área no município de Remígio por apresentar aptidão climática Moderada por deficiência hídrica e estar localizado em Regossolos distróficos com potencial pedológico Baixo para a cultura.

Tabela 16. Classes de aptidão pedoclimática para cultura da cana-de-açúcar

Classe	Subclasse	Cenário Regular	%
Muito Alta	MA1	-	-
	MA2	-	-
Alta	A3	165,88	0,29
	A4	579,60	1,03
Média	M1	567,48	1,01
	M2	48,96	0,09
	M3	-	-
	M4	-	-
	M5	-	-
	M6	237,78	0,42
	M7	-	-
	M8	571,74	1,01
Baixa	B1	3,06	0,01
	B2	-	-
	B3	-	-
	B4	30,16	0,05
Muito Baixa	MB1	540,72	0,96
	MB2	374,49	0,66
	MB3	-	-
	MB4	599,67	1,06
	MB5	-	-
	MB6	4.674,85	8,29
	MB7	18.252,32	32,38
	MB8	489,51	0,87
	MB9	29.235,78	51,86
Total		56.372,00	100,00

As áreas de potencial Muito Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima e abrangem 54.167,34 km², representando 93,08% da área total do Estado (Tabela 16), com ocorrência das subclasses MB1, MB2, MB4, MB6, MB7, MB8 e MB9, predominando a subclasse MB9. Estas classes ocorrem em quase todo o Estado por apresentarem aptidão climática Inapta.

De acordo com PARAÍBA (1978), a cana-de-açúcar ocupava 4,5% da área total do Estado e tinha uma distribuição superior às áreas pedoclimáticas aptas; e neste trabalho constatou-se que as áreas de classes Alta, Média e Baixa totalizam 3,96%, corroborando os resultados encontrados anteriormente.

Observa-se que existe teoricamente uma margem para ampliação das áreas a serem cultivadas, mas quando se considera a mecanização para se conseguir a rentabilidade produtiva e econômica, reduzirão as áreas aproveitáveis devido às restrições dos solos, resultados similares também observados por PARAÍBA (1978).

Cultura do feijão caupi

Potencial pedológico

De acordo com o mapa de Potencial pedológico para a cultura do feijão caupi (Figura 25), identificaram-se 5.661,87 km² de terras com Potencial Alto, representando 10,04% (Tabela 17) da área total do Estado, distribuídas no Agreste Acatingado, Brejo, Mata e Litoral, Alto Sertão Alto e Baixo Sertão do Piranhas e Cariris de Princesa.

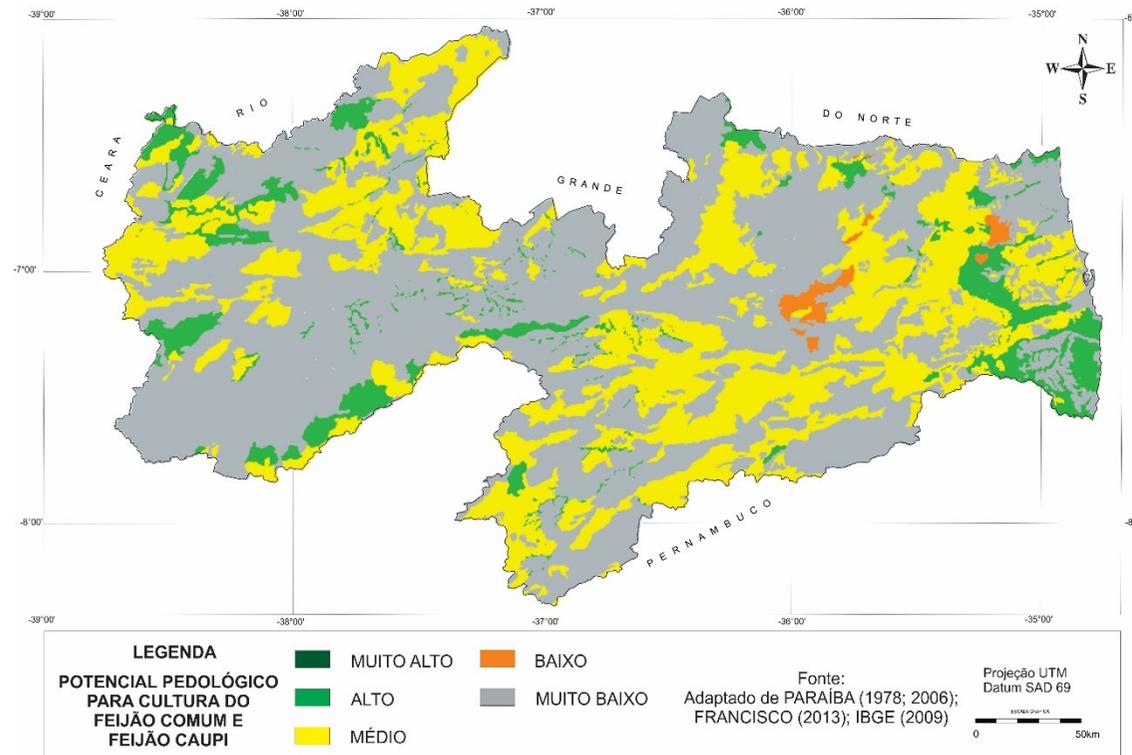


Figura 25. Potencial pedológico do Estado da Paraíba para a cultura do feijão caupi.

Tabela 17. Distribuição das classes do potencial pedológico das culturas do feijão caupi

Classes do Potencial Pedológico											
Muito Alto		Alto		Médio		Baixo		Muito Baixo		Total	
km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
0,00	0,00	5.661,87	10,04	19.448,72	34,50	523,04	0,93	30.736,00	54,52	5.6372,00	100,00

As áreas com Potencial Médio, observadas neste trabalho, perfazem um total de 19.448,72 km², representando 34,5% da área total, e estão distribuídas por todo o Estado. Áreas com Potencial Baixo, observadas por este trabalho, perfazem um total de 523,04 km², representando 0,93% da área total do Estado, localizadas na região no Cariri, Agreste e Brejo. As áreas com Potencial Muito Baixo perfazem um total de 30.740,37 km² de terras, correspondendo a 54,53% da área total, distribuídas por todo o Estado.

Aptidão climática

No mapa de aptidão climática para cultura do feijão caupi para o cenário seco (Figura 26), observa-se que 1,85% da área do Estado (Tabela 18) com 1.045,58 km² apresenta aptidão climática moderada por excesso hídrico (C3). Essas áreas estão localizadas na região do Litoral do Estado, concentradas ao norte e ao sul, próximas ao município de Alhandra.

Em áreas com aptidão plena com período chuvoso prolongado (C2), observa-se que o total é de 11.641,17 km², representando 20,66% de acordo com a Tabela 18. Essas áreas estão localizadas no lado oriental do planalto da Borborema nas regiões do Agreste Acatingado, Agreste e Brejo; e ao lado ocidental do planalto nas regiões do Cariri, entre os municípios de Conceição, Teixeira e na região do Sertão, Santa Luzia; na região do Sertão, entre Pombal e Belém do Brejo do Cruz, na divisa com o Rio Grande do Norte.

Na classe Plena (C1) do cenário seco, observa-se uma faixa de área na região do Agreste Acatingado e na região do Brejo, de mais altitude; e na região do Sertão entre os municípios de Patos e Cajazeiras, Piancó e Pombal, observam-se áreas com aptidão plena que climaticamente foram classificadas como aptas com 8.278,79km², representando 14,68% do total.

Tabela 18. Classes de aptidão climática para cultura do feijão caupi

Legenda	Aptidão climática	Cenário pluviométrico					
		Seco		Regular		Chuvoso	
		km ²	%	km ²	%	km ²	%
C1	Plena	8.278,79	14,68	2.498,26	4,43	1713,97	3,04
C2	Plena com período chuvoso prolongado	11.641,17	20,66	25.748,64	45,68	10.375,51	18,40
C3	Moderada por excesso hídrico	1.045,58	1,85	3.602,67	6,39	25.310,72	44,91
C4	Moderada por deficiência hídrica	17.374,31	30,82	10.543,42	18,70	15.210,50	26,98
C5	Inapta por deficiência hídrica acentuada	18.032,15	31,99	13.979,01	24,80	3.761,30	6,67

Para a classe Moderada por deficiência hídrica (C4), observa-se, para o cenário seco, 25% de probabilidade de ocorrência de chuvas, com aumento gradativo da escassez hídrica, limitando o plantio, localizadas na região do Agreste Acatingado, Agreste, Brejo e parte do Cariri, na região Sertão na serra de Teixeira até Santa Luzia, e nos limites extremos, próximo ao município de Conceição, e ao norte, em áreas próximas à calha do rio Piranhas. Estas áreas apresentam 17.374,31 km², representando 30,82% do Estado. Para a classe Inapta por escassez hídrica (C5) nos anos secos, em que o cultivo se torna impróprio devido à acentuada deficiência hídrica, que praticamente restringe o cultivo do feijão caupi, observam-se 18.032,15 km², representando 31,99% do total, localizados em áreas na Borborema na região do Cariri/Curimataú e na região do Seridó.

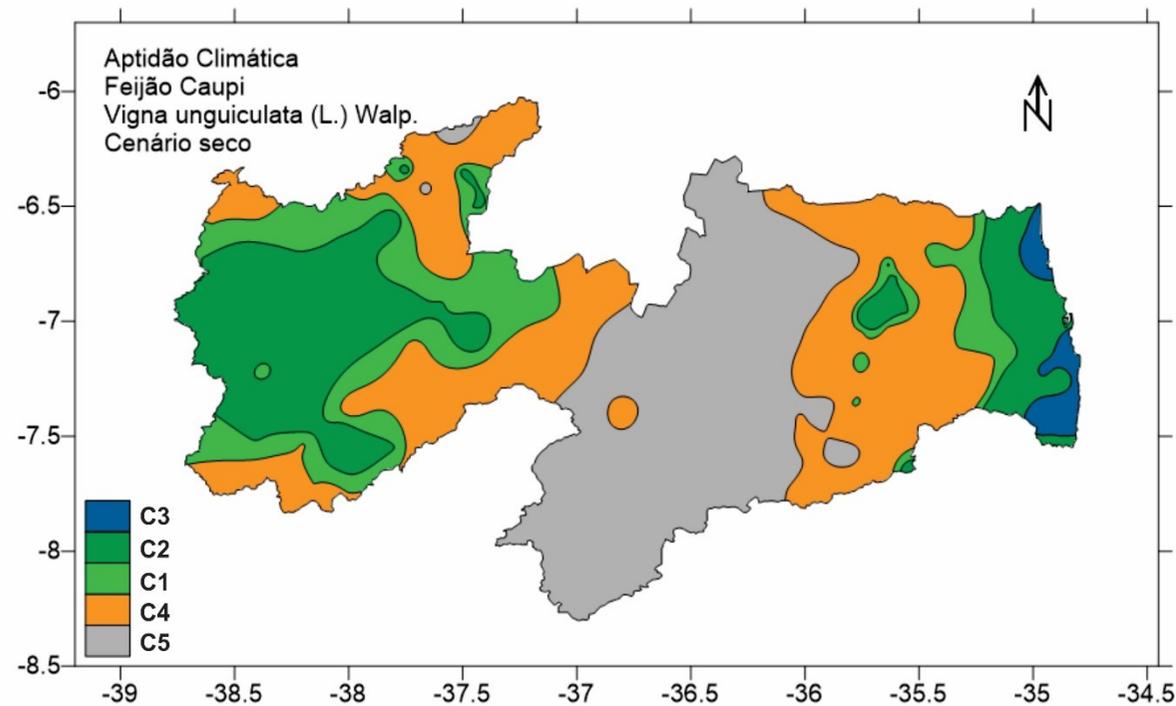


Figura 26. Aptidão climática para cultura do feijão caupi para o cenário seco.

No mapa de aptidão climática para cultura do feijão caupi para o cenário regular (Figura 27), observa-se que 3.602,67 km², representando 6,39% da área do Estado (Tabela 18), apresentam aptidão climática moderada por excesso hídrico (C3). Estas áreas abrangem toda a faixa litorânea do Estado.

Em áreas com aptidão plena com período chuvoso prolongado (C2), observa-se que o total é de 25.748,64 km², representando 45,68%. Essas áreas estão localizadas na região do Agreste Acatingado, Agreste e Brejo e em quase todo o Sertão, onde podem apresentar problemas com o excesso de umidade e a probabilidade de ocorrer um período chuvoso prolongado.

Na classe Plena (C1) do cenário regular (Figura 27), com 2.498,26 km², representando 4,43% do total, observa-se que ocorre uma pequena faixa estreita entre as classes Plena, com período chuvoso prolongado, e Moderada, por deficiência hídrica.

Para a classe Moderada por deficiência hídrica (C4), observa-se, para o cenário regular, 50% de probabilidade de ocorrência de chuvas, com aumento gradativo da escassez hídrica, limitando o plantio, com 10.543,42 km², representando 18,7% do total; ocorrem nas regiões de serras próximas a Cuité, e no Curimataú; e em partes do Cariri da Paraíba, próximas ao município de Umbuzeiro. A oeste, ocorrem nas divisas entre as regiões do Cariri, Sertão, Borborema e Seridó.

As áreas inaptas por deficiência hídrica acentuada (C5) nos anos regulares são de 13.979,01 km², representando 24,8% (Tabela 18), ocorrem no Planalto da Borborema nas regiões do Cariri/Curimataú.

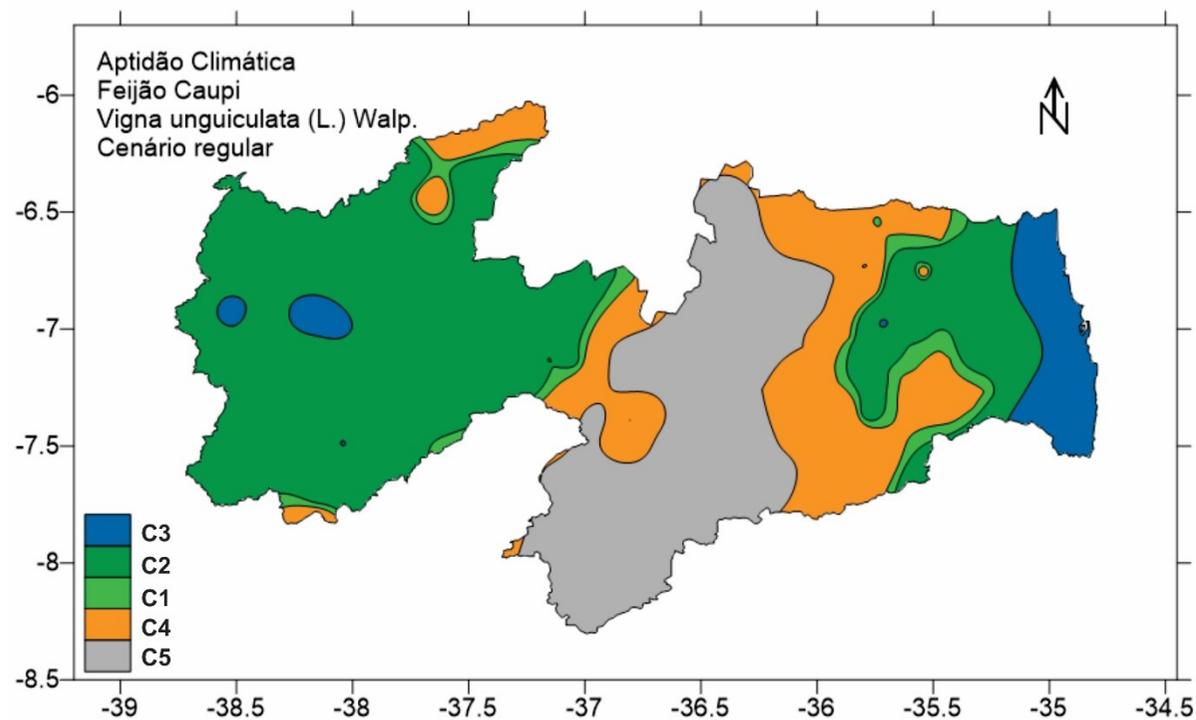


Figura 27. Aptidão climática para cultura do feijão caupi para o cenário regular.

No mapa de aptidão climática para cultura do feijão caupi para o cenário chuvoso, com probabilidade de chuvas de 75% de ocorrência de chuvas (Figura 28), observam-se 25.310,72 km², representando 44,91% da área do Estado (Tabela 18), que apresentam aptidão climática moderada por excesso hídrico (C3). Estas áreas localizam-se em toda a faixa litorânea do Estado, na região do Brejo e em boa parte do interior do Sertão Paraibano.

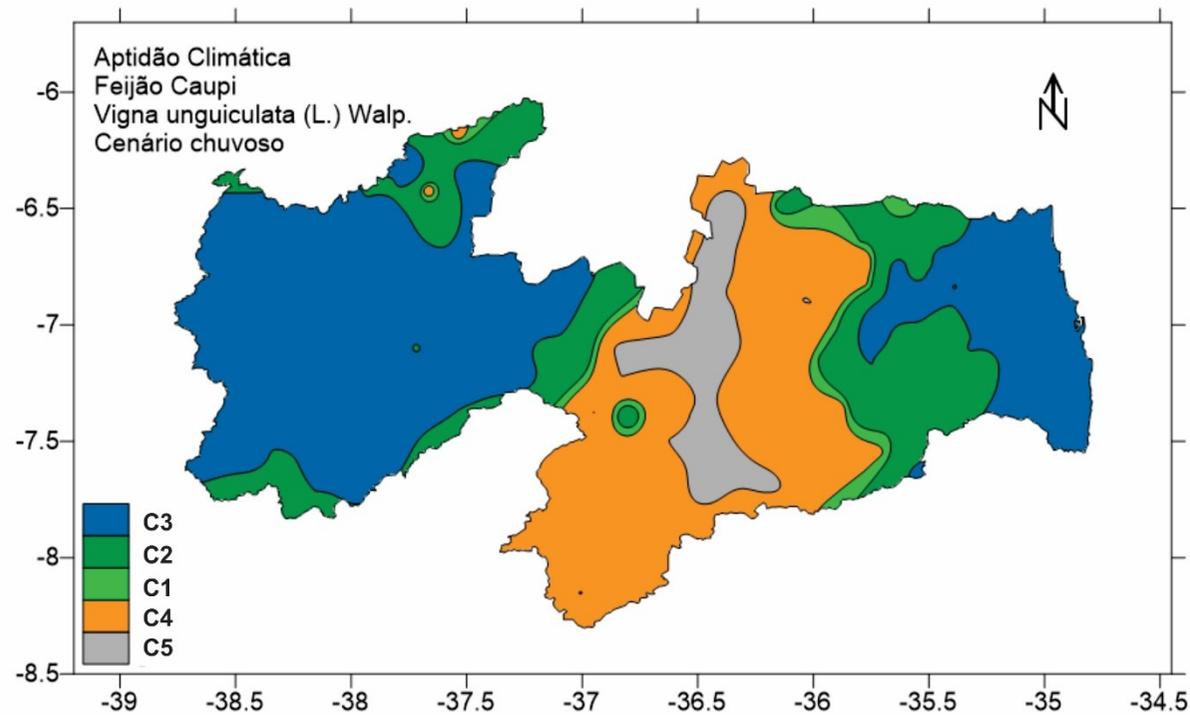


Figura 28. Aptidão climática para cultura do feijão caupi para o cenário chuvoso.

As áreas com aptidão plena com período chuvoso prolongado (C2) totalizam 10.375,51 km², representando 18,4% do total. As áreas se localizam na região do Curimataú, Serras e na região sul do Agreste Acatingado. Na classe Plena (C1) do cenário chuvoso (Figura 28), observam-se áreas com aptidão plena, que climaticamente foram classificadas como aptas, com 1.713,97 km² representando 3,04% do total. Essas áreas são faixas estreitas, de transição para a classe moderada por deficiência hídrica. Para a classe Moderada por deficiência hídrica (C4), observa-se que, para o cenário chuvoso, as áreas mapeadas totalizam 15.210,5 km², representando 26,98% do total e ocorrem no Planalto da Borborema. As áreas inaptas por escassez hídrica (C5) nos anos regulares e chuvosos perfazem 3.761,3 km², correspondem a 6,67% e ocorrem no Planalto da Borborema adentrando na região do Seridó.

Observa-se por este trabalho que as faixas de transição entre as classes de aptidão não são estáticas, pois representam valores médios de cada cenário e, portanto, não são limites rígidos podendo haver uma variação devido à escala de trabalho utilizada na metodologia não podendo ser detectadas (EMBRAPA, 2012).

Potencial pedoclimático

No mapa de potencial pedoclimático para cultura do feijão caupi cenário seco (Figura 29), as áreas da classe Alta abrangem 2.968,83 km², representando 5,26% da área total do Estado (Tabela 19), com ocorrência das subclasses A3 e A4, predominando a subclasse A4. Estas classes ocorrem na região do Litoral e no Sertão, notadamente em ambientes por apresentarem solos de potencial pedológico Alto e aptidão climática plena com período chuvoso prolongado. Os ambientes de potencial Médio abrangem 14.027,59 km², representando 24,89% da área total do Estado, com ocorrência das subclasses M1, M2, M5, M6, M7 e M8, com predomínio da subclasse M8. Estas classes ocorrem principalmente na região do Litoral do Estado e na região do Sertão, notadamente em ambientes por apresentarem solos de potencial pedológico Médio, e aptidão climática Plena e Moderada por deficiência.

As áreas de potencial Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 474,72 km², representando 0,84% da área total do Estado, com ocorrência das subclasses B1, B2 e B4 predominando a subclasse B4. Esta classe ocorre em pequenas áreas no Litoral e Brejo por apresentar aptidão climática Moderada por deficiência hídrica e estar localizado em solos com potencial pedológico Baixo para a cultura. As áreas de potencial Muito Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 38.900,86 km², representando 69,01% da área total do Estado, com ocorrência das subclasses MB1, MB2, MB4, MB6, MB7, MB8 e MB9, predominando a subclasse MB9. Estas classes ocorrem principalmente no Planalto da Borborema por apresentarem aptidão climática Inapta.

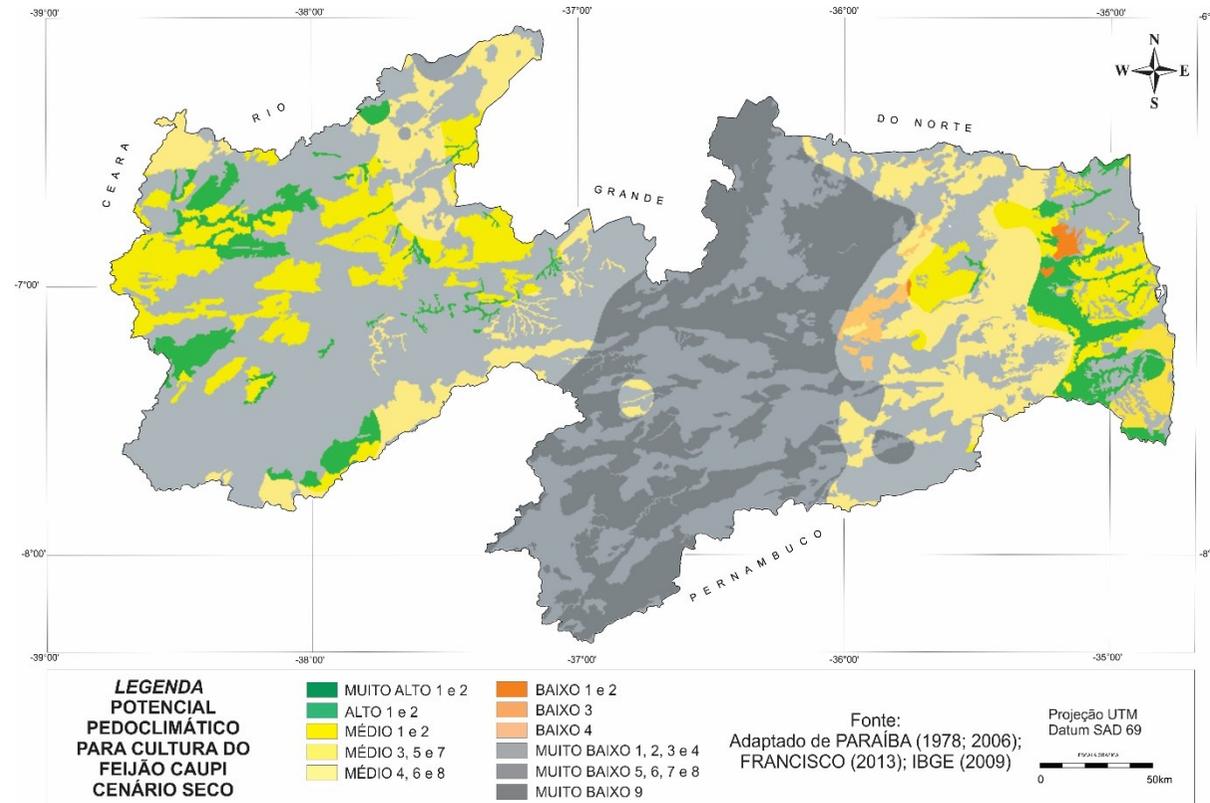


Figura 29. Potencial pedoclimático para cultura do feijão caupi para o cenário seco.

Tabela 19. Classes de aptidão pedoclimática para cultura do feijão caupi

Classe	Subclasse	Cenário					
		Seco	%	Regular	%	Chuvoso	%
Muito Alta	MA1	-	-	-	-	-	-
	MA2	-	-	-	-	-	-
Alta	A3	1.248,56	2,21	164,30	0,29	62,73	0,11
	A4	1.720,27	3,05	3.526,89	6,26	809,67	1,44
Média	M1	2.309,37	4,10	926,44	1,64	546,51	0,97
	M2	3.751,70	6,66	7.753,70	13,75	3.908,62	6,93
	M3	-	-	-	-	-	-
	M4	-	-	-	-	-	-
	M5	459,04	0,81	1.046,69	1,86	4.126,95	7,32
	M6	1.565,12	2,78	458,33	0,81	593,69	1,05
	M7	38,93	0,07	984,64	1,75	7.317,40	12,98
	M8	5.903,44	10,47	3.919,94	6,95	6.160,85	10,93
Baixa	B1	74,06	0,13	54,79	0,10	108,49	0,19
	B2	65,81	0,12	168,79	0,30	182,82	0,32
	B3	-	-	3,94	0,01	141,14	0,25
	B4	334,85	0,59	295,21	0,52	90,29	0,16
Muito Baixa	MB1	4.644,13	8,24	1.350,63	2,40	996,01	1,77
	MB2	6.107,98	10,84	14.326,01	25,41	5.474,31	9,71
	MB3	546,56	0,97	1.563,84	2,77	13.728,73	24,35
	MB4	9.569,40	16,98	5.864,05	10,40	8.364,91	14,84
	MB5	-	-	-	-	-	-
	MB6	665,02	1,18	461,89	0,82	64,41	0,11
	MB7	7.434,53	13,19	5.856,85	10,39	1.507,98	2,68
	MB8	48,02	0,09	-	-	-	-
	MB9	9.885,22	17,54	7.645,05	13,56	2.186,53	3,88
Total		56.372,00	100,00	56.372,00	100,00	56.372,00	100,00

No mapa de potencial pedoclimático para cultura do feijão caupi cenário regular (Figura 30) as áreas da classe Alta abrangem 3.691,20 km², representando 6,55% da área total do Estado (Tabela 19), com ocorrência das subclasses A3 e A4, predominando a subclasse A4. Estas classes ocorrem na região do Litoral e no Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Alto e aptidão climática plena com período chuvoso prolongado. Já os ambientes de potencial Médio abrangem 15.089,74 km², representando 26,77% da área total do Estado, com ocorrência das subclasses M1, M2, M5, M6, M7 e M8, com predomínio da subclasse M2. Estas classes ocorrem principalmente na região do Litoral, Agreste e Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Médio e aptidão climática Plena e Moderada por deficiência.

Como podem ser observadas, as áreas de potencial Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 522,73 km², representando 0,93% da área total do Estado, com ocorrência das subclasses B1, B2 e B4, predominando a subclasse B4. Esta classe ocorre em pequenas áreas no Litoral e Agreste por apresentar aptidão climática Moderada por deficiência hídrica e estar localizado em solos com potencial pedológico Baixo para a cultura. As áreas de potencial Muito Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 37.068,33 km², representando 65,76% da área total do Estado, com ocorrência das subclasses MB1, MB2, MB4, MB6, MB7 e MB9, predominando a subclasse MB2. Estas classes ocorrem principalmente no Planalto da Borborema por apresentarem aptidão climática Inapta.

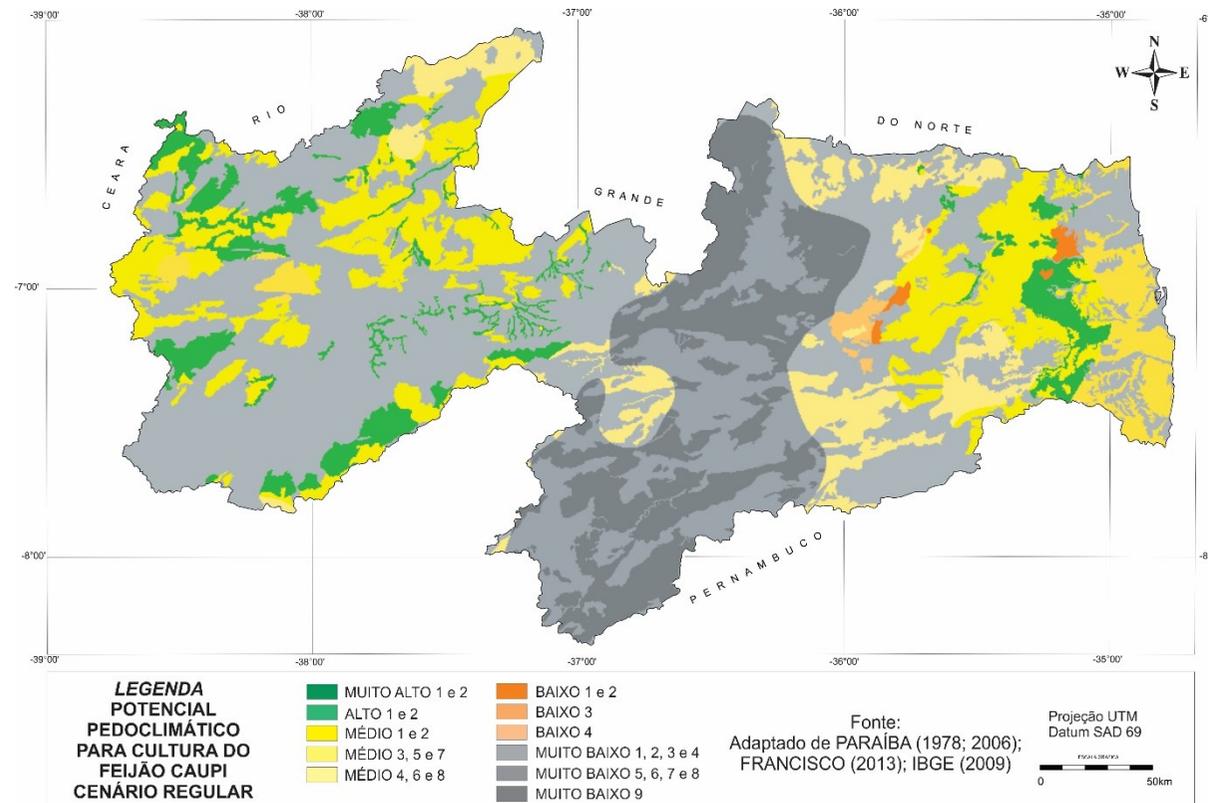


Figura 30. Potencial pedoclimático para cultura do feijão caupi para o cenário regular.

No mapa de potencial pedoclimático para cultura do feijão caupi cenário chuvoso (Figura 31), observa-se que as áreas da classe Alta abrangem 872,40 km², representando 1,55% da área total do Estado (Tabela 19), com ocorrência das subclasses A3 e A4, predominando a subclasse A4. Estas classes ocorrem em pequenas áreas na região do Agreste, Curimataú e no Sertão, notadamente em ambientes por apresentarem solos de potencial pedológico Alto e aptidão climática plena com período chuvoso prolongado. Os ambientes de potencial Médio abrangem 22.654,01 km², representando 40,19% da área total do Estado, com ocorrência das subclasses M1, M2, M5,

M6, M7 e M8, com predomínio da subclasse M7. Estas classes se distribuem notadamente na região do Litoral, Agreste e Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Médio e aptidão climática Plena e Moderada por deficiência.

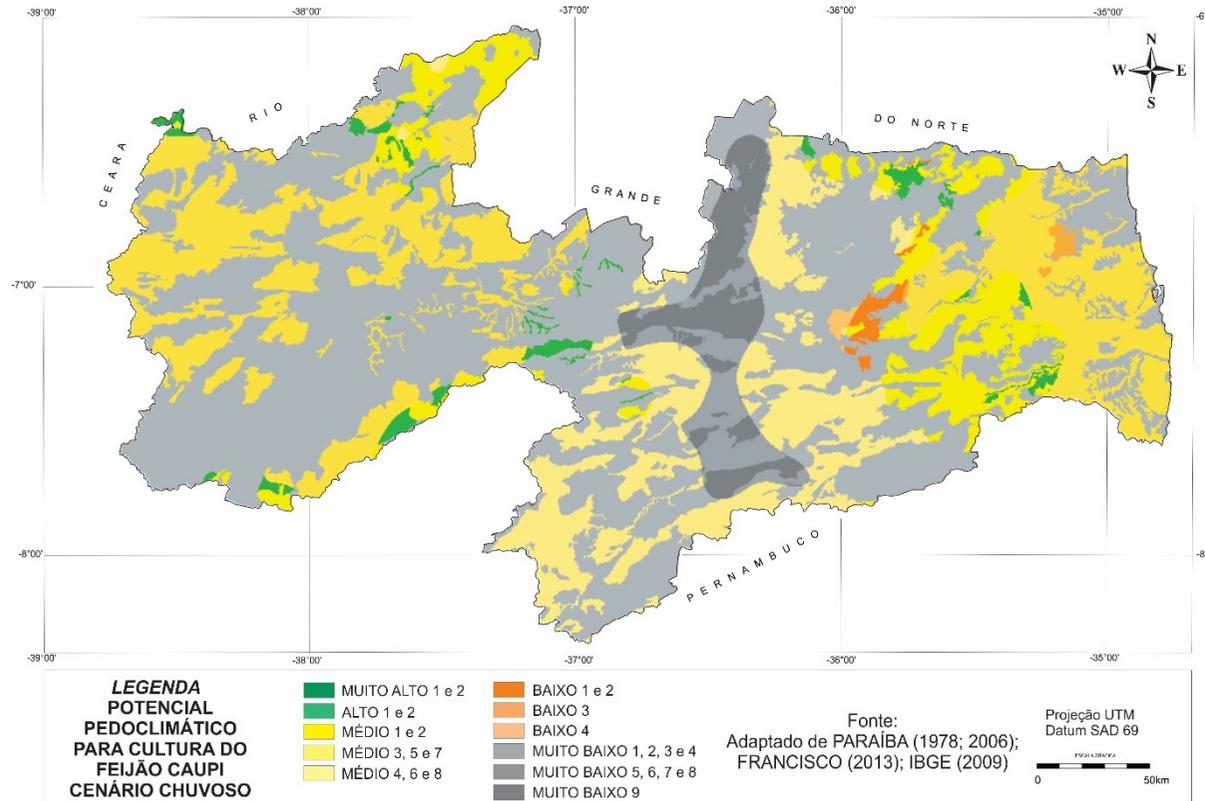


Figura 31. Potencial pedoclimático para cultura do feijão caupi para o cenário chuvoso.

Já as áreas de potencial Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 522,74 km², representando 0,93% da área total do Estado, com ocorrência das subclasses B1, B2, B3 e B4, predominando a subclasse B2. Esta classe ocorre em pequenas áreas no Litoral, Agreste e Brejo por apresentarem aptidão climática Moderada por deficiência hídrica e estarem

localizadas em solos com potencial pedológico Baixo para a cultura. Por fim, as áreas de potencial Muito Baixo contemplam os ambientes enquadrados nesse potencial com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 32.322,85 km², representando 57,34% da área total do Estado, com ocorrência das subclasses MB1, MB2, MB4, MB6, MB7 e MB9, predominando a subclasse MB3. Estas classes ocorrem no Planalto da Borborema por apresentarem aptidão climática Inapta.

Como pode ser observado nos mapas de aptidão pedoclimática deste trabalho (Figuras 29, 30 e 31) e na Tabela 19, as áreas com potencial Alto para cultivo do feijão caupi são relativamente pequenas comparadas ao total da área do Estado da Paraíba.

EMBRAPA (2013), elaborando a aptidão pedoclimática dos feijões caupi para o Estado de Alagoas, observou que a aptidão foi restringida pela limitação de solo e/ou clima e que, desta forma, as áreas com clima favorável ao cultivo, mas com baixo potencial edáfico, teriam a aptidão pedoclimática restrita pelo solo e vice-versa. Resultados similares foram observados neste trabalho, pelas áreas estarem localizadas na região semiárida. Ainda EMBRAPA (2013) observou que áreas com potencial Baixo e Muito Baixo corresponderam a 60% do território de Alagoas e que estavam relacionadas ao ambiente adverso (solo e clima). Resultados similares foram encontrados neste trabalho.

Comparando-se os resultados encontrados neste trabalho com os encontrados por PARAIBA (1978), observa-se que são também similares, diferenciando somente na distribuição entre as classes propostas neste trabalho. EMBRAPA (2013) observou que, no Estado de Alagoas, na região do litoral o excesso de chuvas prejudica ao cultivo do feijão caupi, enquanto na porção oeste ocorre o oposto, a escassez de chuvas e/ou distribuição bastante irregular. Resultado similar ao encontrado neste trabalho, isso devido à distribuição das chuvas na região semiárida.

Cultura do feijão comum

Potencial pedológico

De acordo com o mapa de Potencial pedológico para a cultura do feijão comum (Figura 32), identificaram-se 5.661,87 km² de terras com Potencial Alto, representando 10,04% (Tabela 20) da área total do Estado, distribuídas no Agreste Acatingado, Brejo, Mata e Litoral, Alto Sertão Alto e Baixo Sertão do Piranhas e Cariris de Princesa.

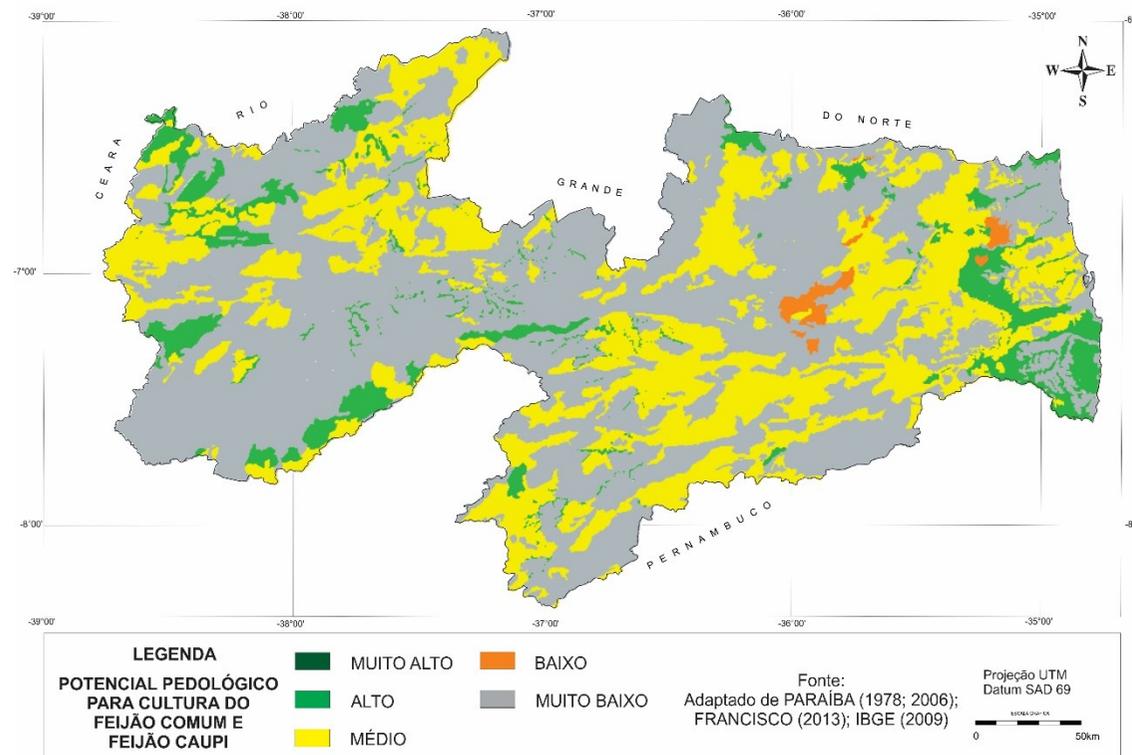


Figura 32. Potencial pedológico do Estado da Paraíba para a cultura do feijão comum.

Tabela 20. Distribuição das classes do potencial pedológico da cultura do feijão comum

Classes do Potencial Pedológico											
Muito Alto		Alto		Médio		Baixo		Muito Baixo		Total	
km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
0,00	0,00	5.661,87	10,04	19.448,72	34,50	523,04	0,93	30.736,00	54,52	56372	100,00

As áreas com Potencial Médio, observadas neste trabalho, perfazem um total de 19.448,72 km², representando 34,5% da área total e estão distribuídas por todo o Estado. Áreas com Potencial Baixo, observadas por este trabalho, perfazem um total de 523,04 km², representando 0,93% da área total do Estado, localizadas na região no Cariri, Agreste e Brejo. As áreas com Potencial Muito Baixo perfazem um total de 30.740,37 km² de terras, correspondendo a 54,53% da área total distribuídas por todo o Estado.

Aptidão climática

No mapa de aptidão climática para cultura do feijão comum para o cenário seco (Figura 33), observa-se que 0,71% da área do Estado (Tabela 21), com 401,09 km², apresenta aptidão climática moderada por excesso hídrico (C3). Estas ocorrem somente em partes do Litoral norte e sul. Em áreas com aptidão plena com período chuvoso prolongado (C2), observa-se que o total é de 2.062,76 km², representando 3,66% de acordo com a Tabela 21. Essas áreas ocorrem em todo o Litoral e em uma pequena região no Sertão do Estado.

Na classe Plena do cenário seco, observa-se uma faixa de área na região do Litoral de norte a sul do Estado, região mais chuvosa, e uma pequena área na região do Brejo, região de mais altitude onde se localiza o município de Areia, com maior índice de pluviosidade; e na região do Sertão, no sentido oeste, observam-se áreas com aptidão plena (C1) que climaticamente foram classificadas como aptas, com 3.022,08 km² representando 5,36% do total.

Para a classe Moderada por deficiência hídrica (C4), com aumento gradativo da escassez hídrica limitando o plantio, com 24.936,04 km² representando 44,24%, observa-se que, para o cenário seco de 25% de probabilidade de ocorrência de chuvas, a área do Estado da

Paraíba se localiza nas bordas orientais e ocidentais do Planalto da Borborema. A classe inapta por deficiência hídrica acentuada (C5) nos anos secos, onde o cultivo torna-se impróprio, devido à acentuada deficiência hídrica, onde praticamente se restringe o cultivo do feijão comum, observam-se 25.950,03 km² representando 46,03% do total. Essas áreas localizam-se na região do Agreste Acatingado, no Planalto da Borborema na região do Cariri/Curimataú; e no Sertão, próximo à divisa com o Rio Grande do Norte.

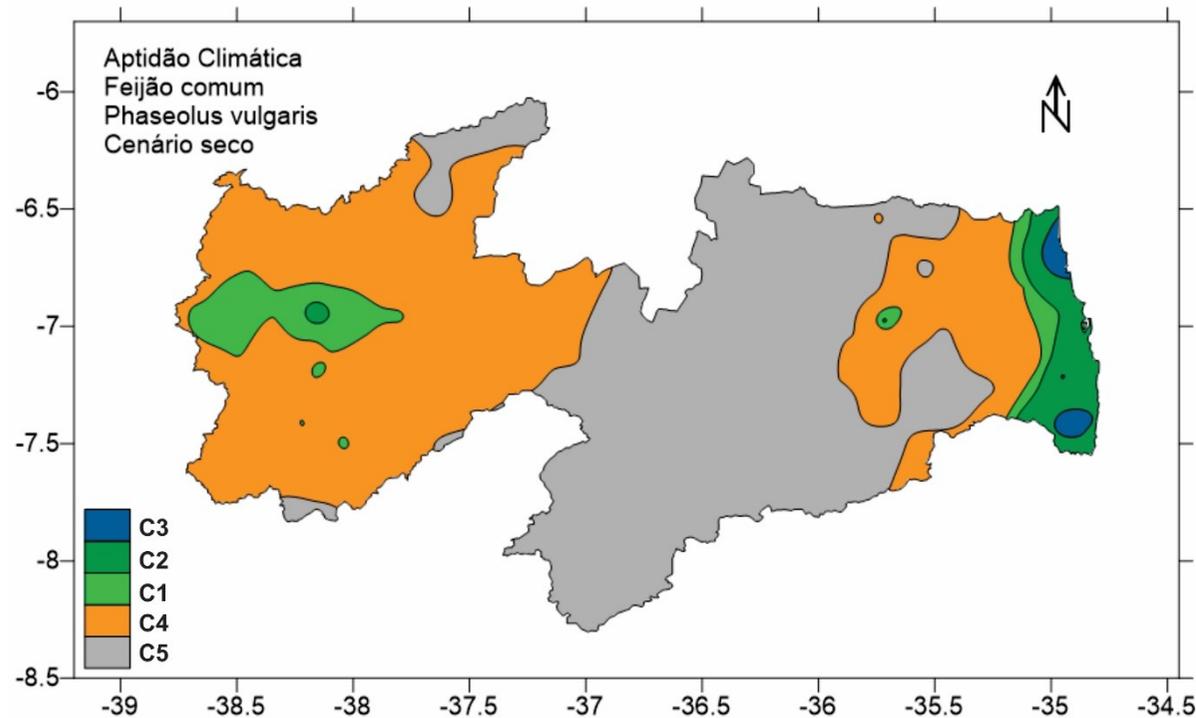


Figura 33. Aptidão climática para cultura do feijão comum para o cenário seco.

Tabela 21. Classes de aptidão climática para cultura do feijão comum nos três cenários pluviométricos

Legenda	Aptidão climática	Cenário pluviométrico					
		Seco		Regular		Chuvoso	
		km ²	%	km ²	%	km ²	%
C1	Plena	3.022,08	5,36	7.314,52	12,97	3.662,48	6,50
C2	Plena com período chuvoso prolongado	2.062,76	3,66	15.804,37	28,03	12.116,21	21,50
C3	Moderada por excesso hídrico	401,09	0,71	2.342,74	4,15	18.320,78	32,50
C4	Moderada por deficiência hídrica	24.936,04	44,24	11.244,88	19,95	5.960,63	10,56
C5	Inapta por deficiência hídrica acentuada	25.950,03	46,03	19.675,49	34,90	16.317,90	28,94

No mapa de aptidão climática para cultura do feijão comum para o cenário regular (Figura 34), observa-se que 4,15% da área do Estado (Tabela 21), com 2.342,74 km², apresentam aptidão climática moderada por excesso hídrico (C3). Estas áreas abrangem toda a faixa litorânea do Estado. Em áreas com aptidão plena com período chuvoso prolongado (C2), observa-se que o total é de 28,03%, representando 15.804,37 km² de acordo com a Tabela 20. Essas áreas estão localizadas no Litoral, no Brejo e em grande parte do Sertão.

Para a classe Plena (C1) do cenário regular, com 7.314,52 km² representando 12,97% do total, observa-se que ocorre na região do Agreste contornando a região dos Brejos, região de maior altitude. A classe Plena ocorre também em quase toda a região do Sertão. Para a classe Moderada por deficiência hídrica (C4), observam-se, para o cenário regular de 50% de probabilidade de ocorrência de chuvas, com aumento gradativo da escassez hídrica limitando o plantio, 11.244,88 km² representando 19,95%. Estas áreas ocorrem nas regiões do Cariri/Curimataú, no Planalto da Borborema, de Monteiro e Sumé, divisa com Pernambuco; ao sul do Estado da Paraíba, chegando ao lado oeste até o Agreste; e ao norte, divisa com o Rio Grande do Norte, próximo ao município de Nova Floresta. A classe Moderada ocorre também em áreas de altitude, divisas com Pernambuco e áreas do final do rio Piranhas, ao norte da divisa com o Rio Grande do Norte.

Observa-se que as áreas inaptas por escassez hídrica (C5) no ano regular, onde o cultivo torna-se impróprio devido à acentuada deficiência hídrica, onde praticamente se restringe o cultivo do feijão comum, são de 34,9% (19.675,49 km²) (Tabela 21). Essas áreas ocorrem principalmente no Planalto da Borborema, região mais seca, nas regiões do Cariri/Curimataú.

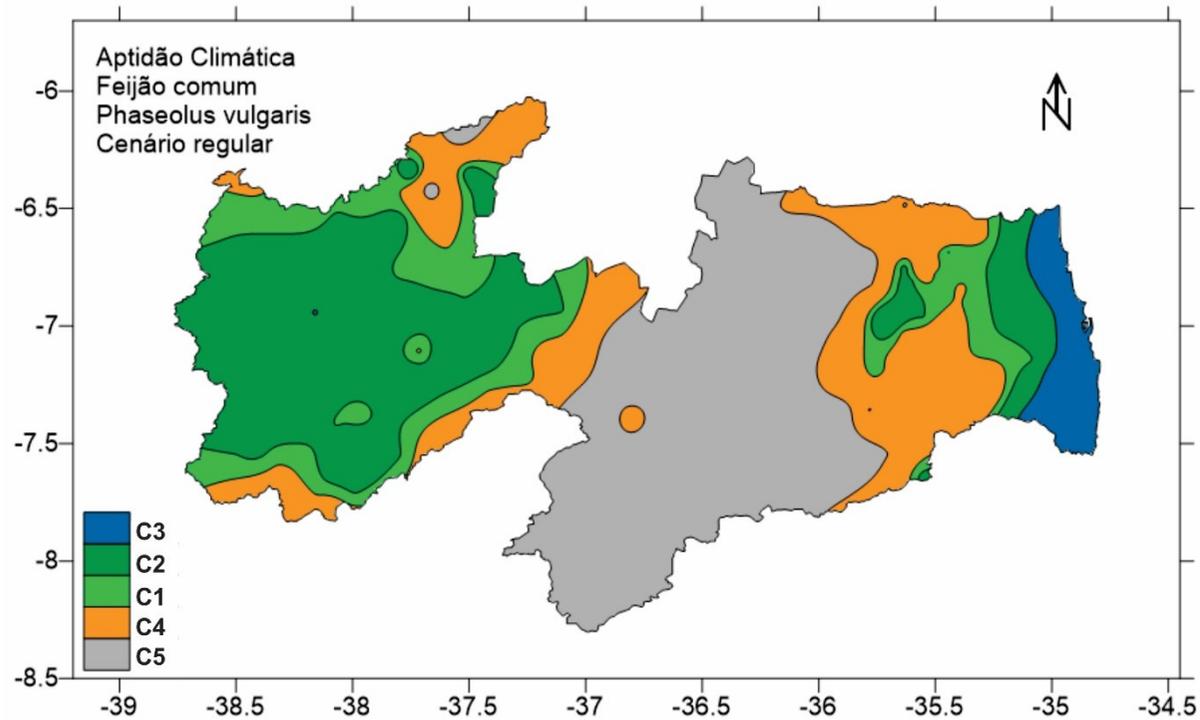


Figura 34. Aptidão climática para cultura do feijão comum para o cenário regular.

No mapa de aptidão climática para cultura do feijão comum para o cenário chuvoso, com probabilidade de chuvas de 75% de ocorrência de chuvas (Figura 35), observa-se que 32,5% da área do Estado (Tabela 22) apresenta aptidão climática moderada por excesso hídrico (C3). Essas áreas localizam-se em toda a faixa litorânea do Estado, na região do Brejo e em boa parte do Sertão paraibano.

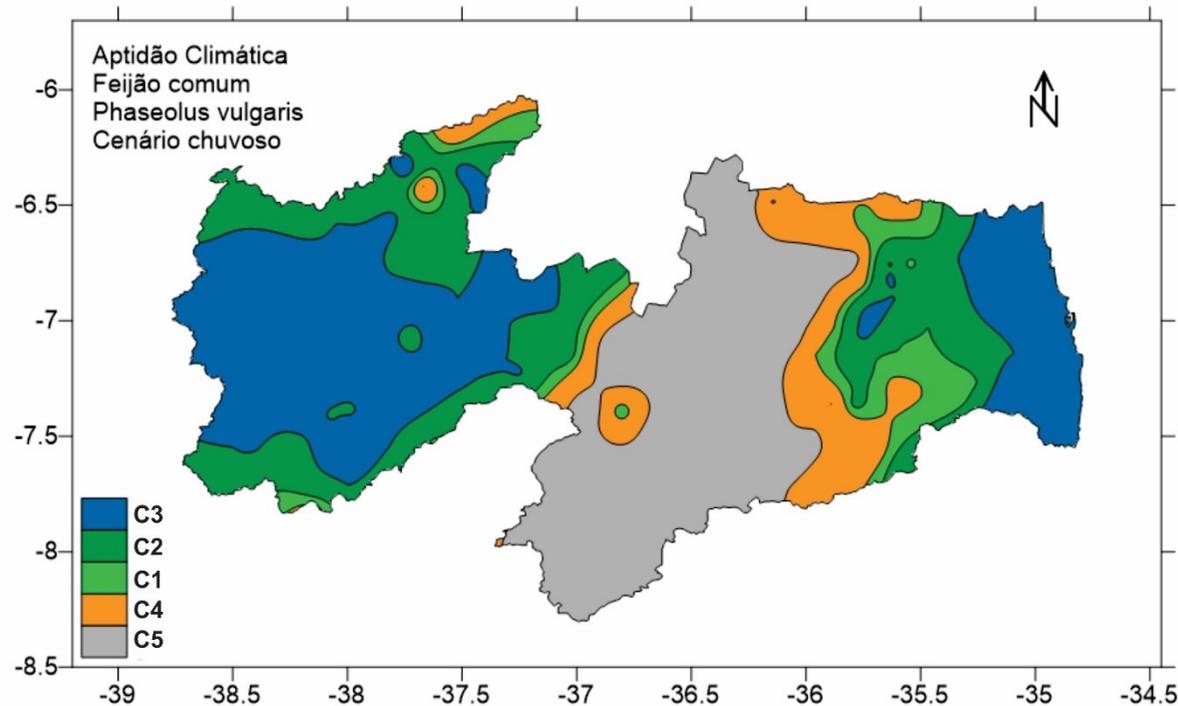


Figura 35. Aptidão climática para cultura do feijão comum para o cenário chuvoso.

As áreas observadas com aptidão plena com período chuvoso prolongado (C2) totalizam 12.116,21 km², representando 21,5% do total. Essas áreas localizam-se na região do Litoral, formando uma faixa de norte ao sul, adentrando na região do Brejo de maior altitude; e no Sertão, em regiões de menores altitudes. Na classe Plena (C1) do cenário chuvoso (Figura 31), observam-se áreas com aptidão plena, que climaticamente foram classificadas como aptas com 3.662,48 km², representando 6,5% do total. Essas áreas são faixas estreitas, de

transição para a classe moderada por deficiência hídrica e que se localizam em regiões onde a altitude e o relevo interferem na distribuição das chuvas. Para a classe Moderada por deficiência hídrica (C4), observa-se que, para o cenário chuvoso, as áreas mapeadas totalizam 5.960,63 km², representando 10,56% do total, e seguem o mesmo padrão de distribuição e ocorrência do cenário regular com um aumento pequeno em suas áreas.

Observa-se que as áreas inaptas por escassez hídrica (C5) no ano chuvoso é de 28,94% (16.317,9 km²) (Tabela 21), onde o cultivo torna-se impróprio devido à acentuada deficiência hídrica, e praticamente se restringe o cultivo do feijão comum. Essas áreas ocorrem no Planalto da Borborema, região mais seca, de clima do tipo Bsh.

Potencial pedoclimático

No mapa de potencial pedoclimático para cultura do feijão comum cenário seco (Figura 36), as áreas da classe Alta abrangem 1.080,4 km², representando 1,92% da área total do Estado (Tabela 22), com ocorrência das subclasses A3 e A4, predominando a subclasse A4. Essas classes ocorrem na região do Litoral e do Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Alto e aptidão climática plena com período chuvoso prolongado. Os ambientes de potencial Médio abrangem 12.701,82 km², representando 22,53% da área total, com ocorrência das subclasses M1, M2, M5, M6, M7 e M8, com predomínio da subclasse M8. Essas classes ocorrem principalmente na região do Litoral do Estado e na região do Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Médio e aptidão climática Plena e Moderada por deficiência.

As áreas de potencial Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 214,35 km², representando 0,38% da área total, com ocorrência das subclasses B1 e B4, predominando a subclasse B4. Essa classe ocorre em pequenas áreas no Litoral e Brejo por apresentarem aptidão climática Moderada por deficiência hídrica e estarem localizadas em solos com potencial pedológico Baixo para a cultura. As áreas de potencial Muito Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 42.375,43 km², representando 75,17% da área, com ocorrência das subclasses MB1, MB2, MB4, MB6, MB7, MB8 e MB9, predominando a subclasse MB9. Estas classes ocorrem principalmente no Planalto da Borborema por apresentar aptidão climática Inapta.

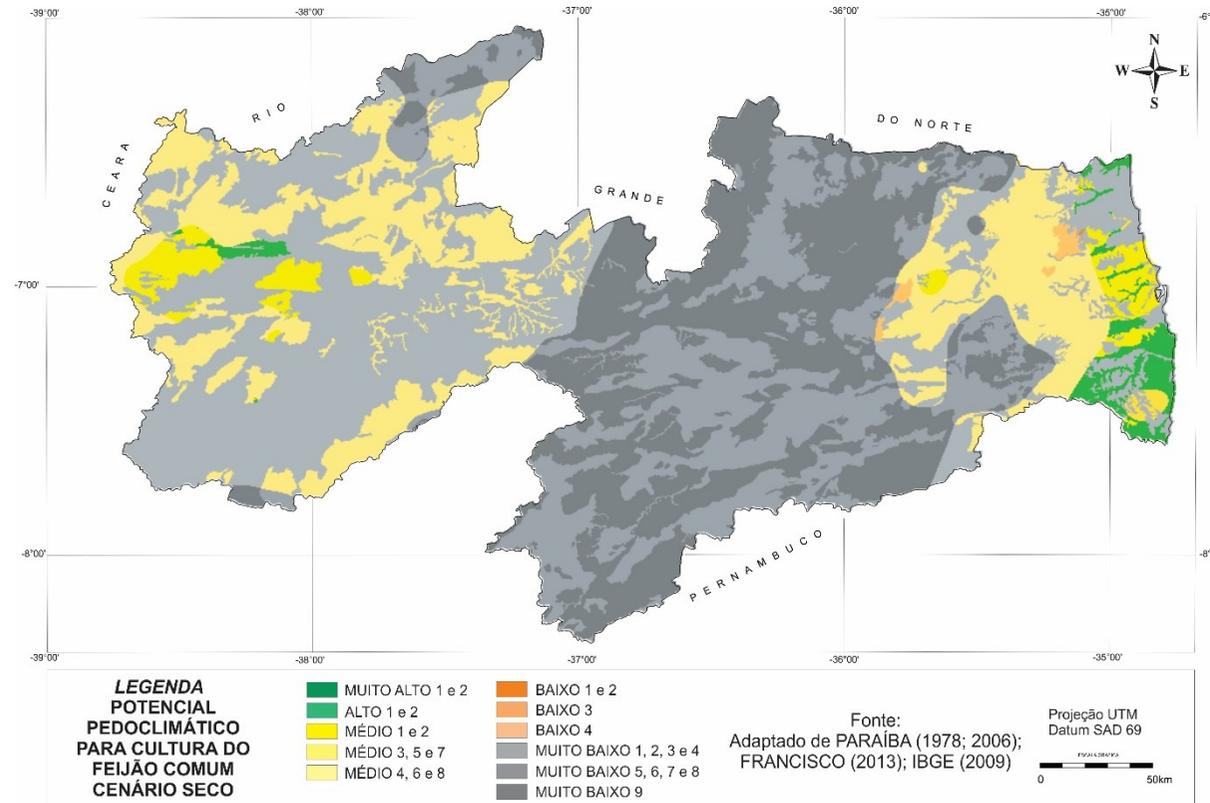


Figura 36. Potencial pedoclimático para cultura do feijão comum para o cenário seco.

Tabela 22. Classes de aptidão pedoclimática para cultura do feijão comum

Classe	Subclasse	Cenário					
		Seco	%	Regular	%	Chuvoso	%
Muito Alta	MA1	-	-	-	-	-	-
	MA2	-	-	-	-	-	-
Alta	A3	324,80	0,58	1.294,71	2,30	170,69	0,30
	A4	755,60	1,34	1.950,14	3,46	1.784,58	3,17
Média	M1	1.268,71	2,25	2.427,81	4,31	1.564,16	2,77
	M2	452,68	0,80	4.485,22	7,96	4.165,72	7,39
	M3	-	-	-	-	-	-
	M4	-	-	-	-	-	-
	M5	130,74	0,23	874,09	1,55	2.896,48	5,14
	M6	3.415,36	6,06	846,63	1,50	247,54	0,44
	M7	-	-	412,06	0,73	4.893,24	8,68
	M8	7.434,34	13,19	4.132,50	7,33	2.081,40	3,69
Baixa	B1	3,38	0,01	28,74	0,05	95,31	0,17
	B2	-	-	118,69	0,21	53,59	0,10
	B3	-	-	-	-	123,11	0,22
	B4	210,97	0,37	281,77	0,50	216,25	0,38
Muito Baixa	MB1	1.424,71	2,53	3.560,33	6,32	1.829,76	3,25
	MB2	851,69	1,51	9.245,84	16,40	6.101,50	10,82
	MB3	270,25	0,48	1.053,89	1,87	10.434,44	18,51
	MB4	13.882,03	24,63	5.981,67	10,61	3.412,27	6,05
	MB5	-	-	-	-	-	-
	MB6	1.031,60	1,83	692,54	1,23	558,65	0,99
	MB7	10.285,40	18,25	7.983,33	14,16	6.737,15	11,95
	MB8	308,39	0,55	93,54	0,17	34,48	0,06
	MB9	14.321,35	25,41	10.908,50	19,35	8.971,69	15,92
Total		56.372,00	100,00	56.372,00	100,00	56.372,00	100,00

No mapa de potencial pedoclimático para cultura do feijão comum cenário regular (Figura 37), as áreas da classe Alta abrangem 3.244,86 km², representando 5,76% da área total (Tabela 22), com ocorrência das subclasses A3 e A4, predominando a subclasse A4. Essas classes ocorrem na região do Litoral e do Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Alto e aptidão climática plena com período chuvoso prolongado. Já os ambientes de potencial Médio abrangem 13.178,31 km², representando 23,38% da área, com ocorrência das subclasses M1, M2, M5, M6, M7 e M8, com predomínio da subclasse M2. Essas classes ocorrem principalmente na região do Litoral, do Agreste e do Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Médio e aptidão climática Plena e Moderada por deficiência.

Como pode ser observado, as áreas de potencial Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 429,20 km², representando 0,76% da área total (Tabela 22), com ocorrência das subclasses B1, B2 e B4 predominando a subclasse B4. Essa classe ocorre em pequenas áreas no Litoral e Agreste por apresentarem aptidão climática Moderada por deficiência hídrica e estarem localizadas em solos com potencial pedológico Baixo para a cultura. As áreas de potencial Muito Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 39.519,63 km², representando 70,11% da área total, com ocorrência das subclasses MB1, MB2, MB4, MB6, MB7 e MB9, predominando a subclasse MB9. Essas classes ocorrem principalmente no Planalto da Borborema por apresentarem aptidão climática Inapta.

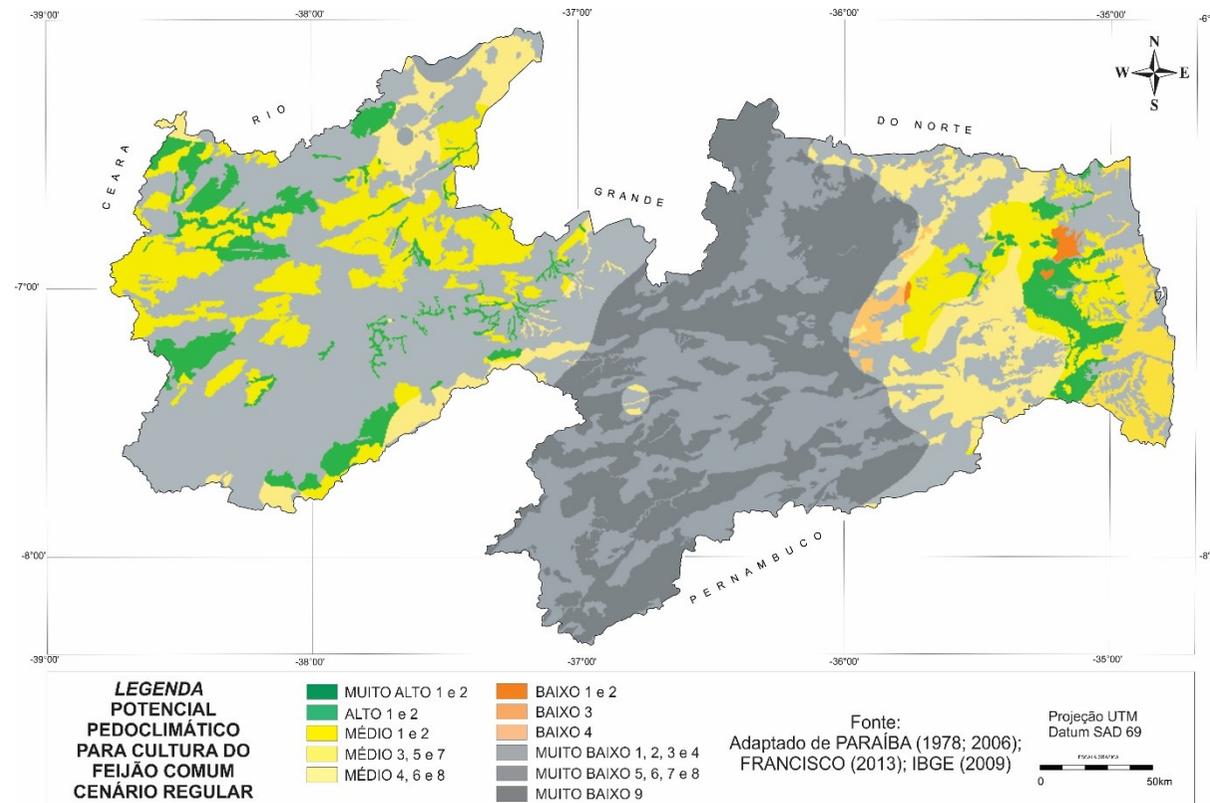


Figura 37. Potencial pedoclimático para cultura do feijão comum para o cenário regular.

No mapa de potencial pedoclimático para cultura do feijão comum cenário chuvoso (Figura 38), observa-se que as áreas da classe Alta abrangem 1.955,27 km², representando 3,47% da área total (Tabela 22), com ocorrência das subclasses A3 e A4, predominando a subclasse A4. Essas classes ocorrem em pequenas áreas na região do Agreste, Curimataú e no Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Alto e aptidão climática plena com período chuvoso prolongado. Os ambientes de potencial Médio abrangem 15.848,54 km², representando 28,11% da área, com ocorrência das subclasses M1, M2, M5, M6, M7 e M8, com predomínio

da subclasse M7. Essas classes se distribuem na região do Litoral, do Agreste e do Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Médio e aptidão climática Plena e Moderada por deficiência.

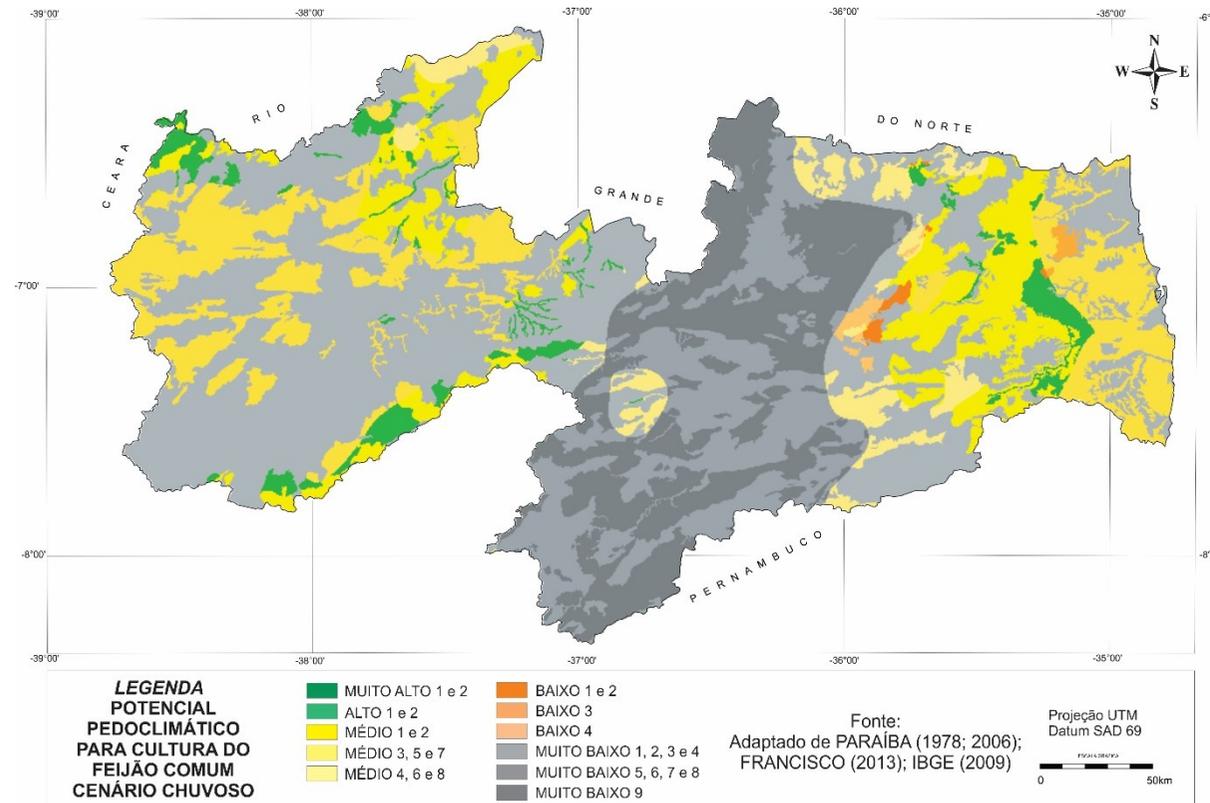


Figura 38. Potencial pedoclimático para cultura do feijão comum para o cenário chuvoso

Já as áreas de potencial Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 488,26 km², representando 0,87% da área total, com ocorrência das subclasses B1, B2, B3 e B4, predominando a subclasse B4. Essa classe ocorre em pequenas áreas no Litoral, no Agreste e no Brejo por apresentarem aptidão climática Moderada por deficiência hídrica e estarem localizadas em solos com potencial pedológico Baixo para a cultura. Por fim, as áreas de potencial Muito Baixo contemplam os ambientes enquadrados nesse potencial com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 39.079,93 km², representando 67,55% da área total, com ocorrência das subclasses MB1, MB2, MB3, MB4, MB6, MB7, MB8 e MB9, predominando a subclasse MB3. Essas classes ocorrem no Planalto da Borborema por apresentar aptidão climática Inapta.

Pode ser observado nos mapas de aptidão pedoclimática que as áreas com potencial Alto são relativamente pequenas se comparadas ao total da área do Estado da Paraíba. EMBRAPA (2013). Elaborada a aptidão pedoclimática do feijão comum para o Estado de Alagoas, observou-se que a aptidão foi restringida pela limitação de solo e/ou clima e que, desta forma, as áreas com clima favorável ao cultivo, mas com baixo potencial edáfico, teriam a aptidão pedoclimática restrita pelo solo e vice-versa. Resultados similares foram observados neste trabalho, pelas áreas estarem localizadas na região semiárida.

EMBRAPA (2013), em seus resultados, observou que áreas com potencial Baixo e Muito Baixo corresponderam a 60% do território de Alagoas, e que estavam relacionadas ao ambiente adverso (solo e clima), portanto, observam-se resultados similares neste trabalho. Observa-se que a distribuição dos resultados entre as classes é proporcional à encontrada por PARAIBA (1978).

Cultura da mamona

Potencial pedológico

Pelos resultados obtidos, observa-se no mapa de Potencial pedológico para a cultura da mamona que não se identificaram terras com Potencial Muito Alto (Figura 39).

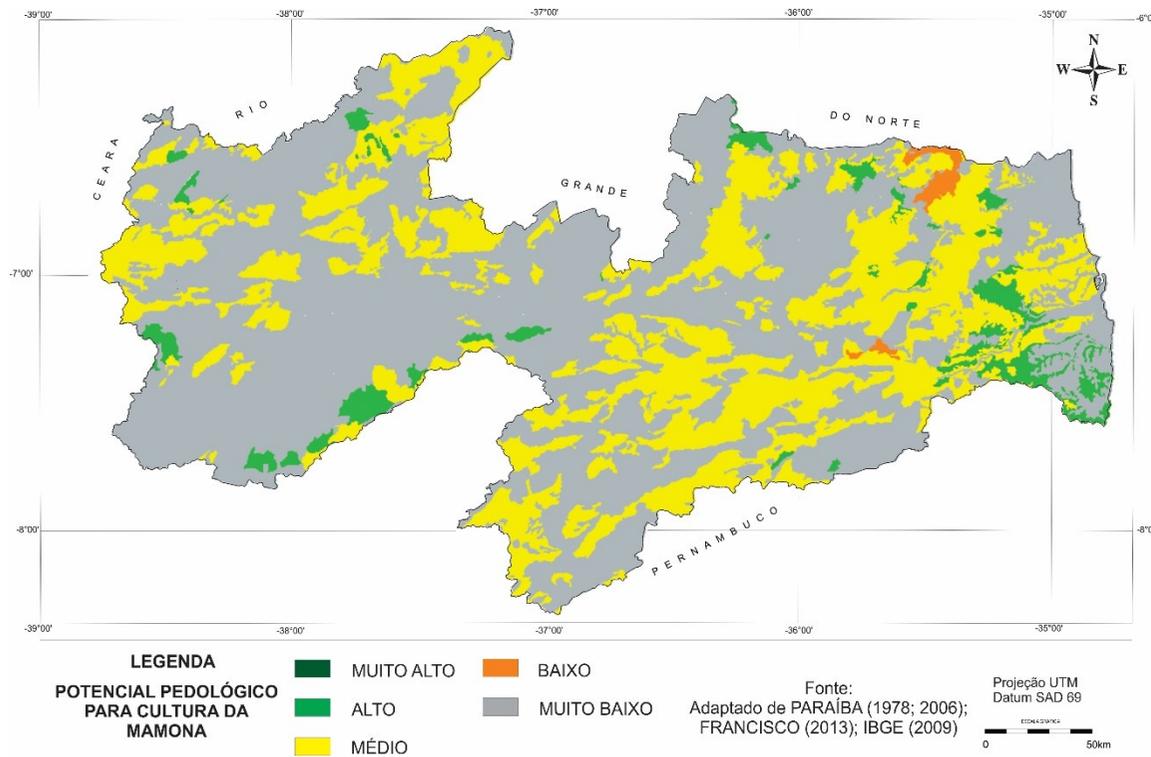


Figura 39. Potencial pedológico do Estado da Paraíba para a cultura da mamona.

De acordo com o mapa de Potencial pedológico para a cultura da mamona, identificaram-se 2.805,45 km² de terras com Potencial Alto, representando 4,98% (Tabela 23) da área total do Estado, distribuídas no Litoral e no Agreste ao sul do Estado, na divisa com Pernambuco; na área norte do Curimataú, próximo à divisa com o Rio Grande do Norte; e no Alto Sertão e na região oeste do Sertão, na divisa com o Ceará.

Tabela 23. Distribuição das classes do potencial pedológico da cultura da mamona

Classes do Potencial Pedológico											
Muito Alto		Alto		Médio		Baixo		Muito Baixo		Total	
km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%
0,00	0,00	2.805,45	4,98	19.675,69	34,90	328,09	0,58	33.562,77	59,54	56372,00	100,00

Observa-se, neste trabalho, que as áreas com Potencial Médio perfazem um total de 19.675,69 km², representando 34,9% da área total e estão distribuídas por todo o Estado. Áreas com Potencial Baixo, observadas por este trabalho, perfazem um total de 328,09 km², representando 0,58% da área total do Estado, localizadas na região do Agreste ao Norte. As áreas com Potencial Muito Baixo perfazem um total de 33.562,77 km² de terras, correspondendo a 59,54% da área total, distribuídas por todo o Estado.

Aptidão climática

Neste zoneamento da aptidão climática da mamona, contemplam-se três cenários pluviométricos: os anos secos, regulares e chuvosos, e, no entanto, a mamona por se tratar de uma cultura de ciclo vegetativo longo, foi considerado apenas o mapa de aptidão climática para anos regulares de conformidade com EMBRAPA (2012). No mapa de aptidão climática para a cultura da mamona (Figura 40), cenário regular com 50% de probabilidade, observa-se o predomínio da classe de aptidão Inapta por deficiência hídrica acentuada (C5) em 51,79% da área, representando 29.192,17 km², (Tabela 24) abrangendo parte da região do Agreste, Cariri e Curimataú, e parte do Sertão.

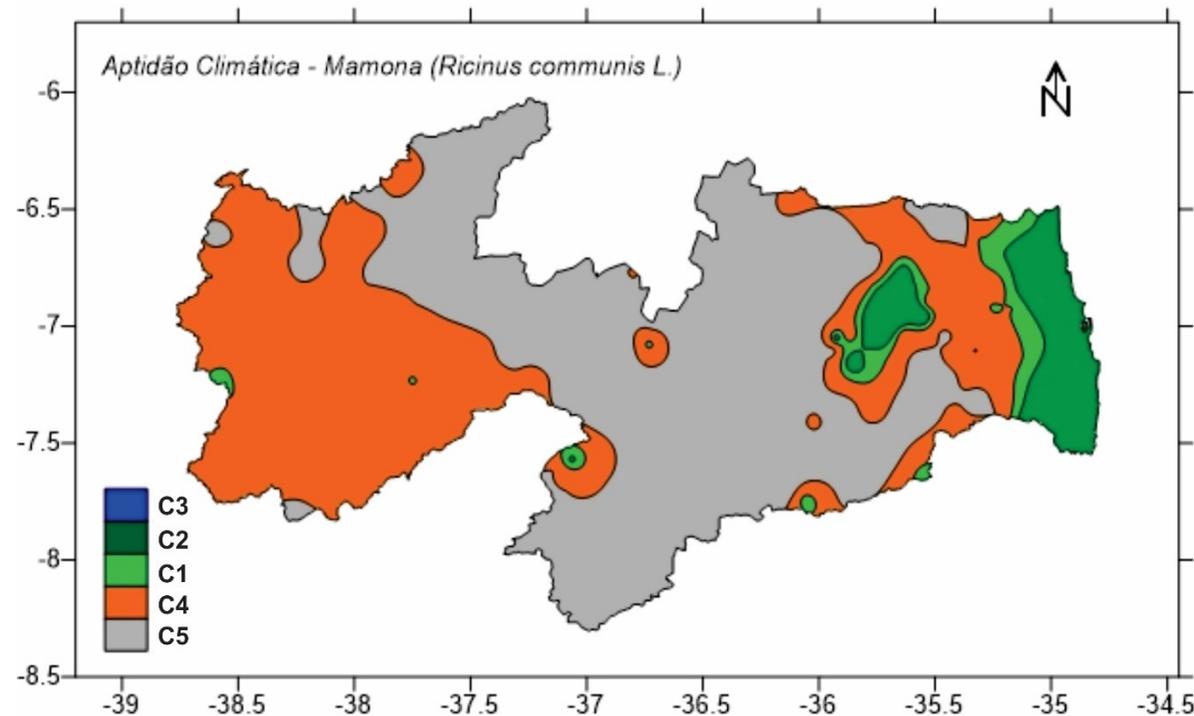


Figura 40. Aptidão climática para cultura da mamona.

Tabela 24. Classes de aptidão climática para cultura da mamona

Legenda	Aptidão climática	Cenário pluviométrico regular	
		km ²	%
C1	Plena	1.851,01	3,28
C2	Plena com período chuvoso prolongado	3.734,04	6,62
C3	Moderada por excesso hídrico	0,00	0,00
C4	Moderada por deficiência hídrica	21.594,78	38,31
C5	Inapta por deficiência hídrica acentuada	29.192,17	51,79

Observa-se que a classe de aptidão Moderada por deficiência hídrica (C4) ocorre em 38,31%, ocupando 21.594,78 km² da área do Estado (Tabela 24). Essas áreas ocorrem na região do Sertão do Estado, com altitude entre 300m e 400m; e em parte do Agreste e Brejo, com maiores altitudes entre 300m e 600m. No mapa de aptidão climática para a cultura da mamona (Figura 40), observa-se que não se apresenta área mapeada para a aptidão climática Moderada por excesso hídrico (C3).

Observa-se que a classe de aptidão climática Plena com período chuvoso prolongado (C2), com 3.734,04 km² representando 6,62% da área total, ocorre em toda a faixa litorânea de altitudes baixas e em parte da região do Brejo, no município de Areia, contemplando o município de Campina Grande, região do Agreste, entre as altitudes de 500m a 600 m. A classe de aptidão Plena (C1), com 1.851,01 km² representando 3,28% da área total, ocorre nas regiões do Agreste e Brejo, circundando os municípios de Campina Grande e Areia; e numa faixa estreita próximo ao Litoral entre as classes C2 e C4.

Potencial pedoclimático

No mapa de potencial pedoclimático da cultura da mamona (Figura 41), observa-se que o potencial Muito Alto não está representado no mapeamento. As áreas de potencial pedoclimático Alto abrangem 775,34 km², representando 1,37% da área total (Tabela 25), com ocorrência das subclasses A3 e A4, predominando a subclasse A4. Essas classes ocorrem principalmente na região do Litoral sul e em pequenas áreas na região do Brejo, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Alto e aptidão climática plena com período chuvoso prolongado. EMBRAPA (2013) encontrou resultados similares a este trabalho em áreas relativamente pequenas e em manchas dispersas. Francisco *et al.* (2013), elaborando a aptidão pedoclimática para a cultura da mamona, identificaram 2.842,33 km² de terras com Aptidão Plena, classe correspondente a este estudo, representando 5,06% da área total, distribuídas no Agreste Acatingado, Mata e Litoral, Sertão Alto e Brejo.

Os ambientes de potencial Médio abrangem 9.545,31 km², representando 16,93% da área total, com ocorrência das subclasses M1, M2, M6 e M8, com predomínio da subclasse M8. Essas classes ocorrem distribuídas na região do Agreste. Brejo e Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Médio e aptidão climática Plena e Moderada por deficiência. Francisco *et al.* (2013) observaram que as áreas de Aptidão Moderada perfizeram um total de 19.419,37 km², representando 34,57% da área total. As áreas Inaptas perfizeram um total de 33.481,90 km², correspondendo a 59,62% da área total.

As áreas de potencial Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 148,90 km², representando 0,26% da área total, com ocorrência somente da subclasse B4. As áreas de potencial Muito Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 45.902,45 km², representando 81,43% da área total, com ocorrência das subclasses MB1, MB2, MB4, MB6, MB7, MB8 e MB9, predominando a subclasse MB9. Essas classes ocorrem em quase todo o Estado por apresentarem aptidão climática Inapta.

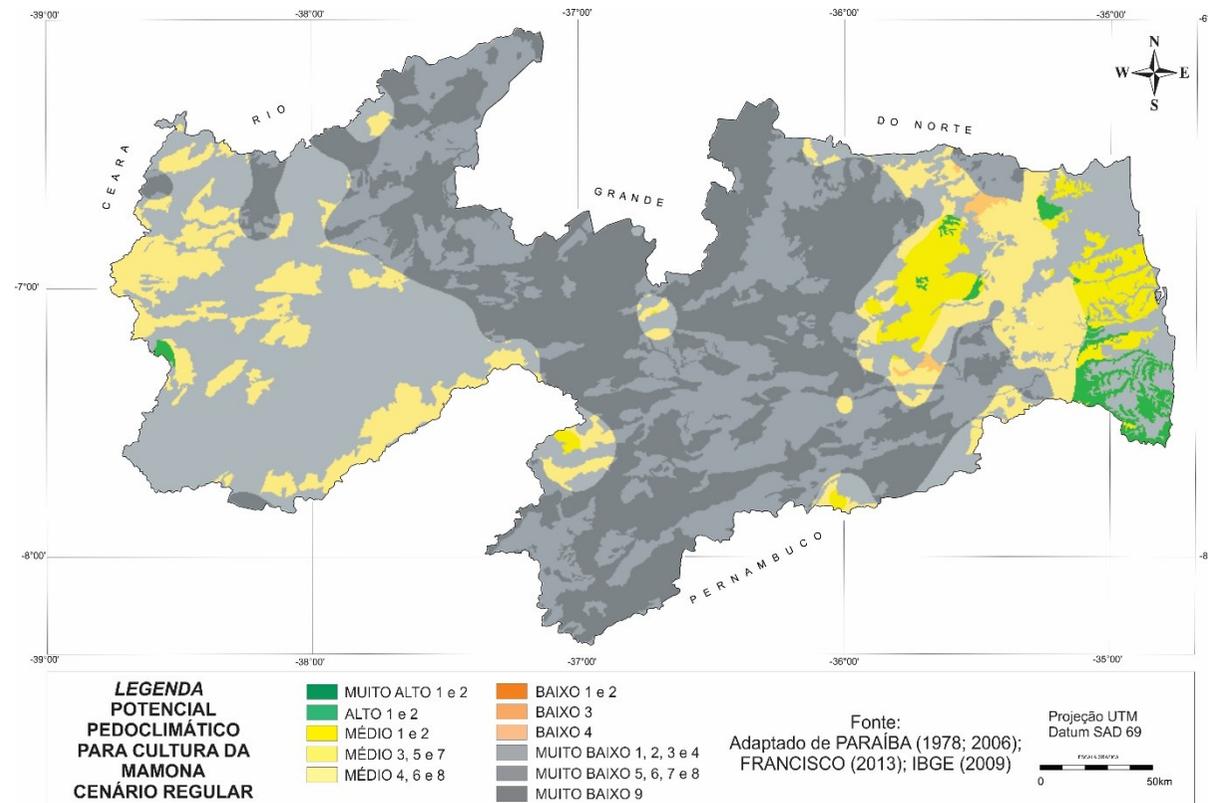


Figura 41. Potencial pedoclimático para cultura da mamona para o cenário regular.

Francisco *et al.* (2013), observaram que as maiores limitações ocorridas são devidas aos solos predominantes: Luvisolo Hipocrômico Órtico, Planossolo Nátrico, Neossolo Litólico Eutrófico e Afloramentos de Rochas, que resumem limitações muito fortes, principalmente devido à escassez de água nestas regiões, além da pequena profundidade dos solos, presença de pedregosidade e rochiosidade, características estas que tornam difícil qualquer possibilidade de utilização agrícola ou pecuária. Resultados similares foram encontrados neste trabalho.

Tabela 25. Classes de aptidão pedoclimática para cultura da mamona

Classe	Subclasse	Cenário Regular	%
Muito Alta	MA1	0,00	0,00
	MA2	0,00	0,00
Alta	A3	271,74	0,48
	A4	503,61	0,89
Média	M1	819,23	1,45
	M2	1309,81	2,32
	M3	0,00	0,00
	M4	0,00	0,00
	M5	0,00	0,00
	M6	1584,50	2,81
	M7	0,00	0,00
	M8	5831,77	10,35
Baixa	B1	0,00	0,00
	B2	0,00	0,00
	B3	0,00	0,00
	B4	148,90	0,26
Muito Baixa	MB1	759,36	1,35
	MB2	1917,81	3,40
	MB3	0,00	0,00
	MB4	14015,55	24,86
	MB5	0,00	0,00
	MB6	444,74	0,79
	MB7	11706,04	20,77
	MB8	178,38	0,32
	MB9	16880,59	29,94
Total		56372,00	100,00

EMBRAPA (2015), elaborando o potencial pedoclimático de Alagoas, observou resultados similares encontrados neste trabalho, relatando que esses ambientes com potencial Baixo e Muito Baixo têm predomínio de solos rasos e pouco profundos, além de outros com caráter sódico/solódico ou sálico/salino; e solos associados ao relevo movimentado e ao clima semiárido acentuado do Sertão do Estado.

Devido ao maior número de anos de dados pluviométricos, em relação ao trabalho elaborado por PARAIBA (1978) na aptidão pedoclimática; e às pesquisas elaboradas por diversos autores, como EMBRAPA (2013), em relação às necessidades hídricas da cultura da mamona, este trabalho demonstra diferenças geoespacializadas e em totais de áreas mapeadas, isso também devido à metodologia no uso dos limites das classes.

Cultura da mandioca

Potencial pedológico

Observa-se no mapa de potencial pedológico para a cultura da mandioca que não se identificaram terras com potencial Muito Alto (Figura 42).

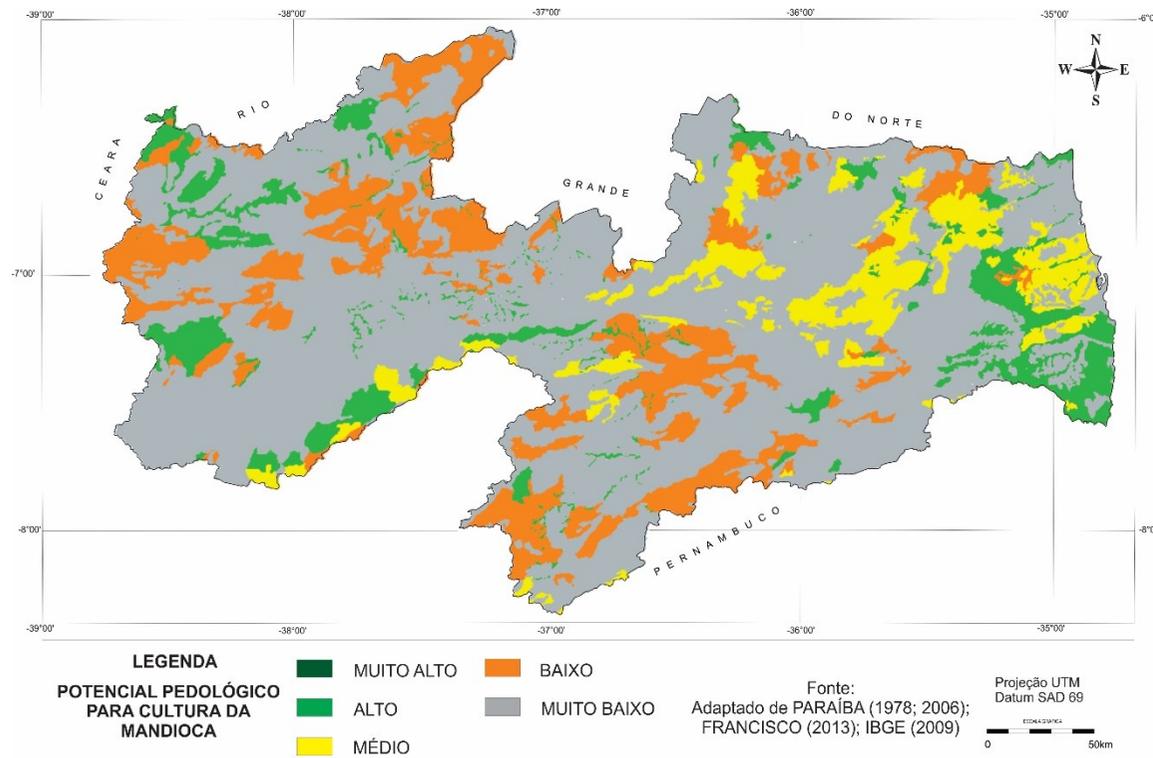


Figura 42. Potencial pedológico do Estado da Paraíba para a cultura da mandioca.

De acordo com o mapa de potencial pedológico para a cultura da mandioca, identificaram-se 6.331,06 km² de terras com Potencial Alto, representando 11,23% (Tabela 26) da área total do Estado, distribuídas na região do Litoral e do Agreste ao sul do Estado, no Planalto da Borborema, na região do Alto Sertão e no Sertão.

Tabela 26. Distribuição das classes do potencial pedológico da cultura da mandioca

Classes do Potencial Pedológico											
Muito Alto		Alto		Médio		Baixo		Muito Baixo		Total	
km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
0,00	0,00	6.331,06	11,23	5.136,85	9,11	10.597,28	18,80	34.306,81	60,86	56.372,00	100,00

Observa-se por este trabalho que as áreas com Potencial Médio perfazem um total de 5.136,85 km², representando 9,11% da área total e estão distribuídas por todo o Estado. Áreas com Potencial Baixo perfazem um total de 10.597,28 km², representando 18,80% da área do Estado. As áreas com Potencial Muito Baixo perfazem um total de 34.306,81 km² de terras, correspondendo a 60,86% da área total distribuídas por todo o Estado.

Aptidão climática

Na classe de aptidão climática Plena (C1) (Figura 43), observa-se que 17.255,18 km², representando 30,6% da área total do Estado (Tabela 27), ocorrem na região do Agreste, Agreste Acatingado e na região do Brejo; e em áreas próximas a divisa ao sul com o Estado de Pernambuco; e ao norte com o Rio Grande do Norte. Na região do Sertão, ocorre em uma maior área voltada ao sul e voltando a ocorrer em uma menor área na divisa potiguar. Essas áreas surgem como climaticamente propícias ao desenvolvimento da cultura e passam a constituir a região do Estado com maior potencial à produção da mandioca.

Tabela 27. Classes de aptidão climática para a cultura da mandioca

Legenda	Aptidão climática	Cenário pluviométrico	
		km ²	%
C1	Plena	17.255,18	30,60
C2	Plena com período chuvoso prolongado	4.362,12	7,74
C3	Moderada por excesso hídrico	0,00	0,00
C4	Moderada por deficiência hídrica	10.417,48	18,48
C5	Inapta por deficiência hídrica acentuada	24.337,22	43,18

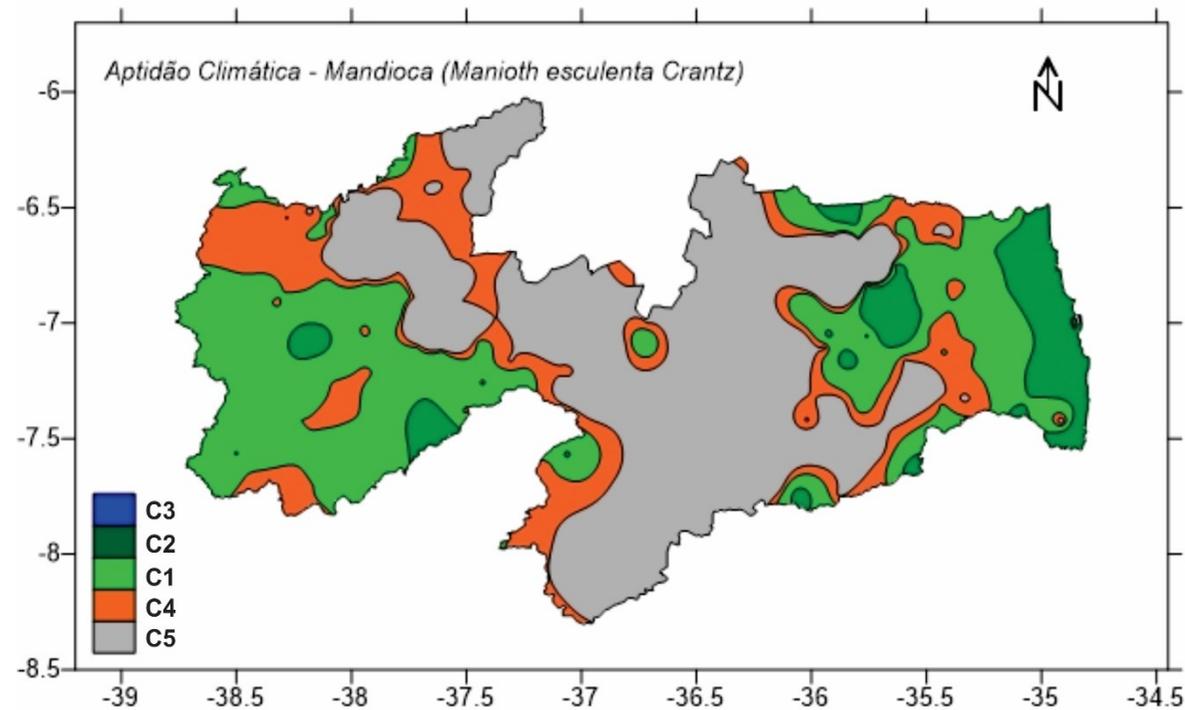


Figura 43. Aptidão climática para cultura da mandioca.

No mapa de aptidão climática para a cultura da mandioca, observa-se que 7,74% da área do Estado, com 4.362,12 km² (Tabela 27), apresentam aptidão climática plena com período chuvoso prolongado (C2). Essas áreas ocorrem entre o litoral norte e sul do Estado, ocorrendo também na região do município de Areia; ao norte, próximo a Araruna, divisa com o Rio Grande do Norte; e ao sul, divisa com Pernambuco, na região do município de Natuba e Alcantil. No Sertão, ocorre entre os municípios de Imaculada e Água Branca.

Observa-se que, para o Estado da Paraíba, não foram mapeadas áreas com aptidão climática da classe Moderada por excesso hídrico (C3). Para a classe de aptidão climática Moderada por deficiência hídrica (C4), observa-se que, com o aumento gradativo da escassez hídrica, limitando o plantio, ocorre na região do Agreste em uma faixa estreita entre a classe Plena e a Inapta, ocorrendo também entre o Planalto da Borborema, próximo ao município de Sumé, e o Sertão Paraibano; ao norte, entre São Jose de Espinharas, Catolé do Rocha e São João do Rio do Peixe; e ao sul, em pequena área localizada no município de Santana de Mangueira, com 10.417,47 km², representando 18,48% do total.

A classe de aptidão climática Inapta por deficiência hídrica acentuada (C5), com 24.337,22 km² representando 43,17% do total, onde restringe o cultivo da mandioca, se apresenta na região semiárida do Estado ocorrendo nas regiões do Cariri e Curimataú, abrangendo o Planalto da Borborema; e na região do Sertão ao norte, entre os municípios de Condado, Pombal e Santa Cruz.

Potencial pedoclimático

No mapa de potencial pedoclimático da cultura da mandioca (Figura 44), observa-se que o potencial Muito Alto não está representado no mapeamento. Luz *et al.* (2011), elaborando a aptidão pedoclimática para a cultura da mandioca no Estado de Alagoas, constataram que não houve resultados mapeados desta mesma classe de potencial pedológico para a cultura.

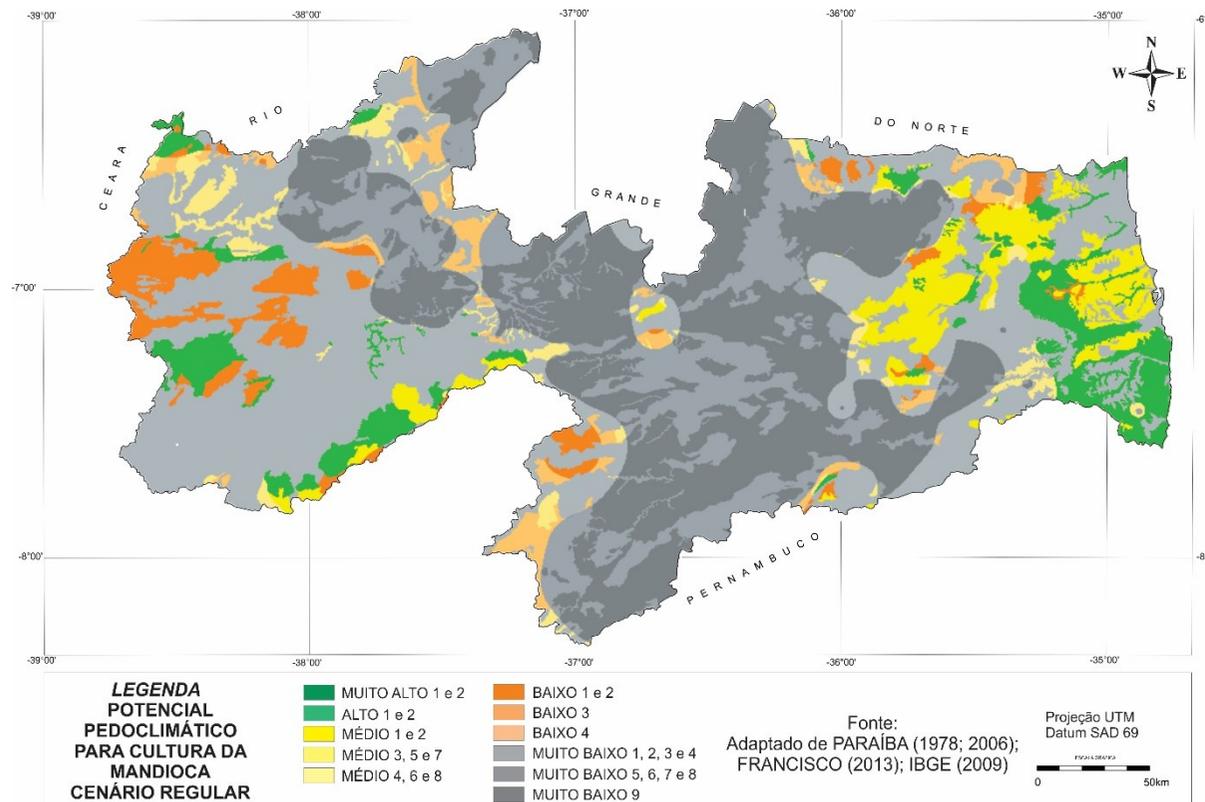


Figura 44. Potencial pedoclimático para cultura da mandioca para o cenário regular.

Tabela 28. Classes de aptidão pedoclimática para a cultura da mandioca

Classe	Subclasse	Cenário regular	%
Muito Alta	MA1	0,00	0,00
	MA2	0,00	0,00
Alta	A3	2711,90	4,81
	A4	1070,56	1,90
Média	M1	1925,34	3,42
	M2	1322,96	2,35
	M3	0,00	0,00
	M4	0,00	0,00
	M5	0,00	0,00
	M6	1372,85	2,44
	M7	0,00	0,00
	M8	364,48	0,65
Baixa	B1	2430,18	4,31
	B2	192,96	0,34
	B3	0,00	0,00
	B4	1909,67	3,39
Muito Baixa	MB1	10186,71	18,07
	MB2	1779,55	3,16
	MB3	0,00	0,00
	MB4	6770,79	12,01
	MB5	0,00	0,00
	MB6	1172,19	2,08
	MB7	1560,24	2,77
	MB8	6056,02	10,74
	MB9	15545,59	27,58
Total		56372,00	100,00

As áreas de potencial pedoclimático Alto abrangem 3.782,47 km², representando 6,71% da área total (Tabela 28), com ocorrência das subclasses A3 e A4, predominando a subclasse A3. Essas classes ocorrem principalmente na região do Litoral e Agreste, e em pequenas áreas na região do Brejo, na região do Sertão e na divisa com o Estado de Pernambuco, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Alto e aptidão climática plena com período chuvoso prolongado. EMBRAPA (2013), em seus resultados, observou somente 2% da área total de potencial pedoclimático da classe Alta.

Os ambientes de potencial Médio abrangem 4.985,63 km², representando 8,84% da área total, com ocorrência das subclasses M1, M2, M6 e M8, com predomínio da subclasse M1. Essas classes ocorrem distribuídas na região do Litoral, Agreste, Brejo e Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Médio e aptidão climática Plena e Moderada por deficiência. As áreas de potencial Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 4.532,81 km², representando 8,04% da área total, com ocorrência das subclasses B1, B2 e B4 e predominância da subclasse B1. Ocorrem na região do Agreste, Cariri e Curimataú, e no Sertão. As áreas de potencial Muito Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 43.071,09 km², representando 76,41% da área total, com ocorrência das subclasses MB1, MB2, MB4, MB6, MB7, MB8 e MB9, predominando a subclasse MB9. Essas classes ocorrem em quase todo o Estado em razão da ocorrência de solos com aptidão baixa e por apresentarem aptidão climática Inapta com risco de déficit hídrico acentuado. EMBRAPA (2013) afirma que, não obstante em virtude do relevo mais movimentado, há maior risco de erosão dessas terras se cultivadas sem práticas de conservação do solo e da água.

EMBRAPA (2013), elaborando o potencial pedoclimático de Alagoas, observou resultados similares encontrados neste trabalho, relatando que esses ambientes com potencial Baixo e Muito Baixo têm predomínio de solos rasos e pouco profundos, além de outros com caráter sódico/solódico ou sálico/salino; e solos associados ao relevo movimentado e ao clima semiárido acentuado do Sertão do Estado.

Observa-se que há a possibilidade de cultivo da mandioca em pequenas áreas que não puderam ser identificadas por este trabalho, estando diretamente relacionadas ao nível imposto pela escala do levantamento de solo (1:200.000). Os resultados encontrados possibilitam a definição dos ambientes de potencial efetivo para exploração agrícola com vistas à alocação racional dos fatores de produção e seu desempenho econômico, fornecendo elementos para a introdução de áreas não tradicionais.

Cultura do milho

Potencial pedológico

Observa-se no mapa de potencial pedológico para a cultura do milho que, por este trabalho, não se identificaram terras com potencial Muito Alto (Figura 45).

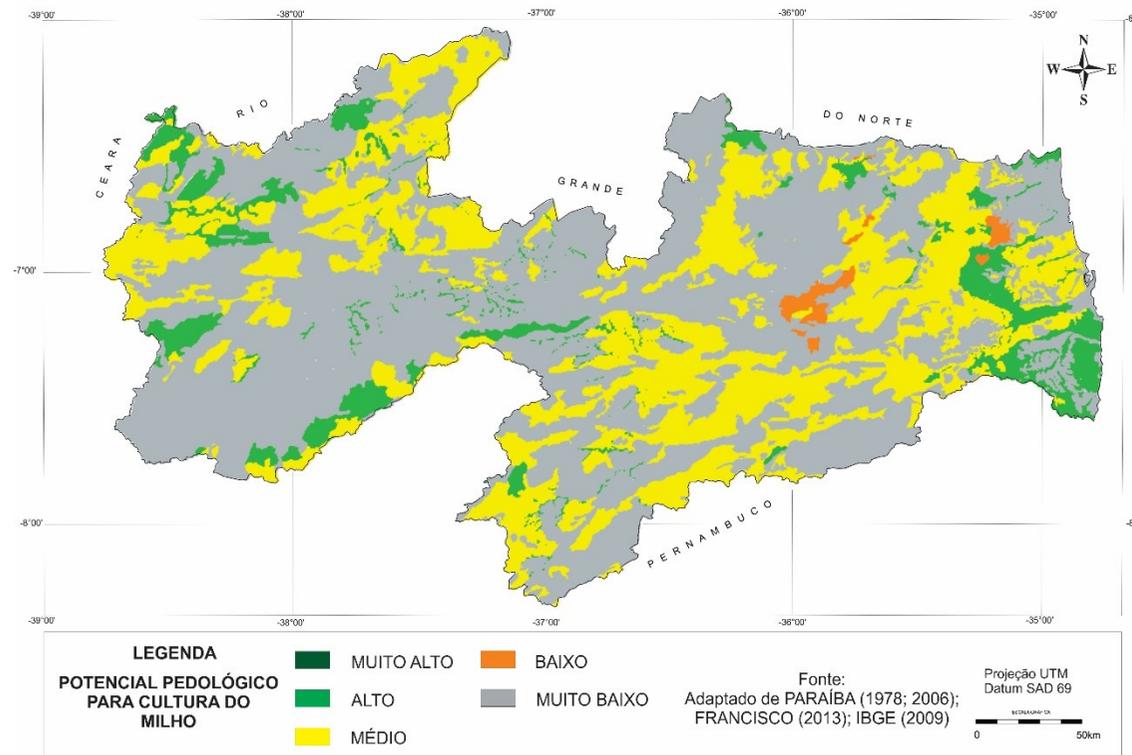


Figura 45. Potencial pedológico do Estado da Paraíba para a cultura do milho.

De acordo com o mapa de potencial pedológico para a cultura do milho, identificaram-se 5.661,87 km² de terras com Potencial Alto, representando 10,05% (Tabela 29) da área total do Estado, distribuídas na região do Litoral e do Agreste ao sul do Estado, divisa com Pernambuco; na região ao norte do Curimataú, próximo à divisa com o Rio Grande do Norte; e na região do Alto Sertão e a oeste do Estado no Sertão.

Tabela 29. Distribuição das classes do potencial pedológico da cultura do milho

Classes do Potencial Pedológico											
Muito Alto		Alto		Médio		Baixo		Muito Baixo		Total	
km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%
0,00	0,00	5.661,87	10,05	19.448,72	34,50	523,04	0,93	30.736,00	54,52	56.372,00	100,00

Observa-se, por este trabalho, que as áreas com Potencial Médio perfazem um total de 19.448,72 km², representando 34,5% da área total e estão distribuídas por todo o Estado. As áreas com Potencial Baixo perfazem um total de 523,04 km², representando 0,93% da área do Estado, localizadas na região ao norte do Agreste. As áreas com Potencial Muito Baixo perfazem um total de 30.736,00 km² de terras, correspondendo a 54,52% da área total distribuídas por todo o Estado.

Aptidão climática

No mapa de aptidão climática para a cultura do milho (Figura 46), cenário seco com 25% de probabilidade, observa-se o predomínio da classe de aptidão Inapta por deficiência hídrica acentuada (C5) em 96,55% da área, com 54.426,79 km² (Tabela 30), abrangendo quase todas as regiões do Estado.

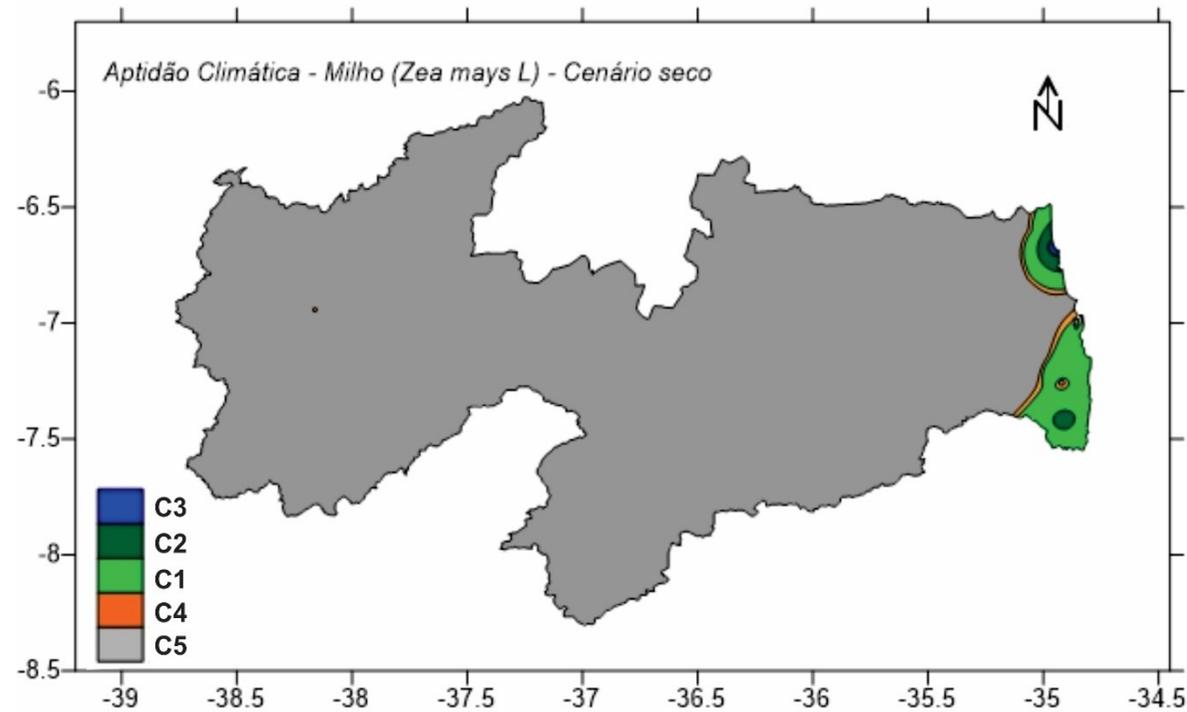


Figura 46. Aptidão climática para cultura do milho para o cenário seco.

A classe de aptidão Moderada por deficiência hídrica (C4) ocorre numa estreita faixa na região do Litoral, em 255,71 km², ocupando 0,45% da área do Estado. Observa-se que 0,04% da área do Estado, em 22,84 km² (Tabela 30), apresenta aptidão climática Moderada por excesso hídrico (C3), localizada somente na região do Litoral norte no município de Baía da Traição. A classe de aptidão climática Plena com período chuvoso prolongado (C2), com 202,41km² representando 0,36% da área total, ocorre nos municípios de Mataraca, Baía da Traição e Marcação, região do Litoral norte; na região do Litoral sul, ocorre na região sul do município de Alhandra.

Observa-se que 2,6% da área do Estado apresentam aptidão climática Plena (C1), com 1.464,25 km², ocorrendo na região do Litoral norte nos municípios de Mataraca, Rio Tinto, Baía da Traição e Marcação; na região do Litoral sul, ocorre nos municípios de Cabedelo, João Pessoa, Conde, Alhandra, Pitimbu, Caaporã e parte de Pedras de Fogo e Santa Rita.

Tabela 30. Classes de aptidão climática para cultura do milho

Legenda	Aptidão climática	Cenário pluviométrico					
		Seco		Regular		Chuvoso	
		km ²	%	km ²	%	km ²	%
C1	Plena	1.464,25	2,60	6.205,93	11,01	9.587,75	17,00
C2	Plena com período chuvoso prolongado	202,41	0,36	1.192,66	2,11	13.460,77	23,88
C3	Moderada por excesso hídrico	22,84	0,04	1.153,79	2,04	4.894,31	8,68
C4	Moderada por deficiência hídrica	255,71	0,45	3.435,12	6,09	1.047,27	1,86
C5	Inapta por deficiência hídrica acentuada	54.426,79	96,55	44.384,50	78,75	27.381,90	48,58

Para o cenário regular com 50% de probabilidade de chuvas (Figura 47), observa-se que 11,01% da área do Estado (Tabela 30) apresentam aptidão climática Plena (C1), com 6.205,93 km², ocorrendo na região do Litoral e em pequena região do Brejo paraibano; no município de Areia e na região do Sertão, ocorre em toda a sua região central.

A classe de aptidão climática Plena com período chuvoso prolongado (C2), com 1.192,66 km² representando 2,11% da área total, ocorre somente na faixa litorânea. Observa-se que 2,04% da área do Estado, em 1.153,79 km², apresentam aptidão climática Moderada por excesso hídrico (C3), localizada na região do Litoral norte no município de Baía da Traição; e no Litoral sul em Cabedelo, João Pessoa, Conde, Alhandra, Pitimbu, Caaporã e parte de Pedras de Fogo.

Para a classe Moderada por deficiência hídrica (C4), com aumento gradativo da escassez hídrica limitando o plantio, observa-se que ocorre em pequena faixa estreita entre as classes C5 e C1 no Litoral, Brejo e Sertão, com 3.435,12 km² representando 6,09% da área total.

A classe de aptidão Inapta por deficiência hídrica acentuada (C5), com 44.384,50 km² representando 78,75% da área total, abrange boa parte do Agreste e Brejo, a região do Cariri/Curimataú no Planalto da Borborema e parte do Sertão.

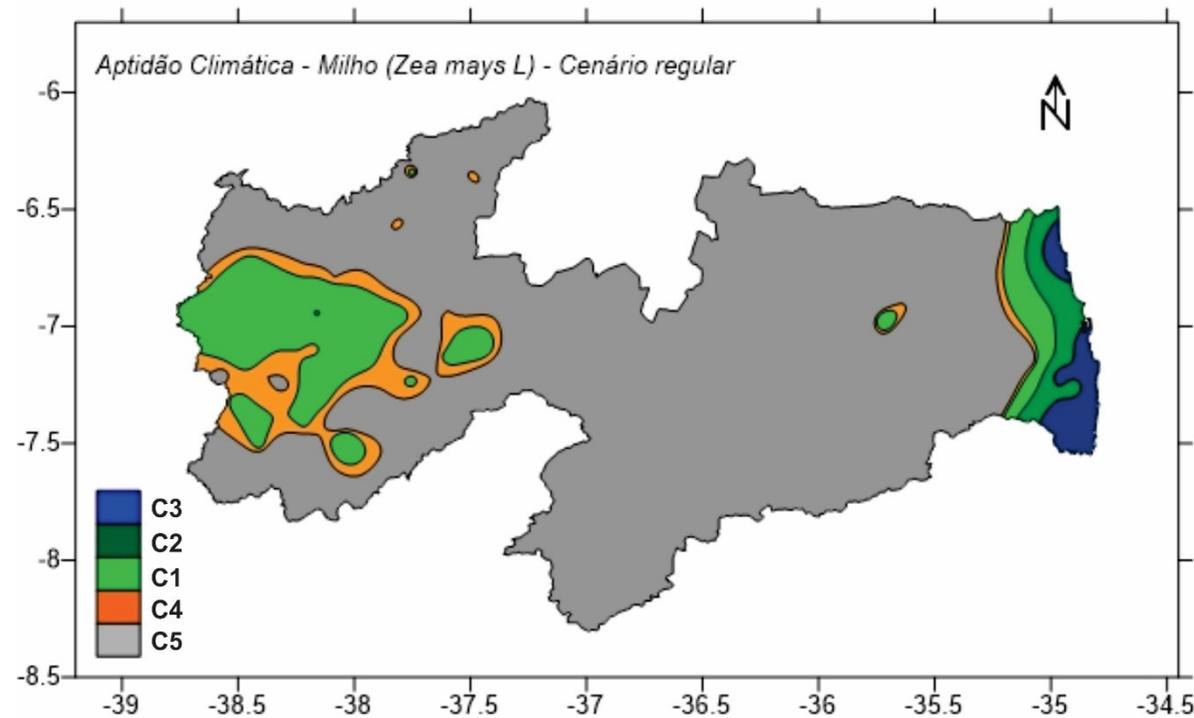


Figura 47. Aptidão climática para cultura do milho para o cenário regular.

No mapa de aptidão climática para a cultura do milho no cenário chuvoso com 75% de probabilidade (Figura 48), observa-se que 8,68% da área do Estado, em 4.894,31 km² (Tabela 30), apresentam aptidão climática Moderada por excesso hídrico (C3), localizada na região do Litoral e em alguns municípios da região do Sertão em Cajazeiras, São José de Lagoa Tapada, Piancó, Olho D'água, Catingueira e Santa Teresinha.

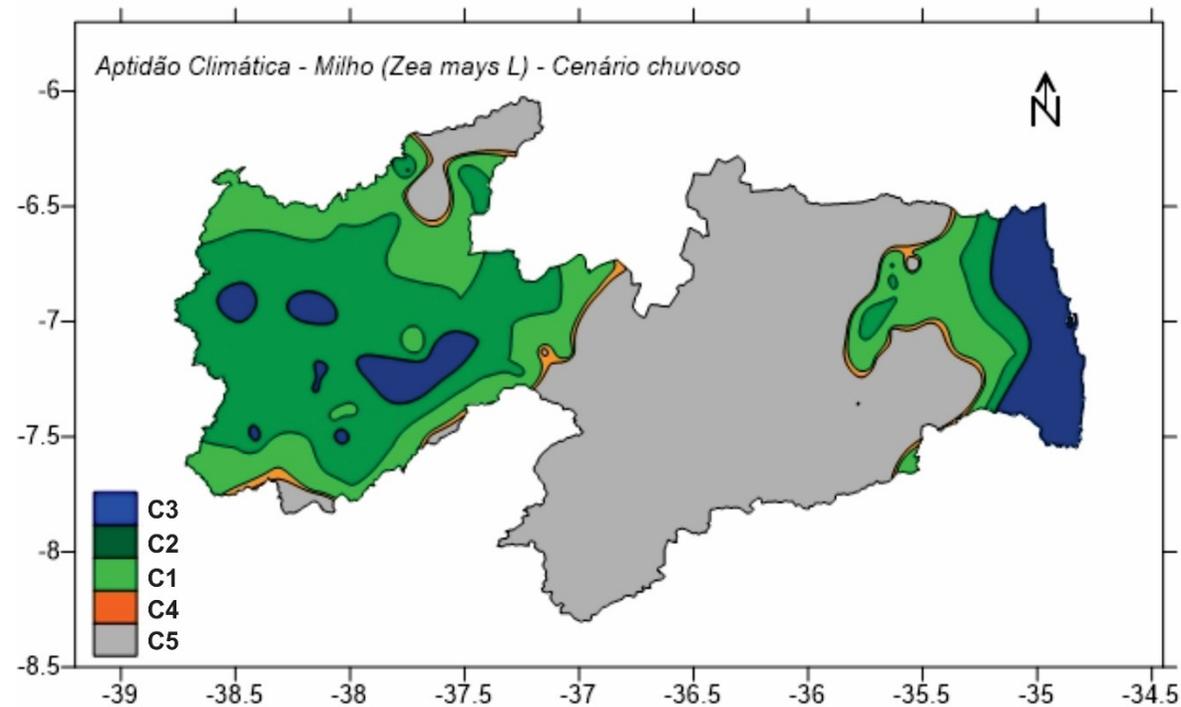


Figura 48. Aptidão climática para a cultura do milho para cenário chuvoso.

A classe de aptidão climática Plena com período chuvoso prolongado (C2), com 13.460,77 km² representando 23,88% da área total, ocorre na faixa Litorânea, no Agreste e no Brejo, na região central do Sertão. A classe de aptidão Plena (C1), com 9.587,75 km² representando 17% da área total, ocorre nas regiões do Agreste, Brejo e em torno dos contrafortes do Sertão e Alto Sertão.

Observa-se que a classe de aptidão climática Moderada por deficiência hídrica (C4) ocorre em pequenas faixas estreitas entre as classes C1 e C3, com 1.047,27 km² representando 1,86% da área total. A classe de aptidão Inapta por deficiência hídrica acentuada (C5),

com 27.381,90 km² representando 48,58% da área total, abrange todo o planalto da Borborema nas regiões do Cariri e do Curimataú, na região do Agreste e na região do Sertão, em direção voltada ao Estado do Rio Grande do Norte.

Potencial pedoclimático

No mapa de potencial pedoclimático para cultura do milho em cenário seco (Figura 49), as áreas da classe Alta abrangem 718,33 km², representando 1,27% da área total do Estado (Tabela 31), com ocorrência das subclasses A3 e A4, predominando a subclasse A3. Essas classes ocorrem na região do Litoral, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Alto e aptidão climática plena com período chuvoso prolongado.

Os ambientes de potencial Médio abrangem 295,56 km², representando 0,52% da área total, com ocorrência das subclasses M1, M6 e M8, com predomínio da subclasse M1. Essas classes ocorrem principalmente na região do Litoral, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Médio e aptidão climática Plena e Moderada por deficiência. As áreas de potencial Baixo para o cenário seco não se apresentaram mapeadas neste trabalho. Já as áreas de potencial Muito Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 55.358,12 km², representando 98,2% da área, com ocorrência das subclasses MB1, MB2, MB4, MB6, MB7, MB8 e MB9, predominando a subclasse MB9. Essas classes ocorrem principalmente no Planalto da Borborema por apresentarem aptidão climática Inapta.

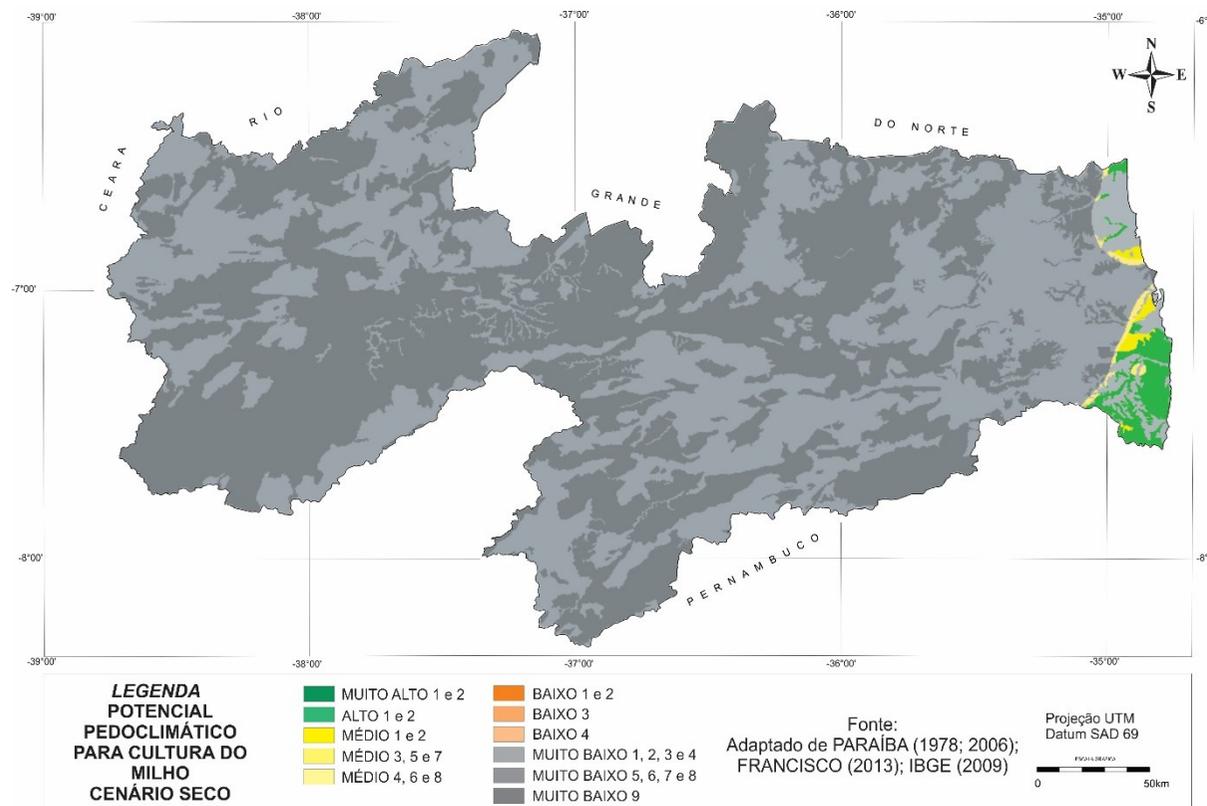


Figura 49. Potencial pedoclimático para a cultura do milho para cenário seco.

Tabela 31. Classes de aptidão pedoclimática para cultura do milho

Classe	Subclasse	Cenário					
		Seco	%	Regular	%	Chuvoso	%
Muito Alta	MA1	-	-	-	-	-	-
	MA2	-	-	-	-	-	-
Alta	A3	672,17	1,19	610,39	1,08	1.593,41	2,83
	A4	46,16	0,08	292,95	0,52	1.760,69	3,12
Média	M1	141,43	0,25	2.151,66	3,82	3.228,27	5,73
	M2	-	-	371,58	0,66	3.855,79	6,84
	M3	-	-	-	-	-	-
	M4	-	-	-	-	-	-
	M5	-	-	581,14	1,03	1.135,05	2,01
	M6	68,71	0,12	539,24	0,96	82,65	0,15
	M7	0-	-	41,60	0,07	1.037,51	1,84
	M8	85,41	0,15	599,77	1,06	336,18	0,60
Baixa	B1	-	-	49,71	0,09	36,22	0,06
	B2	-	-	-	-	76,88	0,14
	B3	-	-	-	-	46,23	0,08
	B4	-	-	39,56	0,07	7,13	0,01
Muito Baixa	MB1	648,18	1,15	3.392,62	6,02	4.722,43	8,38
	MB2	156,15	0,28	527,64	0,94	7.764,25	13,77
	MB3	22,83	0,04	528,83	0,94	2.671,96	4,74
	MB4	101,36	0,18	2.255,38	4,00	619,47	1,10
	MB5	-	-	-	-	-	-
	MB6	4.871,07	8,64	3.634,40	6,45	1.085,55	1,93
	MB7	19.214,79	34,09	16.273,96	28,87	10.983,89	19,48
	MB8	522,74	0,93	433,47	0,77	356,27	0,63
	MB9	29.821,00	52,90	2.4048,11	42,66	14.972,17	26,56
Total		56.372,00	100,00	56.372,00	100,00	56.372,00	100,00

No mapa de potencial pedoclimático para cultura do milho cenário regular (Figura 50), as áreas da classe Alta abrangem 903,34 km², representando 1,6% da área total (Tabela 31), com ocorrência das subclasses A3 e A4, predominando a subclasse A3. Essas classes ocorrem na região do Litoral e no Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Alto e aptidão climática plena com período chuvoso prolongado. Já os ambientes de potencial Médio abrangem 4.284,99 km², representando 7,6% da área, com ocorrência das subclasses M1, M2, M5, M6, M7 e M8, com predomínio da subclasse M1. Essas classes ocorrem principalmente na região do Litoral, Agreste e Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Médio e aptidão climática Plena e Moderada por deficiência.

As áreas de potencial Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 89,27 km², representando 0,16% da área total, com ocorrência das subclasses B1 e B4, predominando a subclasse B1. Essa classe ocorre em pequenas áreas no Litoral e Agreste por apresentarem aptidão climática Moderada por deficiência hídrica e estarem localizadas em solos com potencial pedológico Baixo para a cultura. As áreas de potencial Muito Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 51.094,41 km², representando 90,64% da área total, com ocorrência das subclasses MB1, MB2, MB4, MB6, MB7 e MB9, predominando a subclasse MB9. Essas classes ocorrem em quase todo o Estado por apresentarem aptidão climática Inapta.

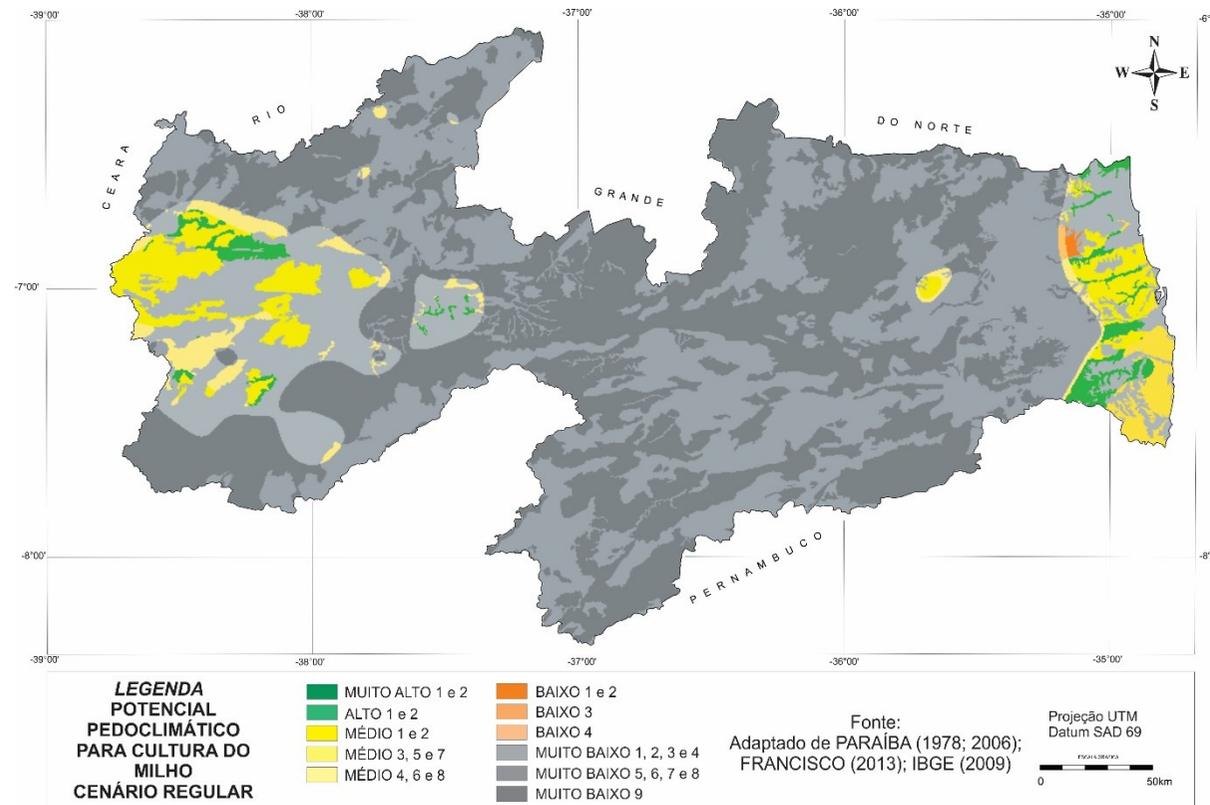


Figura 50. Potencial pedoclimático para cultura do milho para cenário regular.

No mapa de potencial pedoclimático para cultura do milho cenário chuvoso (Figura 51), observa-se que as áreas da classe Alta abrangem 3.354,1 km², representando 5,95% da área total (Tabela 31), com ocorrência das subclasses A3 e A4, predominando a subclasse A4. Essas classes ocorrem em pequenas áreas na região do Agreste, Brejo e Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Alto e aptidão climática plena com período chuvoso prolongado. Este resultado deve-se à baixa fertilidade dos solos. Silva *et al.* (2012), elaborando o zoneamento para o Estado de Alagoas, observaram para esse potencial 14% da área total, localizada nos

Tabuleiros da região do Litoral. Os ambientes de potencial Médio abrangem 9.675,44 km², representando 17,16% da área, com ocorrência das subclasses M1, M2, M5, M6, M7 e M8, com predomínio da subclasse M2. Essas classes se distribuem na região do Litoral, Agreste, Brejo e Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Médio, e aptidão climática Plena e Moderada por deficiência. EMBRAPA (2013) observou, para o Estado de Alagoas, um percentual de 36% da área, representação muito maior em relação à área do Estado da Paraíba.

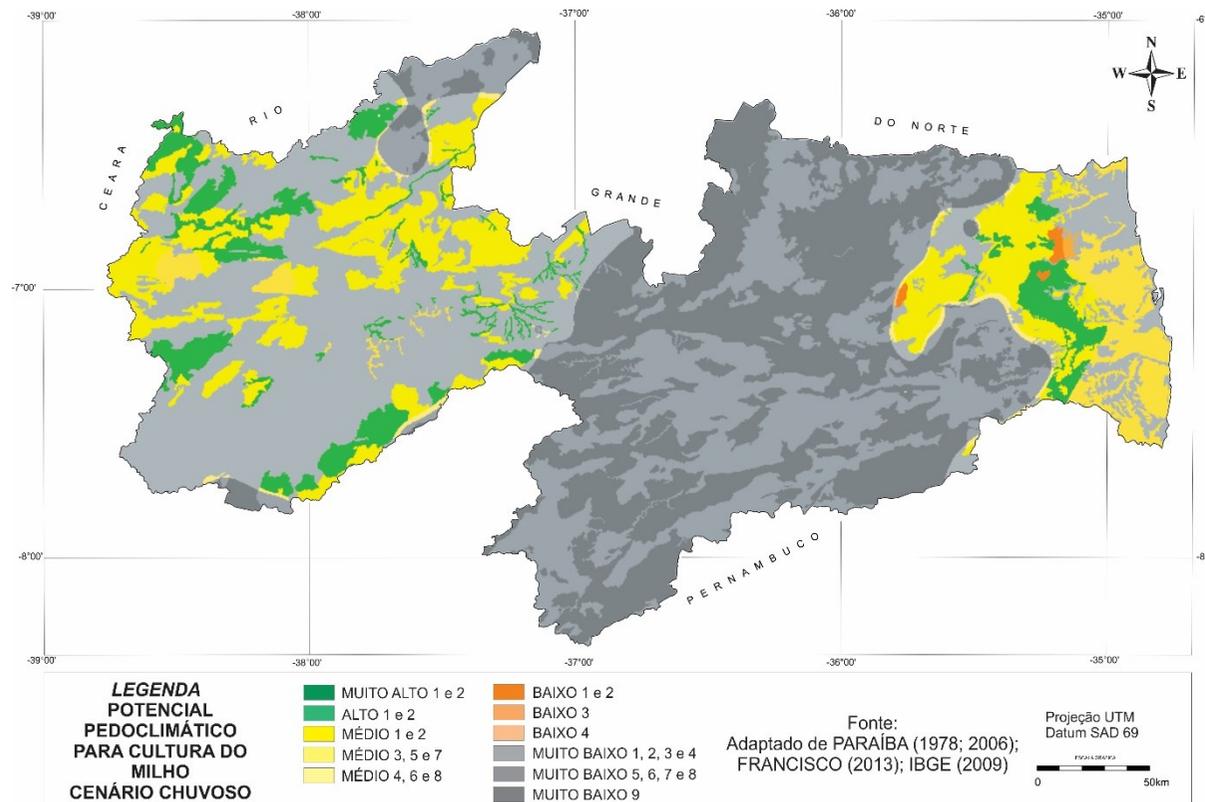


Figura 51. Potencial pedoclimático para a cultura do milho para cenário chuvoso.

Já as áreas de potencial Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 166,46 km², representando 0,3% da área total, com ocorrência das subclasses B1, B2, B3 e B4, predominando a subclasse B2. Essa classe ocorre em pequenas áreas no Litoral por apresentarem aptidão climática Moderada por deficiência hídrica e estarem localizadas em solos com potencial pedológico Baixo para a cultura.

Por fim, as áreas de potencial Muito Baixo contemplam os ambientes enquadrados nesse potencial com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 43.175,99 km², representando 76,59% da área total, com ocorrência das subclasses MB1, MB2, MB3, MB4, MB6, MB7, MB8 e MB9, predominando a subclasse MB9. Essas classes ocorrem no Planalto da Borborema, no Agreste e em pequena área no Sertão por apresentarem aptidão climática Inapta. Esses fatores restritivos geralmente estão associados à limitação pedológica pela presença de pedregosidade, profundidade efetiva, textura arenosa e relevo com declividades maiores, principalmente em ambientes que apresentam restrições ao uso da mecanização agrícola. EMBRAPA (2013) observou resultados similares encontrados neste trabalho, devido às áreas estarem localizadas na região semiárida.

Cultura do sorgo

Potencial pedológico

No mapa de potencial pedológico para a cultura do sorgo (Figura 52), observa-se que não se identificaram terras com potencial Muito Alto.

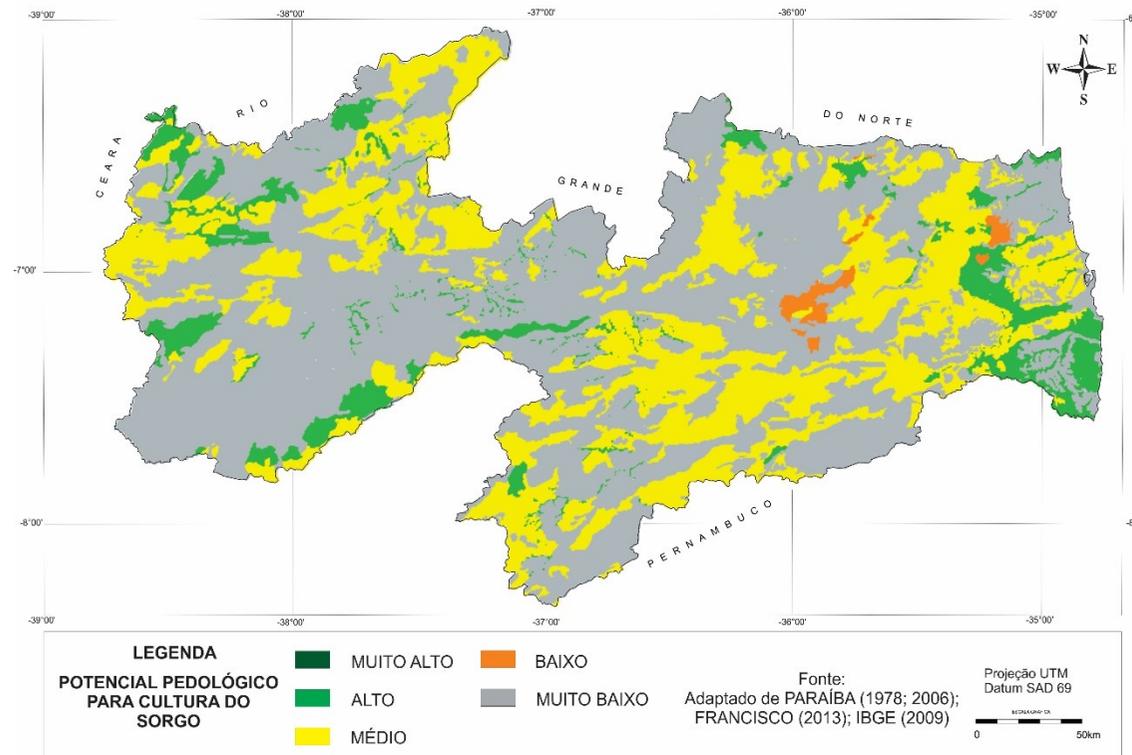


Figura 52. Potencial pedológico do Estado da Paraíba para a cultura do sorgo.

De acordo com o mapa de potencial pedológico para a cultura do sorgo, identificaram-se 5.661,87 km² de terras com Potencial Alto, representando 10,05% (Tabela 32) da área total do Estado, distribuídas na região do Litoral e do Agreste ao sul do Estado, no Planalto da Borborema, na região do Alto Sertão e no Sertão.

Tabela 32. Distribuição das classes do potencial pedológico da cultura do sorgo

Classes do Potencial Pedológico											
Muito Alto		Alto		Médio		Baixo		Muito Baixo		Total	
km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
0,00	0,00	5.661,87	10,05	19.448,72	34,50	523,04	0,93	30.736,00	54,52	56.372,00	100,00

Observa-se, por este trabalho, que as áreas com Potencial Médio perfazem um total de 19.448,72 km², representando 34,5% da área total e estão distribuídas por todo o Estado. As áreas com Potencial Baixo perfazem um total de 523,04 km², representando 0,93% da área do Estado. As áreas com Potencial Muito Baixo perfazem um total de 30.736,00 km² de terras, correspondendo a 54,52% da área total distribuída por todo o Estado.

Aptidão climática

No mapa de aptidão climática para a cultura do sorgo (Figura 53), cenário seco com 25% de probabilidade, observa-se o predomínio da classe de aptidão Inapta por deficiência hídrica acentuada (C5) em 52,87% da área, representando 29.801,84 km² (Tabela 33) e abrangendo parte da região do Agreste, Cariri e Curimataú, e parte do Sertão.

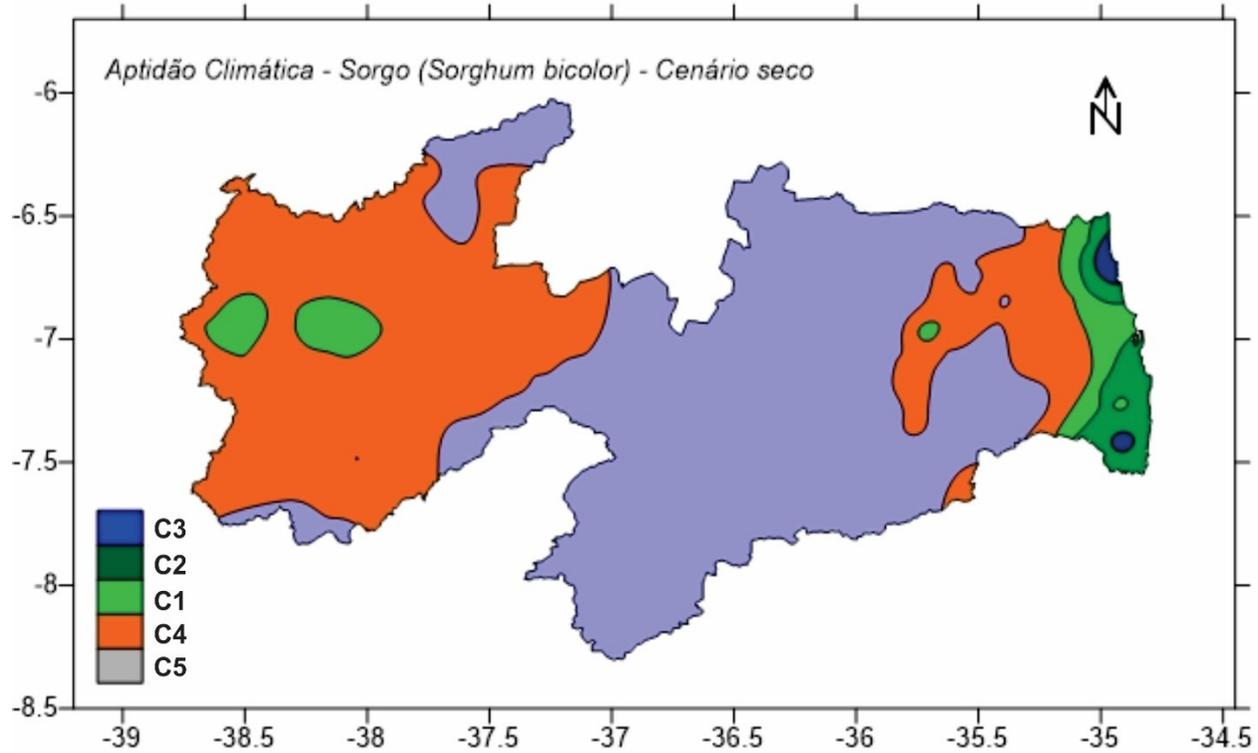


Figura 53. Aptidão climática no cenário seco para a cultura do sorgo.

Observa-se que a classe de aptidão Moderada por deficiência hídrica (C4) ocorre em 39,48%, ocupando 22.255,31 km² da área do Estado (Tabela 33). Essas áreas ocorrem na região do Sertão do Estado e em parte do Agreste e Brejo.

Tabela 33. Classes de aptidão climática para cultura do sorgo

Legenda	Aptidão climática	Cenário pluviométrico					
		Seco		Regular		Chuvoso	
		km ²	%	km ²	%	km ²	%
C1	Plena	2.625,34	4,65	16.859,34	29,91	4.911,60	8,71
C2	Plena com período chuvoso prolongado	1.464,30	2,60	6.240,24	11,07	9.578,46	16,70
C3	Moderada por excesso hídrico	225,21	0,40	2.342,71	4,16	18.345,58	32,64
C4	Moderada por deficiência hídrica	22.255,31	39,48	8.876,29	15,75	5.314,68	9,43
C5	Inapta por deficiência hídrica acentuada	29.801,84	52,87	22.052,92	39,11	18.221,68	32,52

No mapa de aptidão climática para a cultura do sorgo (Figura 53), observa-se que apresenta pequena área mapeada para a aptidão climática Moderada por excesso hídrico (C3) localizada no Litoral, podendo prejudicar a colheita, com 225,21 km² representando 0,40% da área total. Observa-se que a classe de aptidão climática Plena com período chuvoso prolongado (C2), com 1.464,30 km² representando 2,60% da área total, ocorre em quase toda a faixa litorânea, excluindo a parte central. A classe de aptidão Plena (C1), com 2.625,34 km² representando 4,65% da área total, ocorre nas regiões do Litoral e Agreste.

No mapa de aptidão climática para a cultura do sorgo (Figura 54), cenário regular com 50% de probabilidade, observa-se o predomínio da classe de aptidão Inapta por deficiência hídrica acentuada (C5) em 39,12% da área, representando 22.052,92 km² (Tabela 34), abrangendo o Cariri e Curimataú, bem como pequena área ao norte do Sertão na divisa com o Estado do Rio Grande do Norte.

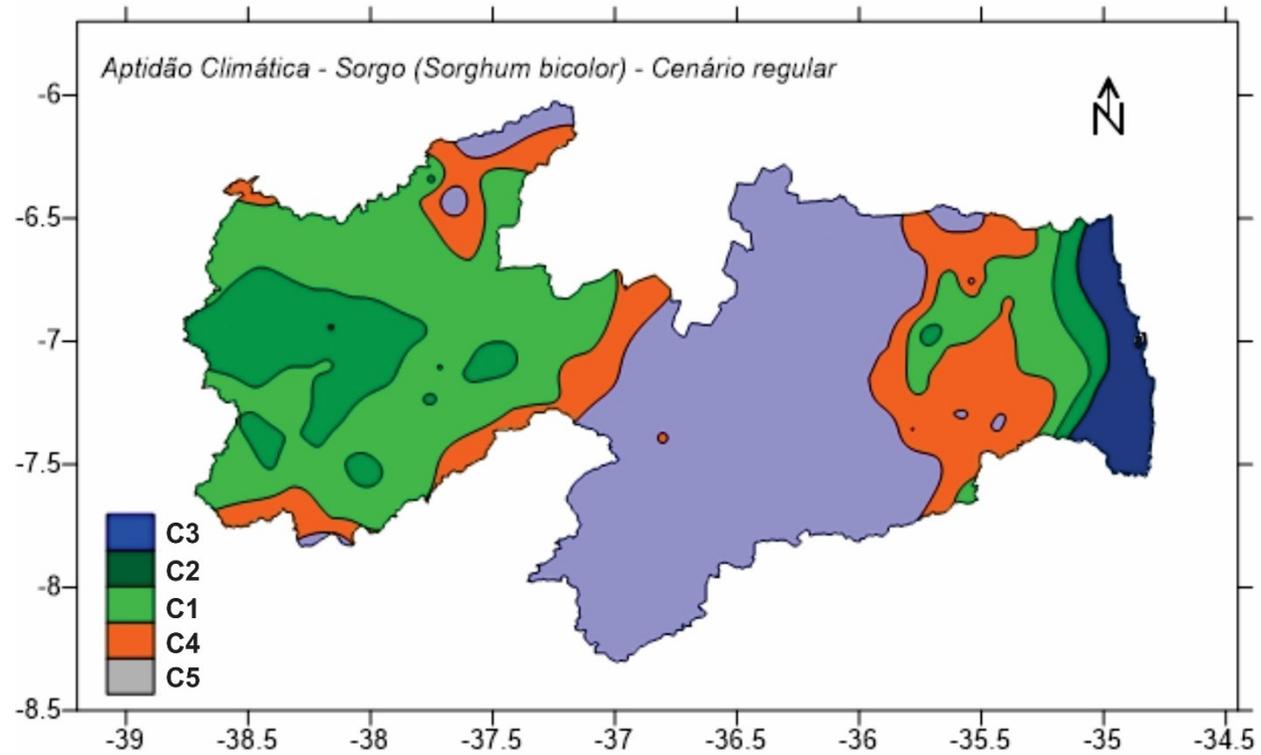


Figura 54. Aptidão climática no cenário regular para a cultura do sorgo.

Observa-se que a classe de aptidão Moderada por deficiência hídrica (C4) ocorre em 15,75%, ocupando 8.876,79 km² da área do Estado (Tabela 33). Essas áreas ocorrem na região do Sertão do Estado entre o planalto da Borborema e a depressão do Sertão; e nos contrafortes na divisa com Pernambuco; na região ao norte na divisa com o Rio Grande do Norte; e em parte do Agreste ao sul e Brejo ao norte.

No mapa de aptidão climática para a cultura do sorgo (Figura 54), observa-se que apresenta área mapeada para a aptidão climática Moderada por excesso hídrico (C3), com 2.342,71 km² representando 4,16% da área total, localizada somente na região do Litoral do Estado que, de acordo com EMBRAPA (2012), pode apresentar condições pouco favoráveis devido ao excesso hídrico. Observa-se que a classe de aptidão climática Plena com período chuvoso prolongado (C2), com 6.240,24 km² representando 11,07% da área total, ocorre na faixa litorânea entre as classes C3 e C1; e na região central do Sertão paraibano. A classe de aptidão Plena (C1), com 16.859,34 km² representando 29,91% da área total, ocorre em faixa da região do Litoral e Agreste e na região do Brejo; e em quase todo o Sertão paraibano, em áreas com altitude mais baixas que 300m.

No mapa de aptidão climática para a cultura do sorgo (Figura 55), cenário chuvoso com 75% de probabilidade, observa-se o predomínio da classe de aptidão Inapta por deficiência hídrica acentuada (C5) em 32,32% da área, representando 18.221,68 km², (Tabela 33) no planalto da Borborema, nas regiões do Cariri e Curimataú.

Observa-se que a classe de aptidão Moderada por deficiência hídrica (C4) ocorre em 9,43%, ocupando 5.314,68 km² da área do Estado (Tabela 33). Essas áreas ocorrem entre a região do Sertão do Estado, área de divisa com o Planalto da Borborema a oeste; e a leste, entre a região do Brejo e Agreste nos contrafortes da Serra da Borborema, adentrando o Agreste.

No mapa de aptidão climática para a cultura do sorgo (Figura 55), observa-se que apresenta área mapeada para a aptidão climática Moderada por excesso hídrico (C3), com 18.345,58 km² representando 32,54% da área total, localizada entre toda a região do Litoral do Estado e pequena área de maiores altitudes próxima ao município de Areia, região do Brejo; e a oeste, em toda a região central do Sertão.

Observa-se que a classe de aptidão climática Plena com período chuvoso prolongado (C2), com 9.578,46 km² representando 16,7% da área total, ocorre na faixa litorânea entre as classes C3 e C1 na região do Agreste e Brejo em pequenas áreas; e na região do Sertão paraibano, ocorrendo entre os contrafortes do Planalto da Borborema; e ao norte, fazendo divisa com o Estado do Rio Grande do Norte. A classe de aptidão Plena (C1), com 4.911,60 km² representando 8,71% da área total, tem o mesmo comportamento da classe de aptidão Plena, ocorrendo entre as classes C2 e C4.

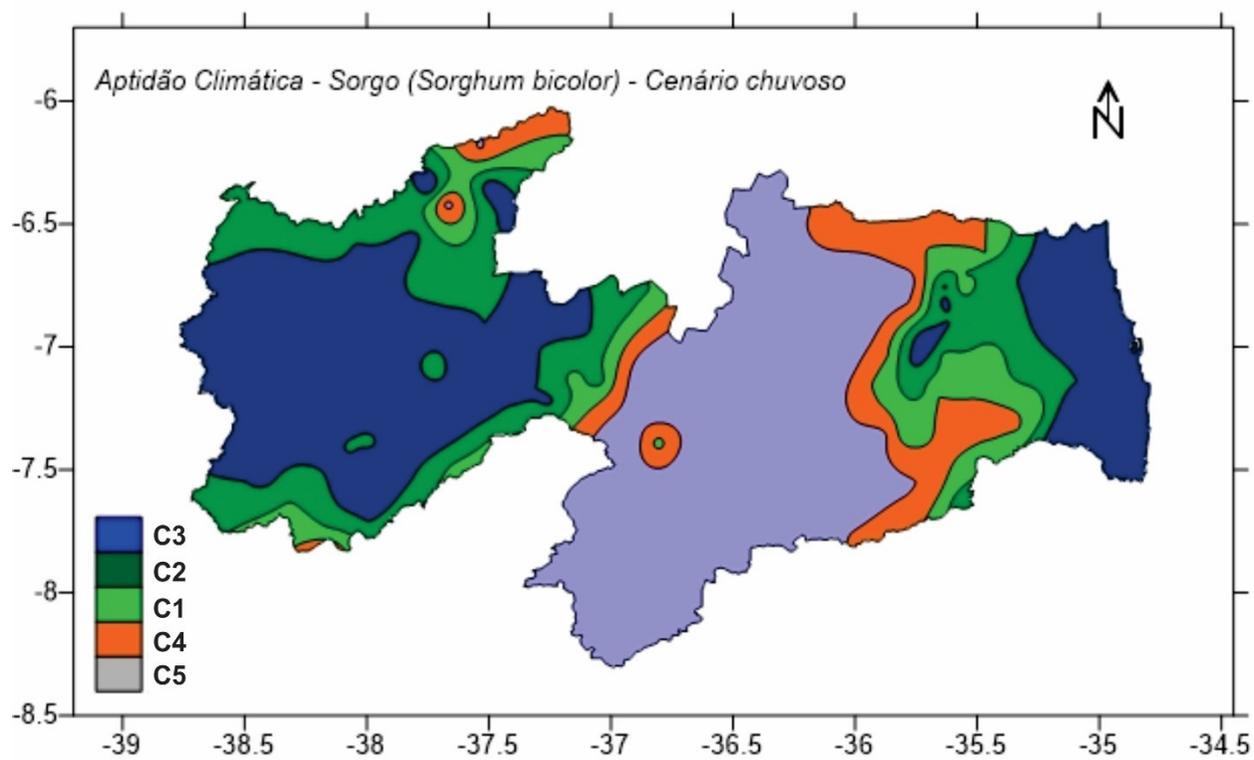


Figura 55. Aptidão climática no cenário chuvoso para a cultura do sorgo.

Potencial pedoclimático

No mapa de potencial pedoclimático para cultura do sorgo, no cenário seco (Figura 56), observa-se que não foi mapeada a classe Muito Alta, devido a essas áreas apresentarem restrições de aptidão climática e potencial pedológico. Observa-se que as áreas da classe Alta abrangem 1.050,32 km², representando 1,86% da área total do Estado (Tabela 34), com ocorrência das subclasses A3 e A4, predominando a subclasse A4. Essas classes ocorrem na região do Litoral sul do Estado, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Alto e aptidão climática plena com período chuvoso prolongado.

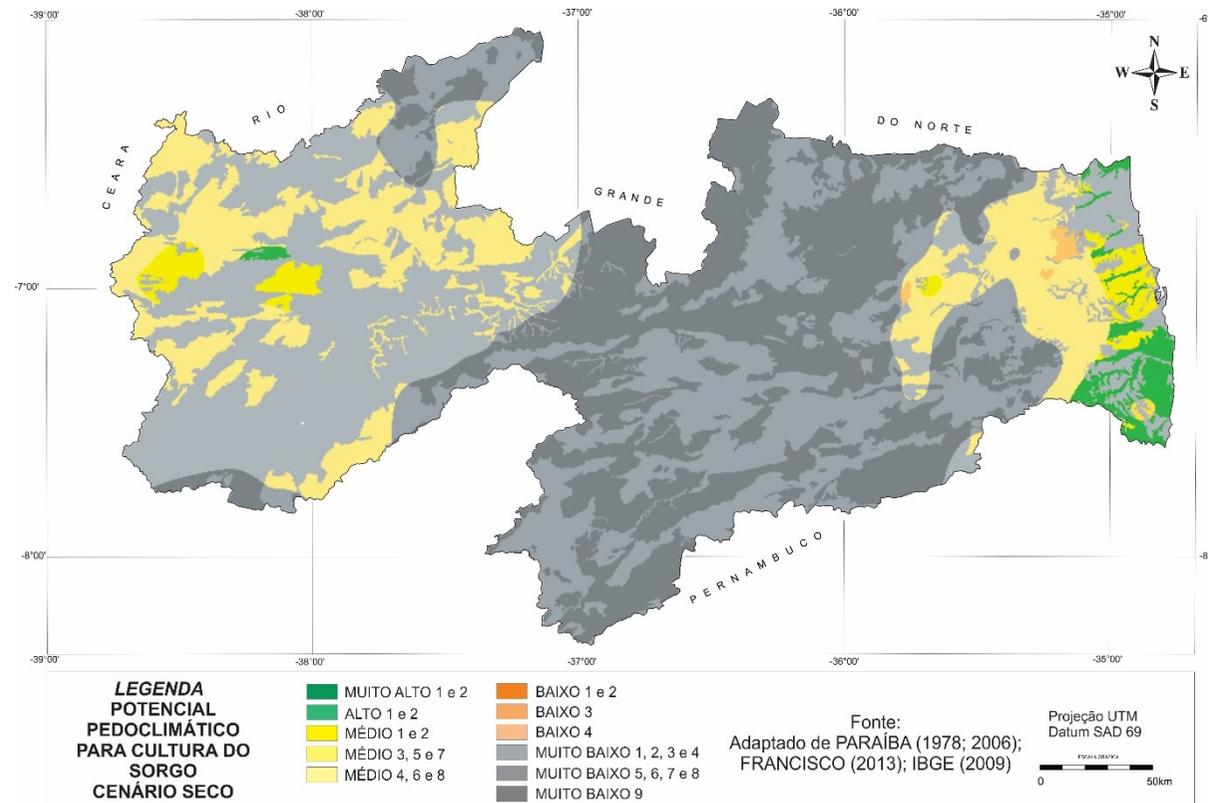


Figura 56. Potencial pedoclimático para a cultura do sorgo para cenário seco.

Tabela 34. Classes de aptidão pedoclimática para cultura do sorgo

Classe	Subclasse	Cenário					
		Seco	%	Regular	%	Chuvoso	%
Muito Alta	MA1	-	-	-	-	-	-
	MA2	-	-	-	-	-	-
Alta	A3	378,14	0,67	2.620,92	4,65	294,79	0,52
	A4	672,18	1,19	626,32	1,11	1.593,44	2,83
Média	M1	1.130,71	2,01	4.756,23	8,44	1.985,73	3,52
	M2	141,41	0,25	2.154,84	3,82	3.228,82	5,73
	M3	-	-	-	-	-	-
	M4	-	-	-	-	-	-
	M5	46,16	0,08	874,07	1,55	2.896,50	5,14
	M6	3.105,55	5,51	741,50	1,32	236,09	0,42
	M7	-	-	412,06	0,73	4.893,31	8,68
	M8	6.572,21	11,66	3.425,12	6,08	1.897,44	3,37
Baixa	B1	1,64	-	97,72	0,17	72,68	0,13
	B2	-	-	49,71	0,09	36,22	0,06
	B3	-	-	-	-	123,11	0,22
	B4	155,96	0,28	151,43	0,27	218,38	0,39
Muito Baixa	MB1	1.113,92	1,98	9.398,57	16,67	2.552,88	4,53
	MB2	648,22	1,15	3.407,87	6,05	4.722,59	8,38
	MB3	178,96	0,32	1.053,89	1,87	10.435,87	18,51
	MB4	12.413,23	22,02	4.549,20	8,07	2.959,87	5,25
	MB5	-	-	-	-	-	-
	MB6	1.456,09	2,58	795,30	1,41	637,18	1,13
	MB7	11.597,27	20,57	8.693,00	15,42	7.434,76	13,19
	MB8	365,14	0,65	223,88	0,40	72,35	0,13
	MB9	16.395,22	29,08	12.340,40	21,89	10.080,00	17,88
Total		56.372,00	100,00	56.372,00	100,00	56.372,00	100,00

Os ambientes de potencial Médio abrangem 10.996,05 km², representando 19,51% da área total do Estado, com ocorrência das subclasses M1, M2, M5, M6, M7 e M8, com predomínio da subclasse M8. Essas classes ocorrem principalmente na região do Litoral do Estado e do Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Médio e aptidão climática Plena e Moderada por deficiência.

As áreas de potencial Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 157,59 km², representando 0,28% da área total do Estado, com ocorrência das subclasses B1 e B4, predominando a subclasse B4. Essa classe ocorre em pequenas áreas do Agreste por apresentarem aptidão climática Moderada por deficiência hídrica e estarem localizadas em solos com potencial pedológico Baixo para a cultura.

As áreas de potencial Muito Baixo contemplam os ambientes com fortes limitações de solo e/ou de clima, abrangem 44.168,04 km², representando 78,35% da área total do Estado, com ocorrência das subclasses MB1, MB2, MB3, MB4 e MB6, MB7, MB8 e MB9, predominando a subclasse MB9. Essas classes ocorrem em quase todo o Estado por apresentarem aptidão climática Inapta.

De acordo com EMBRAPA (2012), na maioria das situações, essas limitações ocorrem de forma associada. Os primeiros fatores restritivos normalmente ocorrem na porção oeste do Estado, que abrange a região do Sertão onde as condições ambientais (baixo regime pluviométrico e altas temperaturas) favorecem a formação de solos rasos e pedregosos, com predomínio de Neossolos litólicos ou aqueles com caráter salino/sódico e solos com problemas de drenagem. Associado a esse fato, nessa região existe maior probabilidade da ocorrência de déficit hídrico.

No mapa de classes de potencial pedoclimático do cenário pluviométrico com anos regulares (Figura 57), observa-se que não foram mapeadas áreas com potencial Muito Alto. Para o potencial Alto, a extensão territorial abrange 3.247,23 km², representando 5,76% da área total do Estado (Tabela 34), com ocorrência das subclasses A3 e A4, predominando a subclasse A3. Essas classes ocorrem na região do Litoral e do Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Alto e aptidão climática Plena.

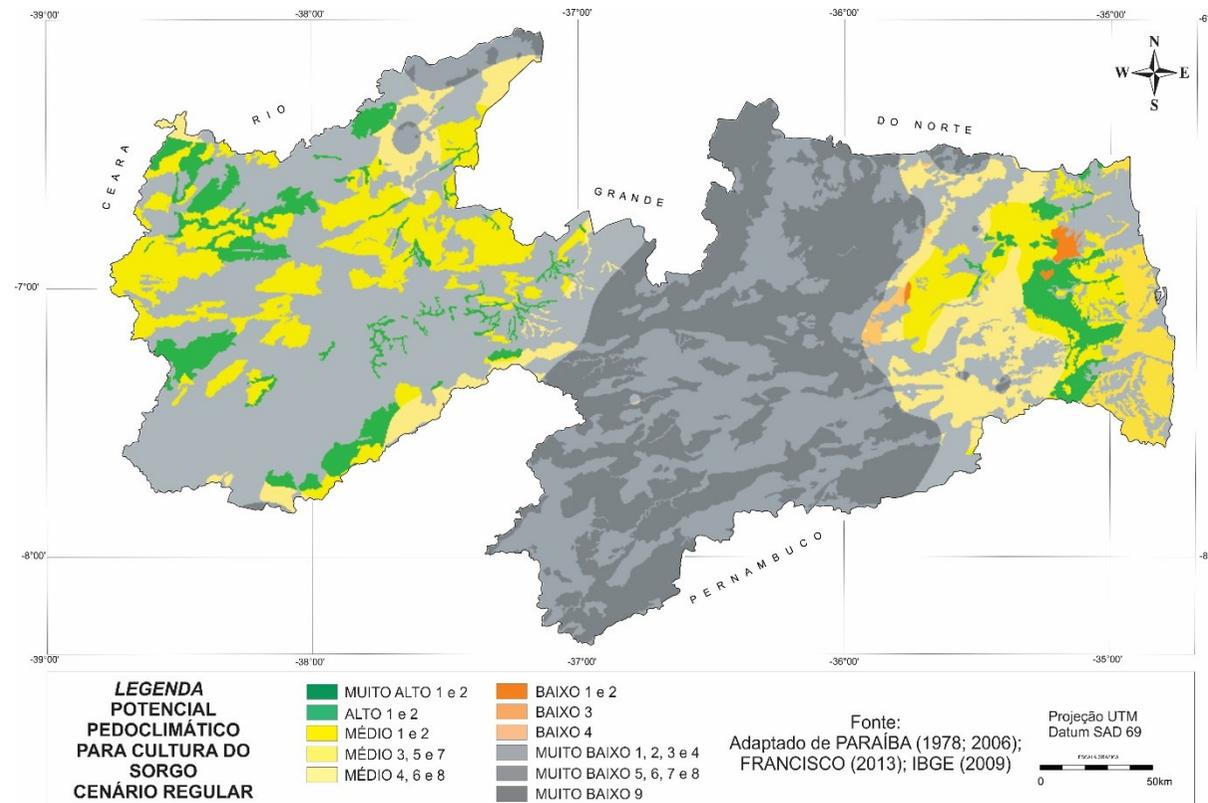


Figura 57. Potencial pedoclimático para a cultura do sorgo para cenário regular.

Já os ambientes de potencial Médio abrangem 12.363,81 km², representando 21,93% da área, com ocorrência das subclasses M1, M2, M5, M6, M7 e M8, com predomínio da subclasse M1. Essas classes ocorrem principalmente na região do Litoral, Agreste, Brejo e Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Médio e aptidão climática Plena e Moderada por deficiência.

Observa-se que, no potencial Baixo, a extensão territorial abrange 298,85 km², representando 0,53% da área total do Estado, com ocorrência das subclasses B1, B2 e B4. Essas ocorrem em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Baixo e aptidão

climática Moderada por deficiência hídrica. No potencial Muito Baixo, a extensão territorial abrange 40.462,11 km², representando 71,78% da área total do Estado, com ocorrência das subclasses MB1, MB2, MB4, MB6, MB7, MB8 e MB9, com predomínio da subclasse MB9. Essa subclasse ocorre distribuída por todo o Estado, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Muito Baixo, representada por solos rasos e pedregosos, e aptidão climática Inapta.

No mapa de classes de potencial pedoclimático do cenário pluviométrico com anos chuvosos (Figura 58), observa-se que não foi mapeada a classe de potencial Muito Alto. No potencial Alto, a extensão territorial abrange 1.888,23 km², representando 3,35% da área total do Estado (Tabela 34), com ocorrência das subclasses A3 e A4, predominando a subclasse A4. Essas classes ocorrem na região do Agreste, do Brejo e do Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Alto e aptidão climática Plena e aptidão Plena com período chuvoso prolongado. De acordo com EMBRAPA (2012), a região dos Tabuleiros Costeiros, embora apresente solos de bom potencial para o sorgo, no cenário pluviométrico chuvoso tem seu potencial pedoclimático limitado pelo risco de ocorrência de excesso hídrico na faixa mais próxima da região costeira.

Observa-se que, no potencial Médio, a extensão territorial abrange 15.137,89 km², representando 26,85% da área total do Estado, com ocorrência das subclasses M1, M2, M5, M6, M7 e M8, predominando a subclasse M7. Essas classes ocorrem na região do Litoral, Agreste, Brejo e Sertão, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Médio, em função de suas limitações e associados a limitação de ordem climática, aptidão climática Plena e aptidão Moderada por deficiência hídrica.

Para o potencial Baixo, observa-se que a extensão territorial abrange 450,39 km², representando 0,80% da área total do Estado, com ocorrência das subclasses B1, B2 B3 e B4, predominando a subclasse B4. Essas classes ocorrem na região do Agreste e Brejo, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Baixo, aptidão climática Plena e aptidão Moderada por deficiência hídrica.

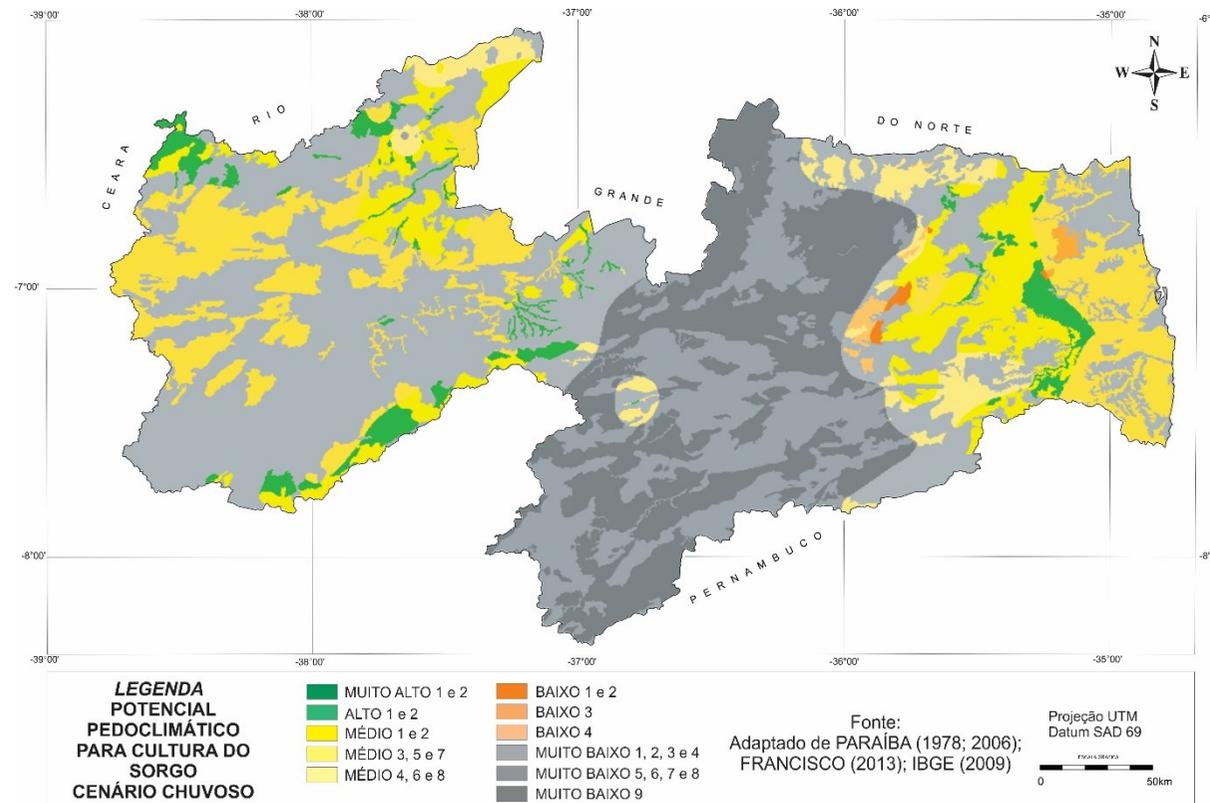


Figura 58. Potencial pedoclimático para a cultura do sorgo para cenário chuvoso.

Para o potencial Muito Baixo, observa-se que a extensão territorial abrange 38.895,49 km², representando 69% da área total do Estado, com ocorrência das subclasses MB1, MB2, MB3, MB4, MB6, MB7, MB8 e MB9, predominando a subclasse MB3. Essas classes ocorrem distribuídas por todo o Estado, notadamente em ambientes que apresentam solos de potencial pedológico Médio, Baixo e Muito Baixo, e em todas as cinco classes de aptidão climática. De acordo com EMBRAPA (2012), os fatores restritivos relacionados a este fato

estão associados às limitações de ordem pedológica, principalmente pela presença de pedregosidade, pequena profundidade efetiva, textura arenosa ou pela presença de relevo acidentado.

De acordo com PARAÍBA (1978), o Estado apresentava 2.902,4 km² de zona pedoclimática apta à cultura do sorgo, sendo considerado o cenário regular. Com este trabalho, sendo considerados três cenários pluviométricos, foram constatados para o cenário regular 3.247,23 km², estando assim com resultados bem próximos, e sua diferença é devido à utilização de um número maior de dados pluviométricos observados até a atualidade.

Referências bibliográficas

- ALDRICH, S. R.; SCOTT, W. O.; LENG, E. R. *Modern corn production*. 2. Ed. Champaign: A&L Publication, 1982. 371p.
- AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, A. E. de; CARAMORI, P. H.; GONÇALVES, S. L.; WREGE, M. S.; LAZZAROTTO, C.; LAMAS, F. M.; SANS, L. M. A. *Zoneamento agroecológico e definição da época de semeadura do algodoeiro no Brasil*. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.9, p.422-428, 2001.
- AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, A. E. de; BELTRÃO, N. E. de M. *Zoneamento agroecológico e época de semeadura para a mamoneira na Região Nordeste do Brasil*. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.9, n.3, p.551-556, 2001a.
- AMORIM NETO, M. da S.; BELTRÃO, N. E. de M.; MEDEIROS, J. da C. Indicadores edafoclimáticos para o zoneamento do algodoeiro arbóreo. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 10, 1997, Piracicaba. *Anais...* Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. p.369-371.
- ANJOS E SILVA, S. D. dos. 2004. Avaliação de cultivares de mamona em Pelotas – RS, Safra 2003/04. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 1, Campina Grande. *Anais...* Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2004.
- ARAÚJO, A. E. de; AMORIM NETO, M. da S.; BELTRÃO, N. E. de M. *Municípios aptos e épocas de plantio para o cultivo da mamoneira no Estado da Paraíba*. Revista de Oleaginosas e Fibrosas, v.4, n.2, p.103-110, 2000.
- ARRUDA, A. de S.; LOPES NETO, J. P.; MENDES, F. de A.; MARQUES, J. I.; LEITE, P. G. Propriedades físicas e de fluxo da farinha de mandioca para o dimensionamento de silos. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, CONTECC 2014, Teresina. *Anais...* Teresina, 2014.
- ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V. de; PEREIRA, A. R. *Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática*. Pelotas: UFPel, 1996. 161p.
- AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. *O agronegócio da mamona no Brasil*. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, cap.3, p.63-76, 2001.
- AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S. *Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (Ricinus communis L.) no Brasil*. Circular técnica, 25. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1997. 52p.

- BANDYOPADHYAY, R.; MWANGI, M.; AIGBE, S. O.; LESLIE, J. F. *Fusarium species from the cassava root rot complex in west Africa*. *Phytopathology*, v.96, n.6, p.673-676, 2006.
- BASTOS, E. A. *EMBRAPA Meio Norte*. Agência EMBRAPA de Informação Tecnológica. Arvore do conhecimento. Feijão Caupi. Clima. 2012. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao-caupi/arvore/CONTAG01_33_510200683536.html. Acesso em: 28 dez. 2015.
- BELTRÃO, N. E. M. *Clima regula produção e qualidade da fibra do algodoeiro*. *Visão Agrícola*, v.6, p.76-77. 2006.
- BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P.; AMORIM, M L. C. M. *Opções para a produção de biodiesel no semiárido brasileiro em regime de sequeiro: porque algodão e mamona*. EMBRAPA Algodão. Documentos, 220. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2009. 36p.
- BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA J. G. *Estresse hídrico (deficiência e excesso) e seus efeitos no crescimento inicial da mamoneira, cultivar BRS 188 Paraguaçu*. *Revista de Oleaginosas e Fibrosas*, v. 7, p.735-741, 2003.
- BELTRÃO, N. E. M., SILVA, L. C. *Os múltiplos usos do óleo da mamona (Ricinus communis L.) e a sua importância do seu cultivo no Brasil*. *Fibras e Óleos*, v.31, 1999.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F. *Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, n.2, p.243-249. 2006.
- BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. *Agrometeorologia do Milho* In: MONTEIRO, J. E. (Ed.). *Agrometeorologia dos Cultivos: Fator meteorológico na produção agrícola*. Brasília, INMET, 2009. 530p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do Solo*. São Paulo: Ícone, 1995. 355p.
- BEVILACQUA, L. B. *Sazonalidade da concentração de CO₂ atmosférico em uma área agrícola no RS*. 52f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Naturais e Exatas. Programa de Pós-Graduação em Física. RS, 2012.
- BONETT, L. P.; GONÇALVES-VIDIGAL, M. C.; SCHUELTER, A. R.; VIDIGAL FILHO, BRAGA, C. C.; SILVA, B. B. *Determinação de regiões pluviometricamente homogêneas no Estado da Paraíba*. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 6, Salvador. 1990. *Anais...* Salvador, p.200-205. 1990.

- BRAGA, C. C.; SILVA, B. B. Determinação de regiões pluviometricamente homogêneas no Estado da Paraíba. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 6, Salvador. *Anais...* Salvador, p.200-205. 1990.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. *Levantamento Exploratório e de Reconhecimento dos Solos do Estado da Paraíba*. Rio de Janeiro. (Boletins DPFS-EPE-MA, 15 - Pedologia 8). Convênio MA/CONTA/USAID/BRASIL, 1972.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. *Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN-Brasil*. Brasília-DF, 2005, 213p.
- BRITO NETO, J. F. DE; SOUZA, K.S. DE; GUEDES FILHO, D. H.; LACERDA, J. S. DE; COSTA, D. S.; SANTOS, D.P. DOS; SENA, G. S. A. DE. Avaliação dos componentes de produção da mamoneira em função de doses de calcário e fósforo. In: Reunião Brasileira de Manejo de Solo e Água, 2008. Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, 2008.
- BUSO, W. H. D.; MORGADO, H. S.; SILVA, L. B.; FRANÇA, A. F. S. *Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal*. PUBVET, v.5, n.23, 2011.
- CAMARGO, A. P.; ALFONSI, R. R., PINTO, H. S.; CHIARINI, J. V. Zoneamento de aptidão climática para culturas comerciais em áreas de cerrado. In: Simpósio sobre o Cerrado: bases para a utilização agropecuária, 4, *Anais...*Coord. MG. Ferri, Belo Horizonte, Ed. Itatiaia; São Paulo, EDUSP, 1977, p. 89-105.
- CARDOSO, M. J.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V.Q.; FROTA, A. B.; MELO, D. DE B. *Arranjo populacional no consórcio milho x feijão macassar (Vigna unguiculata (L.) Walp.) em regime de sequeiro*. Revista Ceres, Viçosa, v.41, n.233, p.19-27, 1994.
- CARDOSO, M. J.; MELO, F. B. Efeito da adubação fosfatada e da densidade de plantio na produtividade de grãos de feijão caupi em regime de sequeiro. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 23, 1998, Caxambú. *Anais...*Lavras: UFLA: SBSC: SBM, 1998. p.187.
- CARDOSO; C. E. L.; ALVES; R. N. B.; SANTANA, M. DO A.; LOPES, O. M. N. Custos de produção de mandioca no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Mandioca, 11, Campo Grande, 2005. *Anais...*Campo Grande, 2005.

- CARGNELUTTI FILHO, A.; MATZENAUER, R.; TRINDADE, J.K. DA. *Ajustes de funções de distribuição de probabilidade à radiação solar global no Estado do Rio Grande do Sul*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 39, p.1157-1166, 2004.
- CARMONA, M.; BELTRÃO, N. E. M.; ARAÚJO, J. M.; CORDÃO, F. P.; ARIAS, A. Breve história do algodão no Nordeste do Brasil. In: CARMONA, M.; BELTRÃO, N. E. M.; ARAÚJO, J. M.; CORDÃO, F. P.; ARIAS, A. *A reintrodução da cultura do algodão no semiárido do Brasil através do fortalecimento da agricultura familiar: um resultado prático da atuação do COEP*. Rio de Janeiro: Oficina Social. Centro de Tecnologia, Trabalho e Cidadania, 2005. p.19-21.
- CARVALHO, L. G. DE; OLIVEIRA, M. S. DE; ALVES, M DE C.; VIANELLO, R. L.; SEDIYAMA, G. C.; CASTRO NETO, P.; DANTAS, A. A. A. Clima. In: SCOLFORO, J. R. S.; CARVALHO, L. M. T.; OLIVEIRA, A. D. *Zoneamento ecológico-econômico do Estado de Minas Gerais*. Lavras: Editora UFLA, 2008. 161p. Disponível em: <<http://www.zee.mg.gov.br/>>. Acesso em: 24 fev. 2016.
- CATALUNHA, M. J.; SEDIYAMA, G. C.; LEAL, B. G.; SOARES, C. P.; RIBEIRO, A. B. *Aplicação de cinco funções densidade de probabilidade a séries de precipitação pluvial no Estado de Minas Gerais*. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.10, n.1, p.153-162, 2002.
- CAVALCANTE, F. de S.; DANTAS, J. S.; SANTOS, D.; CAMPOS, M. C. C. *Considerações sobre a utilização dos principais solos no Estado da Paraíba*. Revista Científica Eletrônica de Agronomia, v.4, n.8, p.1-10, 2005.
- CAVALCANTE, F. S. *Consortiação de mandioca e feijão comum: viabilidade da exploração em agricultura familiar na Microrregião do Brejo Paraibano*. 80f. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo e Água). Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.
- CAVALCANTI, E. P.; SILVA, E. D. V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8, 1994. Belo Horizonte, *Anais...*Belo Horizonte: SBMET, 1994, v.1, p.154-157.
- CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. de P. R.; SOUSA, F. de A. S. *Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, n.1, p.140-147, 2006.
- CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M. *Avaliação de barreiros e finalidade da água armazenada na região semiárida da Bahia*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, n.3, p.568-570, 2001.

- CERQUEIRA, L. S. *Variabilidade genética e teor de óleo em mamoneira visando ao melhoramento para região de baixa altitude*. 59f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, 2008.
- COELHO, A. M.; WAQUIL, J. M.; KARAM, D.; CASELA, C. R.; RIBAS, P. M. *Seja o doutor do seu sorgo*. Potafos: Arquivo do Agrônomo nº14, 24p. 2002.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. *Avaliação da Safra Agrícola 2006/2007 – Sétimo Levantamento*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Abril, 2007. Acesso em: 6 mar. 2016. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/simposios/8SBCMAC/8sbcmac-a046.pdf>>.
- CUENCA, M. A. G.; NAZÁRIO, C. C.; MANDARINO, D. C. *Aspectos agroeconômicos da cultura do milho: características e evolução da cultura no Estado da Paraíba entre 1990 e 2003*. (Documentos/EMBRAPA Tabuleiros Costeiros). EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. Aracaju, 2005. 31p. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2005/doc-80.pdf>. Acesso em: 2 maio 2016.
- DOORENBOS, J. *Agro-meteorological field stations*. Rome: FAO. Irrigation and Drainage Paper, 27, 1976. 94p.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. *Yield response to water*. Roma: FAO. Irrigation and Drainage Paper, 33, 1979. 193p.
- DUARTE JR., J. B.; COELHO, F. C. *A cana-de-açúcar em sistema de plantio direto comparado ao sistema convencional com e sem adubação*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 12, n. 6, p. 576-583, 2008.
- EL-SHARKAWY, M. A.; COCK, J. H.; PORTO, M. C. M. *Características fotossintéticas da mandioca (Manihot esculenta Crantz)*. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, v.1, n.2, p.143-154, 1989.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306 p.
- EMBRAPA. EMBRAPA Arroz e Feijão. Sistemas de Produção, 5. Versão eletrônica, Dez/2005. *Cultivo do Feijão Irrigado na Região Noroeste de Minas Gerais*. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoIrrigadoNoroesteMG/clima.htm>>. Acesso em: 25 fev. 2016.

EMBRAPA. EMBRAPA Meio-Norte. Sistemas de Produção, 2. Versão eletrônica, 2003. *Cultivo de Feijão-Caupi*. Disponível em:

<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoCaupi/clima1.htm>>. Acesso em: 12 out. 2015.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Milho e Sorgo. *Sistemas de produção: Cultivo do sorgo*. 4.ed. Sete Lagoas: 2008.

EMBRAPA. *Mandioca e Fruticultura*. 2016. Disponível em:

<http://www.embrapa.br/documents/1355135/1529009/Mandioca_Brasil_2013.pdf/f03ad3fa-7989-40e0-bc08-c1d18ebb6024>.

Acesso em: 25 fev, 2016.

EMBRAPA. *Manual de segurança e qualidade para a cultura do milho*. Brasília: EMBRAPA/Sede, 2004. 78p.

EMBRAPA. *Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas – ZAAL*. ViZon. EMBRAPA Solos, UEP Recife, 2013. CDROM.

EMBRAPA. *Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas*. Potencial Pedológico do Estado de Alagoas para Culturas Agrícolas.

Relatório Técnico. Convênios SEAGRI-AL/EMBRAPA Solos nº 10200.04/0126-6 e 10200.09/0134-5. Recife: EMBRAPA Solos, 2012.

123p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77202/1/Relatorio-Pot-Pedologico.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2014.

FAO. *Faostat*. 2010. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>>. Acesso em: 20 dez. 2015.

FARIAS, J. R. B.; ASSAD, E. D.; ALMEIDA, I. R.; EVANGELISTA, B. A.; LAZZAROTTO, C.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. *Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil*. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 9, n. 3, p. 415-421, 2001.

FRANCISCO, P. R. M. *Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas*. 122f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

Areia, 2010.

FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. de B.; LIMA, E. R. V. de. *Classificação de terras para mecanização agrícola e sua aplicação para o Estado da Paraíba*. Revista Educação Agrícola Superior, v.28, n.1, p.30-35, 2013.

FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. de B.; LIMA, E. R. V. de; SANTOS, D. *Tecnologia da geoinformação aplicada no mapeamento das terras à mecanização agrícola*. Revista Educação Agrícola Superior, v.29, n.1, p.45-51, 2014.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M. de; SANTOS, D.; MATOS, R. M. de. *Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba*. Revista Brasileira de Geografia Física, v.8, n.4, p.1006-1016, 2015c.

FRANCISCO, P. R. M.; PEDROZA, J. P.; BANDEIRA, M. M.; SILVA, L. L. DA S.; SANTOS, D. *Mapeamento da insolação do Estado da Paraíba utilizando krigagem*. Revista de Geografia, v.5, n.2, p.135-148, 2016.

FRANCISCO, P. R. M.; PEREIRA, F. C.; BANDEIRA, M. M.; MEDEIROS, R. M.; SILVA, M. J.; SILVA, J. V. N. *Mapeamento pedoclimático da cultura da mamona no Estado da Paraíba*. Revista de Geografia, v.30, n.3, p.132-145, 2013.

FRANCISCO; P. R. M.; MEDEIROS; R. M. de; MATOS, R. M. de; BANDEIRA, M. M.; SANTOS; D. *Análise e Mapeamento dos Índices de Umidade, Hídrico e Aridez através do BHC para o Estado da Paraíba*. Revista Brasileira de Geografia Física, v.8 n.4, p.1093-1108, 2015.

FRANCISCO; P. R. M.; MEDEIROS; R. M. de; MATOS, R. M. de; SANTOS; D. Variabilidade espaço-temporal das precipitações anuais do período úmido e seco no Estado da Paraíba. In: *Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia*. CONTECC' 2015. Fortaleza, 2015b.

FRANCISCO; P. R. M.; MEDEIROS; R. M. de; SANTOS; D.; BANDEIRA; M. M.; SILVA, L. L. da. Variabilidade da temperatura média do ar no Estado da Paraíba. In: *Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia*. CONTECC' 2015. Fortaleza, 2015a.

FRANCISCO; P. R. M.; MELLO, V. da S.; MARIA MARLE BANDEIRA, M. M.; MACEDO, F. L. de; SANTOS; D. *Discriminação de cenários pluviométricos do Estado da Paraíba utilizando distribuição Gama incompleta e teste Kolmogorov-Smirnov*. Revista Brasileira de Geografia Física, v.9, n.9, p.1206-1216, 2016a.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. *Feijão-caupi: avanços tecnológicos*. Brasília-DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2005. 519p.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; SANTOS, A. A. dos. Cultivares de caupi para a região Meio-Norte do Brasil. In: CARDOSO, M. J. (Org.). *A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil*. Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2000. 264p. (EMBRAPA Meio-Norte. Circular Técnica, 28).

FUKUDA, W. M. G.; IGLESIAS, C. *Desenvolvimento de germoplasma de mandioca para as condições semiáridas*. Revista Brasileira de Mandioca, v.14, n.1/2, p.17-38, 1995.

GLERIANI, J. M. *Concordância da aptidão agrícola das terras do Estado de São Paulo elaborada nos anos setenta com os dados do Censo Agropecuário do IBGE ano 95/96*. INPE. São José dos Campos. Julho, 2000.

GRANJEIRO, T. B.; CASTELLÓN, R. E. R.; ARAÚJO, F. M. M. C.; SILVA, S. M. S; FREIRE, E. A.; CAJAZEIRAS, J. B.; ANDRADE NETO, M.; GRANJEIRO, M. B.; CAVADA, B. S. Composição bioquímica da semente. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Eds.). *Feijão-caupi: avanços tecnológicos*. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2005. p.338-365.

GUIMARÃES, C. M. *Características morfo-fisiológicas do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) relacionadas com a resistência à seca*. 131p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, Campinas, 1992.

HARGREAVES, G. H. *Monthly precipitation probabilities for Northeast Brazil*. Logan: Utah State University, 1973. 423p.

HEINEMANN, A. B.; STONE, L. F.; SILVA, S. C. Feijão. In: MONEIRO, J. E. B. A (Ed.). *Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola*. Brasília, INMET, 2009. p.183-201.

HEMERLY, F. X. *Mamona: comportamento e tendências no Brasil*. EMBRAPA-DTC. Documentos, 2. Brasília: EMBRAPA-DID, 1981. 69p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em:

http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201007_7.shtm. Acesso em: 20 dez. 2012.

IBGE. Banco de Dados Agregados. Agricultura. *Produção. 2007*. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 jun. 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 mar. 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo agropecuário, 2006*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 26 maio 2014.

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola*: Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, v.29, n.3, p.1-81, 2015.
- IBGE. *Manual Técnico de Pedologia*. 2. ed. Rio de Janeiro. 2007.
- IBGE. *Produção Agrícola Municipal*. 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 18 dez. 2014.
- JACOMINE, P. K. T.; RIBEIRO, M. R.; BURGOS, N. *Aptidão Agrícola dos Solos da Região Nordeste*. EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Região Nordeste. BRASIL. Boletim Técnico, 42. Recife, 1975.
- KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. *Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijoeiro*. Santo Antônio de Goiás, EMBRAPA Arroz e Feijão, 2009. 452p.
- LACA-BUENDIA, J. P.; OLIVEIRA, P. de; PIRES, G. A. D.; SILVA FILHO, P. V. Estudo de época de plantio x cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. var. latifolium Hutch) nas principais regiões algodoeiras de Minas Gerais. In: EPAMIG (Belo Horizonte, MG). *Projeto Algodão*, Relatório 1980/92. p. 594-596, 1997.
- LACERDA, C. F.; CARVALHO, C. M.; VIEIRA, M. R.; NOBRE, J. G. A.; NEVES, A. L. LEITE, M. L.; RODRIGUES, J. D.; VIRGENS FILHO, J. S. *Avaliação de cultivares de caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp.) quanto à produtividade e componentes de produtividade, sob condições de estufa plástica*. Revista de Agricultura, v.72, n.3, p.375-385, 1997.
- LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. *Cultivo do Sorgo*. Clima. EMBRAPA Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 2. Versão Eletrônica, 6ª edição. 2010. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/cultivares.htm>. Acesso em: 17 mar. 2016.
- LEITE, M. L.; RODRIGUES, J. D.; VIRGENS FILHO, J. S. *Avaliação de cultivares de caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp.) quanto à produtividade e componentes de produtividade, sob condições de estufa plástica*. Revista de Agricultura, v.72, n.3, p.375-385, 1997.
- LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. *Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso*. 4.a Aprox. Campinas: SBCS. 1996. 175p.

- LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. B.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C. *Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre – ES*. Revista Ciência Agronômica, v.39, n.2, p.327-332, 2008.
- LOGUERCIO, L. L.; CARNEIRO, N. P.; CARNEIRO, A. A. *Milho Bt: Alternativa biotecnológica para controle biológico de insetos-praga*. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento, n.24, p.46-52, 2002.
- LOYOLA, J. M. T; PREVEDELLO, C. L. *Modelos analíticos para predição do processo da redistribuição da água no solo*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.27, p.783-787, 2003.
- LUZ, L. R. Q. P. da; BARROS, A. H. C. LEITE, A. P.; ARAÚJO FILHO, J. C.; SANTOS, J. C. P. dos; OLIVEIRA NETO, M. B. de; SILVA, A. B. da; PARAHYBA, R. da B. V. *Aptidão pedoclimática para a cultura da mandioca (Manihot Esculenta Crantz) no Estado de Alagoas*. Dados eletrônicos. Documentos/EMBRAPA Solos, ISSN 1517-2627; 146. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2011. 38p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/91555/1/DOC-146-Mandioca-Alagoas.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2015.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. *Ecofisiologia*. In: RODRIGUES, J. A. S. *Cultivo do sorgo*. Sistema de produção 2. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2010. Versão eletrônica, 6.a ed. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/ecofisiologia.htm>. Acesso em: 5 maio 2016.
- MALDANER, L. J.; HORING, K.; SCHNEIDER, J. F.; FRIGO, J. P.; AZEVEDO, K. D. DE; GRZESIUCK, A. E. *Exigência agroclimática da cultura do milho (Zea mays)*. Revista Brasileira de Energias Renováveis, v.3, p.13-23, 2014.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema Integrado de Legislação. BINAGRI SISLEGIS. *Portaria 212/2014, de 24/11/2014*. 2014. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1955156079>>. Acesso em: 11 mar. 2016.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema Integrado de Legislação. BINAGRI SISLEGIS. *Portaria 233/2014, de 24/11/2014*. 2014. Disponível em:

<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=304999056>>. Acesso em: 16 mar. 2016.

MARQUES, F. A.; ARAÚJO FILHO, J. C. de; BARROS, A. H. C.; LOPES, E. H. B.; BARBOSA, G. M. N. Aptidão pedoclimática das culturas dos feijões caupi e comum para o Estado de Alagoas. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do solo. Uberlândia, 2010. *Anais...Uberlândia*: RBCS, 2010. p. 1-4.

MASSEY JR, F. J. *The Kolmogorov-Smirnov test of goodness of fit. Journal of American Statistical Association*, v.46, p.68-78. 1980.

MELO, E. S.; SANTANA, F. S. de; CARDOSO, C. E. L. Viabilidade econômica da produção de mandioca em pequena escala. In: Congresso Brasileiro de Mandioca, 11, Campo Grande, 2005. *Anais...Campo Grande*, 2005.

MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; SALVIANO, A. A. C. Fertilidade do Solo e Adubação. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A.; RIBEIRO, V. Q. *Feijão-caupi: avanços tecnológicos*. Brasília-DF: EMBRAPA Informação Tecnológica 2005. Cap.6, p.229-242.

MENEZES, H. E. A.; BRITO, J. I. B. de; LIMA, R. A. F. de A. *Veranico e a produção agrícola no Estado da Paraíba, Brasil*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.2, p.181-186. 2010.

MIELKE, P. W. *Simple iterative procedures for two-parameter gamma distribution maximum likelihood estimates*. Journal of App. Meteorology, v.15, n.12, p.181-183. 1976.

MONTANARI, R.; CARVALHO, M. de P. E.; ANDREOTTI, M.; DALCHIAVON, F. C.; LOVERA, L. H.; HONORATO, M. A. de O. *Aspectos da produtividade do feijão correlacionados com atributos físicos do solo sob elevado nível tecnológico de manejo*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.34, p.1811-1822, 2010.

MOREIRA, J. A. A.; AZEVEDO, J. A.; STONE, L. F.; CAIXETA, T. J. Irrigação. In: ZIMMERMANN, M. I. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p.317-340, 1988.

MOSIÑO, P. A. *The variability of rainfall in Mexico and its determination by means of gamma distribution*. Geografiska Annaler, v.63, n.1/2, p.1-10, 1981.

- MOREIRA, P. S. P.; DALLACORT, R.; MAGALHÃES, R. A.; INOUE, M. H.; STIELER, M. C.; SILVA, D. J. da; MARTINS, J. A. *Distribuição e probabilidade de ocorrência de chuvas no município de Nova Maringá-MT*. Revista de Ciências Agroambientais, v.8, n.1, p.9-20. 2010.
- MURTA, R. M.; TEODORO, S. M.; BONOMO, P.; CHAVES, M. A. *Precipitação pluvial mensal em níveis de probabilidade pela distribuição gama para duas localidades do sudoeste da Bahia*. Ciência e Agrotecnologia, v.29, n.5, p.988-994, 2005.
- OLIVEIRA, R. C. S.; MEDEIROS, R. M. DE; COSTA NETO, F. DE A.; GOMES FILHO, M. F. Estudo das oscilações da temperatura máxima do ar e precipitação em Lagoa Seca-PB visando mudanças climáticas. In: Workshop de Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco e III Workshop Internacional sobre Mudanças Climáticas e Biodiversidade, 6, Recife, 2014. *Anais...Recife*, 2014.
- PARAÍBA. Governo do Estado. Secretaria de Agricultura e Abastecimento – CEPA-PB. *Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba*. Relatório ZAP-B-D-2146/1. UFPB-Eletro Consult Ltda., 1978. 448p.
- PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. *PERH-PB: Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo & Atlas*. Brasília, DF, 2006. 112p.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Zoneamento agroclimático. In: ANGELOCCI, L. R.; PEREIRA, A. R.; SENTELHAS, P. C. *Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas*. Guaíba: Agropecuária, 2002. p.433-443.
- PEREIRA, J. R. *Zoneamento e época de plantio da mamoneira para o nordeste brasileiro*. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2003.
- PORTELA, J. C.; COGO, N. P.; AMARAL, A. J.; GILLIES, L.; BAGATINI, L.; CHAGAS, J. P.; PORTZ, G. *Hidrogramas e sedimentogramas associados à erosão hídrica em solo cultivado com diferentes sequências culturais, com diferentes condições físicas na superfície*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.35, p.225-240, 2011.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. *Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras*. 3.a ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65p.
- RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, L. C. *Aptidão agrícola das terras do Brasil: potencial de terras e análise dos principais métodos de avaliação*. Rio de Janeiro, EMBRAPA Solos, 1999. 36p.
- REDDY, K. R.; HODGES, H. F.; MCKINION, J. M. *Carbon dioxide and temperature effects on pima cotton development*. Agronomy Journal, v.87, p.820-826, 1995.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. *Propriedades físicas do solo*. Santa Maria, 2006.

ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. *Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo*. *Bragantia*, v.66, p.711-720. 2007.

ROSOLEM C. A. Fenologia e ecofisiologia no manejo do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. Ed. *Algodão no Cerrado do Brasil*. Brasília: ABRAPA, 2007. 918p.

SAMPAIO, S. C.; QUEIROZ, M. M. F.; FRIGO, E. P.; LONGO, A. J.; SUSZEK, M. *Estimativa e distribuição de precipitações decendiais para o Estado do Paraná*. *Irriga*, v.12, n.1, p.38-53, 2007.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. *Manual de descrição e coleta de solos no campo*. 5.ed. Viçosa, SBCS, 2005. 92p.

SAWAZAKI, E. Sorgo forrageiro. In: *Boletim 200: Instruções Agrícolas para as principais culturas econômicas*. 6 ed. Campinas, p.44-45, 1998.

SEVERINO, L. S.; MILANI, M.; MORAES, C. R. de A.; GONDIM, T. M. de S.; CARDOSO, G. D. *Avaliação da produtividade e teor de óleo de dez genótipos de mamoneira cultivados em altitude inferior a 300 metros*. *Revista Ciência Agronômica*, n.37, p.188-194, 2006.

SILVA DA, S. T. *A Influência do El Niño-Oscilação Sul na distribuição espacial da precipitação no Estado da Paraíba*. 63p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande. 1996.

SILVA, A. B. da; AMARAL, A. J. do; SANTOS, J. C. P. dos; GOMES, E. C.; MARQUES, F. A.; OLIVEIRA NETO, M. B. de. Potencial pedológico do Estado de Alagoas para o cultivo de cana-de-açúcar em manejo com alta tecnologia. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 34, Florianópolis. *Anais...Florianópolis*, 2013.

SILVA, A. da. *Mamona: potencialidades agroindustriais do Nordeste brasileiro*. Recife: SUDENE-ADR, 154p. 1983.

SILVA, A. J. N.; RIBEIRO, M. R.; CARVALHO, F. G.; SILVA, V. N.; SILVA, L. E. S. F. *Impact of sugarcane cultivation on soil carbon fractions, consistence limits and aggregate stability of a Yellow Latosol in Northeast Brazil*. *Soil Tillage Research*, v. 94, p. 420-424, 2007.

- SILVA, A. P. da; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, S. I. J.; NEVES JUNIOR, A. F. Intervalo hídrico ótimo e sua importância para as plantas. In: *Tópicos em Ciência do Solo*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 1, p.1-30p. 2009.
- SILVA, M. C. L.; BRITO, J. I. B.; COSTA, A. M. N. Proposta de monitoramento da precipitação pluvial no Estado da Paraíba utilizando a técnica dos Quantis. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, XIII, Fortaleza-CE. *Anais...SBMET*. 2004.
- SILVA, S. C. DA; STEINMETZ, S. *Cultivo do Feijoeiro Comum*. Clima. EMBRAPA Arroz e Feijão. Sistemas de Produção, 2. Versão eletrônica, 2003. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/clima.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2016.
- SILVA; A. B. da; AMARAL, A. J. do; BARROS; A. H. C.; ACCIOLY, L. J. de O.; SANTOS, J. C. P. dos; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA NETO, M. B. de; PARAYBA, R. da B. V.; GOMES, E. C. Potencial Pedoclimático do Estado de Alagoas para a Cultura do Milho em Manejo com Alta Tecnologia, Manejo e Cenário Chuvoso Regular. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 29, Águas de Lindoia, 2012. *Anais... Águas de Lindoia, 2012*.
- SNIDER, J. L.; KAWAKAMI, E. M. Efeito da temperatura no desenvolvimento do algodoeiro. In. ECHER, F. R. (Ed.). *O algodoeiro e os estresses abióticos - temperatura, luz, água*. Cuiabá: IMAmt, 2014. 123p.
- SNIDER, J. L.; OOSTERHUIS, D. M. Heat stress and pollen-pistil interactions. In: OOSTERHUIS, D. M.; COTHREN, J. T. (Eds). *Flowering and fruiting in cotton*. Cordova: The Cotton Foudation, 2012. 245p.
- SNIDER, J. L.; OOSTERHUIS, D. M.; SKULMAN, B. W.; KAWAKAMI, E. M. *Heat stress-induced limitations to reproductive success in Gossypium hirsutum*. *Physiologia Plantarum*. v.137, p.125-138. 2009.
- SOUSA, R. F. de; MOTTA, J. D.; GONZAGA, E. da N.; FERNANDES, M. de F.; SANTOS, M. J. dos. *Aptidão agrícola do assentamento Venâncio Tomé de Araújo para a cultura do sorgo (Sorghum Bicolor - L. Moench)*. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.3, n.2, 2003.
- SOUZA, K. S. de; OLIVEIRA, F. A. de; GUEDES FILHO, D. H.; BRITO NETO, J. F. de. *Avaliação dos componentes de produção da mamoneira em função de doses de calcário e fósforo*. *Revista Caatinga*. Mossoró, v.22, p.116-122, 2009.

- SOUZA, L. D.; SOUZA, L. S. Clima e solo. In: MATTOS, P. L. P.; GOMES, J. C. *O cultivo da mandioca*. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical. Circular Técnica, 37. Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical, 2000. p.11-13.
- TABOSA, J. N. REIS, O. V. dos; BRITO, A. R. M. B.; MONTEIRO, M. C. D.; SIMPLÍCIO, J. B.; OLIVEIRA, J. A. C. DE; SILVA, F. G. da; NETO, A. D. A.; DIAS, F. M.; LIRA, M. A.; FILHO, J. J. T.; NASCIMENTO, M. M. A. do; LIMA, L. E. de; CARVALHO, H. W. L. de; OLIVEIRA, L. R. de. *Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecológicos dos Estados de Pernambuco e Alagoas*. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.1, p.47-58, 2002.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 2ª edição. Editora Artmed, 2000, 719p.
- TÁVORA, F. J. A. *A cultura da mamona*. Fortaleza: EPACE, 111p. 1982.
- TENNAKOON, S. B.; MILROY, S. P. *Crop water use efficiency on irrigated cotton farms in Australia*. Agricultural Water Management, v.61, p.179-194, 2003.
- THOM, H. C. S. *A note on the gama distribution*. Monthly Weather Review, v.86, p.117-122. 1958.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. *The water balance*. Publications in Climatology – Drexel Institute of Technology, v.8, n.1, p.1-86, 1955.
- UNICA. *Dados e cotações: estatísticas*. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>>. Acesso em: 13 abr. 2009.
- UNITED STATES. Department of Agriculture. *Soil Survey Division. Soil Conservation Service. Soil Survey Staff. Soil Survey Manual*. Rev. enlarge. ed. Washington, D.C., 1993. 437p. (USDA. Agriculture Handbook, 18).
- VAREJÃO-SILVA, M. A. *Meteorologia e climatologia*. Brasília, DF: INMET, 515p. 2001.
- VAREJÃO-SILVA, M. A. *Meteorologia e climatologia*. Recife: INMET, 2006.
- VAREJÃO-SILVA, M. A.; BRAGA, C. C.; AGUIAR M. J. N.; NIETZCHE, M. H.; SILVA, B. B. *Atlas Climatológico do Estado da Paraíba*. UFPB, Campina Grande, 1984.
- VAREJÃO-SILVA, M. A.; BARROS, A. H. C. *Zoneamento de aptidão climática do Estado de Pernambuco para três distintos cenários pluviométricos*. Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária de Pernambuco, Recife, PE, 2002, 51p.

- VAREJÃO-SILVA, M. A.; BARROS, A. H. C. *Zoneamento de aptidão climática do Estado de Pernambuco para três distintos cenários pluviométricos*. Recife: COTEC/DATA AGROS/SPRRA-PE, 38p. (Relatório Técnico). 2001.
- VEZZANI, F. M. *et al.* Matéria orgânica e qualidade de solo. In: SANTOS, G. A. *et al.* (Ed.). *Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: Ecossistemas Tropicais e Subtropicais*. 2 ed. ver. e atual. Porto Alegre, Metrópole, 2008. 654p.
- VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. *Meteorologia básica e aplicações*. Viçosa: Imprensa Universitária, UFV, 1991. 449p.
- VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. *Feijão: Aspectos gerais e cultura no Estado de Minas*. 2.ed. Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa, p. 600, 2006.
- VIEIRA, J. P. G.; SOUZA, M. J. H. de; TEIXEIRA, J. M.; CARVALHO, F. P. de. *Estudo da precipitação mensal durante a estação chuvosa em Diamantina, Minas Gerais*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.7. 2010.
- WALDHEIM, P. V.; CARVALHO, V. S. B.; CORREA, E.; FRANÇA, J. R. A. *Zoneamento Climático da Cana-de-Açúcar, da Laranja e do Algodão Herbáceo para a Região Nordeste do Brasil*. Anuário do Instituto de Geociências, v.29, p.30-43, 2006.
- WEISS, E. A. *Oilseed crops*. London: Longman, 1983. 660p.
- WREGE, M. S.; ANJOS E SILVA, S. D. dos; GARRASTAZU, M. C.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; HERTER, F. G.; MATZENAUER, R. *Zoneamento agroclimático para mamona no Rio Grande do Sul. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 28p. (EMBRAPA Clima Temperado. Documentos, 192). 2007.*