

**Potencial Pedoclimático do Estado de Alagoas para a Cultura do Sorgo
[*Sorghum bicolor* (L). Moench]**



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 259

Potencial Pedoclimático do Estado de Alagoas para a Cultura do Sorgo [*Sorghum bicolor* (L). Moench]

Alexandre Hugo Cezar Barros
Roberto da Boa Viagem Parahyba
José Nildo Tabosa
Flávio Adriano Marques
André Julio do Amaral
Elmo Clarck Gomes
Manoel Batista de Oliveira Neto
Ademar Barros da Silva
José Carlos Pereira dos Santos

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1024. Jardim Botânico. CEP: 22460-000

Rio de Janeiro, RJ

Fone: + 55 (21) 2179-4500

Fax: + 55 (21) 2179-5291

<https://www.embrapa.br>

<https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/>

Comitê de Publicações da Embrapa Solos

Presidente: *José Carlos Polidoro*

Secretário-Executivo: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Membros: *Ademar Barros da Silva, Adriana Vieira de C. de Moraes, Alba Leonor da Silva Martins, Cesar da Silva Chagas, Enyomara Lourenço Silva, Evaldo de Paiva Lima, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Luciana Sampaio de Araujo, Maria Regina Laforet, Maurício Rizzato Coelho, Moema de Almeida Batista, Wenceslau Geraldes Teixeira*

Supervisão editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Revisão de texto: *André Luiz da Silva Lopes*

Normalização bibliográfica: *Enyomara Lourenço Silva*
Luciana Sampaio de Araujo

Editoração eletrônica: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Foto da capa: *José Nildo Tabosa*

1ª edição

On-line (2017)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Solos

Potencial Pedoclimático do Estado de Alagoas para a Cultura do Sorgo [Sorghum bicolor (L). Moench] / Alexandre Hugo Cezar Barros ... [et al.]. – Dados eletrônicos. – Rio de Janeiro, RJ : Embrapa Solos, 2017.

71 p. : il. color. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892 ; 259).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: <<https://www.embrapa.br/solos/publicacoes>>.

Título da página da Web (acesso em 20 out. 2017).

1. Aptidão agrícola. 2. Aptidão climática. 3. Sorgo. I. Barros, Alexandre Hugo Cezar. II. Parahyba, Roberto da Boa Viagem. III. Tabosa, José Nildo. IV. Marques, Flávio Adriano. V. Amaral, André Júlio do. VI. Gomes, Elmo Clark. VII. Oliveira Neto, Manoel Batista de. VIII. Silva, Ademar Barros da. IX. Santos, José Carlos Pereira dos. X. Embrapa Solos. XI. Série.

CDD 631.47

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	12
Resultados e Discussão	43
Conclusões	67
Referências	68

Potencial Pedoclimático do Estado de Alagoas para a Cultura do Sorgo [*Sorghum bicolor* (L). Moench]

*Alexandre Hugo Cezar Barros*¹

*Roberto da Boa Viagem Parahyba*²

*José Nildo Tabosa*³

*Flávio Adriano Marques*⁴

*André Julio do Amaral*⁴

*Elmo Clarck Gomes*⁵

*Manoel Batista de Oliveira Neto*⁶

*Ademar Barros da Silva*⁴

*José Carlos Pereira dos Santos*⁶

Resumo

O potencial pedoclimático de ambientes para culturas agrícolas depende da natureza dos solos, da sua relação com a paisagem, do clima e das exigências das culturas. O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial pedoclimático do Estado de Alagoas para a cultura do sorgo. Para obtenção do potencial pedoclimático, foram cruzadas as informações do potencial dos solos, obtidas considerando dois níveis tecnológicos para o manejo das terras e da cultura (média tecnologia ou Manejo B, e alta tecnologia ou Manejo C), com as informações obtidas para a aptidão climática da cultura considerando três cenários pluviométricos:

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Física do Ambiente Agrícola, pesquisador da Embrapa Solos-Unidade de Execução de Pesquisa, Recife, PE.

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Geografia, pesquisador da Embrapa Solos-Unidade de Execução de Pesquisa, Recife, PE.

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Técnicas energéticas e nucleares aplicadas no fitomelhoramento, pesquisador do IPA - Instituto Agronômico de Pernambuco, Recife, PE.

⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Solos-Unidade de Execução de Pesquisa, Recife, PE.

⁵ Engenheiro-agrônomo, Recife, PE.

⁶ Engenheiro-agrônomo, mestre em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Solos-Unidade de Execução de Pesquisa, Recife, PE.

anos chuvosos, anos regulares e anos secos. O cruzamento das informações foi realizado por meio de técnicas de geoprocessamento com o auxílio do software ArcGis, obtendo-se os mapas do potencial pedoclimático. O resultado das interpretações foi organizado em quatro classes de potencial pedoclimático: Preferencial, Médio, Baixo e Muito Baixo. A localização geográfica e as áreas de abrangência de cada uma dessas classes de potencial encontram-se disponibilizadas na forma de mapas e tabelas. Os resultados indicam que a extensão territorial das classes de potencial pedoclimático apresenta variações importantes em função da cultura, do nível de manejo adotado e do cenário pluviométrico considerado. Em geral, as áreas com potencial Preferencial estão localizadas nas mesorregiões do Agreste e do Leste Alagoanos, onde as condições de solo e de clima são mais favoráveis para o cultivo agrícola. Essas áreas se destacam quando se considera o manejo com alta tecnologia (Manejo C). Os ambientes com potencial Médio têm ocorrência dispersa nas diferentes regiões do estado, com áreas bastante expressivas quando se considera o manejo com média tecnologia (Manejo B). As áreas que apresentam potenciais Baixo e Muito Baixo localizam-se, em sua maior parte, na região Oeste do estado, sobretudo no Sertão, onde as limitações de solo e de clima semiárido são mais intensas. Os referidos potenciais também ocorrem na zona úmida costeira, principalmente nos ambientes onde o relevo impõe fortes restrições de uso e manejo do solo e da cultura, independentemente do nível de manejo considerado.

Termos para indexação: aptidão agrícola das terras, aptidão climática, potencial pedológico, geoprocessamento, clima semiárido.

Pedoclimatic Potential for Sorghum [*Sorghum bicolor* (L). Moench] of Alagoas State, Brazil

Abstract

*The pedoclimatic potential of environments for crops depends on the nature of the soil, its relationship with the landscape, climate and crop demands. The objective of this study was to evaluate the pedoclimatic potential for sorghum [*Sorghum bicolor* (L). Moench] crop of the State of Alagoas, in the Northeast Region of Brazil. For this purpose, it was used information of soil potential for sorghum crop under two land and crop management levels and climate suitability for three rainfall scenarios. As regards land and crop management the information used comprised two technological levels: management B or medium technology, in which agricultural practices demand moderate capital and research results in the management, conservation and improvement of land and crop conditions; and management C or high technology, in which agricultural practices demand an intensive application of capital and research results in the management, improvement and conservation of the conditions of land and crops]. Regarding pluviometry, the information referred to rainy, regular and dry years. The crossing of these information was done using geoprocessing techniques with the aid of ArcGis software to obtain the pedoclimatic potential maps. The results of the work are presented considering the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) division of the state into three mesoregions, 1) Leste Alagoano, the eastern, relatively humid coastal*

zone, 2) Sertão Alagoano, the western, semiarid hinterland, and 3) Agreste Alagoano, the transitional zone between the Leste and Sertão Alagoano mesoregions.

The interpretation of the results was organized into four classes of pedoclimatic potential: Preferential, Medium, Low and Very Low. The geographic location and the coverage areas of each one of these classes are shown in maps and tables. The results indicate that the territorial extension of the pedoclimatic potential areas show important variations according to crop, management level and rainfall scenario.

Generally, Preferential pedoclimatic potential areas are located in Agreste and Leste Alagoano mesoregions, where soil and climate conditions are more favourable for crops. Those areas are conspicuous when C management (high technology) is considered. The environments with Medium potential occurs dispersively through the different regions of the State, with significant areas mainly under B management (medium technology). The areas with Low to Very Low Medium potential are mainly in the hinterland, in the West region of the state, where the soil and climate conditions are less favourable for crops. These potentials also occur in the humid coastal zone, especially in environments where the relief imposes strong restrictions on the use and management of soil and crop, regardless of the level of management considered.

Index terms: land agricultural suitability, climatic suitability, pedological potential, geoprocessing, semi-arid climate.

Introdução

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L). Moench] é uma planta de origem tropical, bem adaptada a regiões áridas e semiáridas, exigindo clima quente para poder expressar o seu potencial produtivo. O sorgo é considerado o quinto cereal mais importante do mundo, em termos de produção e área cultivada, sendo que a Ásia e a África correspondem por aproximadamente 90% da área plantada, entretanto os EUA são os maiores produtores do mundo com aproximadamente 25% da produção mundial. Na América Latina, países como Argentina, Venezuela, Colômbia e México possuem produções significantes (SILVA, 2011).

De acordo com Ribas (2003), a área cultivada com sorgo deu um salto extraordinário a partir do início dos anos 90. A partir dessa década, a área destinada ao cultivo do sorgo só faz crescer. De acordo com a Embrapa (2016), a cultura do sorgo apresentou expressiva expansão nos últimos anos agrícolas. Do ponto de vista agrônômico, este crescimento é explicado, principalmente, pelo alto potencial de produção de grãos e matéria seca da cultura, além da sua extraordinária capacidade de suportar estresses ambientais

A produção do sorgo no Brasil é destinada à produção animal, sendo muito utilizado como substituto do milho pelas indústrias de ração e como biomassa de corte, entretanto, é mais utilizado na forma de feno e silagem para ruminantes (CABRAL FILHO, 2004). De fato, o sorgo produzido no Brasil é praticamente todo consumido na alimentação animal.

A cultura, com características xerófilas, é considerada tolerante a períodos secos, notadamente em regiões do Nordeste do Brasil. O sorgo é uma gramínea de dia curto e com altas taxas fotossintéticas. A maioria dos materiais genéticos de sorgo requerem temperaturas superiores a 21 °C para um bom crescimento e desenvolvimento. A planta de sorgo tolera mais o déficit de água e o excesso de umidade no solo do que a maioria dos outros cereais. Além disso, o sorgo forrageiro, granífero e o sacarino são espécimes que podem ser cultivadas numa ampla faixa de condições de solo e de clima (TABOSA et al., 2002; EMBRAPA, 2016).

A cultura sorgo desponta como uma alternativa para complementar a alimentação de animais, principalmente em substituição ao milho para o setor avícola. Em períodos de poucas chuvas, o sorgo é estratégico devido à sua alta tolerância a estiagem agrícola, proporcionando colheitas capazes de alimentar os animais e proporcionar renda para agricultores familiares.

O sorgo é uma cultura alternativa, em relação ao milho, que oferece menor risco de frustração da safra e possibilidade de produção de forragem, onde as condições de solo e escassez de água limitam a produção da maioria das outras plantas forrageiras (SILVA, 2011). De fato, o sorgo é mais resistente ao estresse hídrico do que o milho, mas não é resistente à seca prolongada e depende de boas práticas culturais para atingir produtividades melhores (EMBRAPA, 2016).

Essa cultura se desenvolve nas regiões de precipitações pluviais irregulares e temperaturas ambientais relativamente altas. Possui boa rusticidade, aclimatando-se às mais variadas altitudes e latitudes. Apresenta um ciclo fenológico médio de quatro meses. Desenvolve-se melhor à temperatura média de 26 °C e requer durante o seu ciclo uma precipitação pluvial de cerca de 550 mm. Segundo Sans et al. (2003), o consumo de água pelo sorgo varia entre 380 mm e 600 mm durante o ciclo, dependendo principalmente das condições ambientais (climáticas) dominantes.

Vale salientar, ainda, que sob condições adequadas de irrigação e de adubação, a produtividade do sorgo é elevada e pode alcançar valores da ordem de 194 t ha⁻¹ de matéria verde e 57 t ha⁻¹ de matéria seca, em um único corte, evidenciando todo o potencial de produção do sorgo (TABOSA et al., 2010).

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 variedades são relativamente tolerantes à salinidade (condutividade elétrica do extrato de saturação do solo – CEes – até 8,0 dS m⁻¹). Para alcançar boas produtividades, o sorgo requer solos profundos e bem drenados, ricos em matéria orgânica (30 g kg⁻¹),

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).

As variedades de sorgo, com base em atributos morfológicos e finalidade de produção, são classificadas em: granífero, forrageiro, sacarino e vassoura (RUAS et al., 1988).

O sorgo granífero é utilizado na alimentação humana e animal – aves, suínos, bovinos, etc. Na alimentação humana é utilizado basicamente na forma de farinha. Já na alimentação animal é utilizado como fonte energética em rações balanceadas, cuja composição química é semelhante ao milho. Entretanto, seu valor nutritivo é ligeiramente inferior. O sorgo granífero pode ser utilizado pela indústria para a produção de amido, farinha, cerveja, cera, óleo comestível, entre outros produtos.

O sorgo forrageiro é importante para alimentação animal devido ao elevado potencial de produção, boa adequação à mecanização, boa fonte de energia e adaptação a regiões com clima semiárido dominante. O sorgo sacarino é cultivado principalmente nos Estados Unidos com a finalidade de produção de xarope, que substitui o açúcar como adoçante em indústrias. Pode ser ainda utilizado na produção de etanol.

O sorgo vassoura é cultivado principalmente na região Sul do Brasil. Suas panículas possuem características especiais, que as tornam adequadas para a fabricação de vassouras e escovas.

O potencial de rendimento de grãos de sorgo, normalmente, pode ultrapassar 10 t ha^{-1} e 7 t ha^{-1} , respectivamente, no verão e em plantios de sucessão. No entanto, a produtividade média alcançada nas lavouras brasileiras está em torno de $2,4\text{ t ha}^{-1}$ (TARDIN et al, 2008). Isto ocorre porque a maioria dos agricultores cultiva o sorgo em condições marginais, sem adoção de “novas” tecnologias.

Nos últimos anos, o semiárido da região Nordeste tem enfrentado estiagens agrícolas de forma generalizada, tornando as espécies de elevada tolerância a seca como as únicas opções ao plantio de sequeiro. Nesse período, no Estado de Alagoas, observou-se maiores incentivos para o plantio da cultura do sorgo de forma ordenada, com o apoio do Governo de Alagoas.

Para entender melhor os ambientes do estado, em especial o seu potencial produtivo para a cultura do sorgo, foi realizado o presente trabalho, que teve por objetivo associar as informações do potencial pedológico e da aptidão climática da cultura, conforme a sua exigência e, assim, obter o potencial pedoclimático do estado. Espera-se que as informações geradas sirvam de instrumento para subsidiar a indicação de áreas prioritárias e auxiliar no planejamento de uso das terras com base em princípios de conservação dos recursos naturais no estado de Alagoas.

Este trabalho foi possível graças ao esforço integrado do Governo do Estado de Alagoas, por meio de sua Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Agrário, e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), por meio da Embrapa Solos UEP Recife.

Material e Métodos

Área de Estudo

O Estado de Alagoas está situado na região Nordeste do Brasil, abrangendo uma área de aproximadamente 27.767 km², representando 0,33% do território nacional. Localiza-se entre os paralelos 8°48'12" e 10°29'12" de Latitude Sul e entre os meridianos 35°09'36" e 38°13'54" de Longitude a Oeste de Greenwich. Limita-se ao Norte e Oeste com o Estado de Pernambuco, ao Sul com os estados de Sergipe e Bahia e a Leste com o Oceano Atlântico (Figura 1). Possui 339 km na direção Leste-Oeste e 186 km na direção Norte-Sul. O estado está dividido em três mesorregiões: Leste Alagoano (Litoral e Mata), Agreste e Sertão, possui 102 municípios, dos quais os mais populosos são: Maceió (capital), Arapiraca, Palmeira dos Índios, Rio Largo, Penedo, União dos Palmares, São Miguel dos Campos, Santana do Ipanema, Delmiro Gouveia, Coruripe, Marechal Deodoro e Campo Alegre. O estado possui uma população residente de 3.120.500 pessoas, com densidade de 112 habitantes km² (IBGE, 2010).

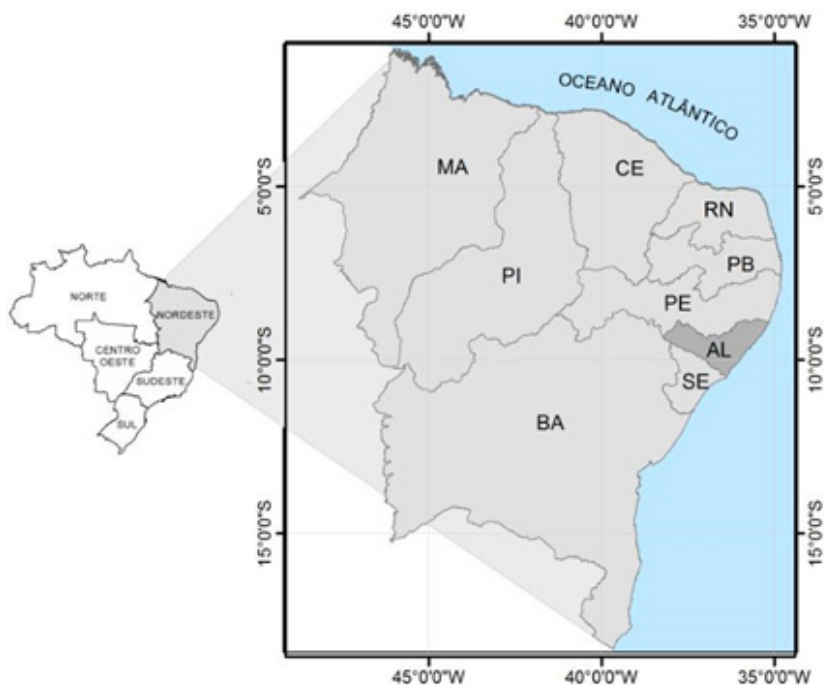


Figura 1. Localização do Estado de Alagoas na região Nordeste do Brasil.

Potencial Pedológico

Aspectos Gerais

Na avaliação do potencial pedológico foram consideradas as exigências e os fatores restritivos para o crescimento e desenvolvimento do sorgo, englobando as características dos solos nos diversos ambientes, e uso de dois níveis tecnológicos de manejo (média e alta tecnologias). Neste estudo, as exigências da cultura quanto ao solo foram estabelecidas com base em informações disponíveis na literatura (UNITED STATES, 1954; UNITED STATES, 1993; KIEHL, 1979; DAKER, 1984; BERNARDO, 1989; SANTOS et al., 2005; SANTOS et al., 2013; RAMALHO FILHO; BEEK, 1995; LEPSCH et al., 1983; OLIVEIRA et al., 1992; SUMNER et al., 1998) e, especialmente, observando as metodologias de avaliação da aptidão pedológica disponíveis no Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco – ZAPE (SILVA et al., 2001). Pesquisadores e

técnicos da Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Agrário do Estado de Alagoas, professores da Universidade Federal de Alagoas, técnicos do setor privado e agricultores também foram consultados.

Em relação aos manejos adotados, considerou-se a condição técnica e socioeconômica do agricultor para o uso e manejo das terras e das lavouras, em dois níveis tecnológicos, média (manejo B) e alta (manejo C) tecnologias, conforme definido por Ramalho Filho e Beek (1995):

Manejo B (média tecnologia) – caracteriza-se, em geral, pelo modesto emprego de capital e de resultados de pesquisa para o uso, melhoramento e conservação das terras e das lavouras. Neste manejo, emprega-se predominantemente a tração animal, modesta correção da acidez do solo com calcário e também alguma aplicação de fertilizantes. A mecanização agrícola restringe-se ao desbravamento da área e preparo inicial do solo.

Manejo C (alta tecnologia) – utiliza práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico. Caracteriza-se pela aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisa para o manejo, melhoramento e conservação das terras e das lavouras. A motomecanização está presente em diversas operações agrícolas, bem como correção da acidez do solo (calagem) e aplicação de fertilizantes (adubação).

Ressalta-se que em ambos os manejos não se considera o uso da irrigação. Trata-se de uma avaliação do potencial pedológico nas condições naturais de ocorrência das chuvas, que corresponde à condição de sequeiro.

Fatores limitantes e definidores das classes de aptidão pedológica

Os principais atributos pedológicos que afetam o uso das terras são os seguintes: relevo; profundidade efetiva do solo; classe textural; fertilidade natural dos solos; drenagem; pedregosidade; rochosidade; salinidade; sodicidade; e erosão.

Na avaliação do potencial pedológico, cada um dos atributos foi analisado em separado, observando cada classe de solo e a sua

proporção, com base nas informações contidas na legenda de cada unidade de mapeamento (UM) do Levantamento de Reconhecimento de Baixa e Média Intensidade dos Solos do Estado de Alagoas, escala 1:100.000. Para facilitar e viabilizar a análise desses fatores em relação às exigências de cada cultura, no manejo considerado, os referidos fatores foram discriminados em classes de restrição, conforme descrito a seguir:

Relevo

O relevo é um importante aspecto da paisagem diretamente relacionado com as práticas de mecanização agrícola e riscos de erosão, inclusive de desmoronamento de encostas. Por este motivo, dado o caráter relativamente generalizado neste estudo (escala 1:100.000), considerou-se que as limitações relativas à mecanização e aos riscos de erosão podem ser tratadas em conjunto, adotando as seguintes classes (SANTOS et al., 2005):

Plano – ambiente com declividade de 0% a 3%.

Suave ondulado – ambiente pouco movimentado, compreendendo colinas e/ou outeiros com declividades de 3% a 8% e com altitudes relativas de 50 m a 100 m, respectivamente.

Ondulado – ambiente pouco movimentado, compreendendo colinas e/ou outeiros com declividades entre 8% e 20%.

Forte ondulado – ambiente com topografia movimentada, formada por morros e/ou outeiros com declividades fortes, entre 20% e 45%, e com altitudes relativas de 100 m a 200 m.

Montanhoso – ambiente muito acidentado constituído por morros, maciços montanhosos, montanhas ou alinhamentos montanhosos, com declividades entre 45% e 75%, e com grandes desnivelamentos relativos.

Escarpado – ambiente com predomínio de formas abruptas (escarpas), geralmente com declividade superior a 75%.

Ressalta-se que nos Levantamentos de Reconhecimento de Baixa e

Média intensidade de Solos (escala 1:100.000) nem sempre é possível delimitar as referidas classes de relevo isoladamente, por isso, normalmente se utiliza combinações dessas classes nas legendas de solo, por exemplo, fase relevo suave ondulado a ondulado; e fase relevo ondulado a forte ondulado, entre outras.

Profundidade efetiva do solo

A profundidade efetiva é a camada do solo, incluindo horizontes superficiais e subsuperficiais, favorável ao crescimento e desenvolvimento das raízes das plantas, 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 (SANTOS et al., 2013). Em geral, a profundidade efetiva corresponde à soma das espessuras dos horizontes A e B nos solos mais desenvolvidos e do horizonte A nos solos mais jovens. Entretanto, no caso específico dos Planossolos, em função da sua consistência muito dura e praticamente impermeável no horizonte B (plântico), considera-se como profundidade efetiva a espessura dos horizontes A + E. Em conformidade como o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (SANTOS et al., 2013), as classes de profundidade utilizadas neste trabalho foram as seguintes:

Raso – profundidade efetiva < 50 cm.

Pouco profundo – solo com profundidade efetiva entre 50 cm e 100 cm.

Profundo – solo com profundidade efetiva de 100 cm a 200 cm.

Muito profundo – solo com profundidade efetiva superior a 200 cm.

Classe textural

Corresponde à proporção relativa das frações granulométricas: areia (2 mm - 0,05 mm), silte (0,05 mm - 0,002 mm) e argila (< 0,002 mm), que constituem a massa do solo (SANTOS et al., 2005). É uma característica diretamente relacionada com a disponibilidade de água

e nutrientes às plantas, permeabilidade do solo e com as operações de mecanização agrícola. Neste estudo foram considerados os grupamentos texturais vigentes no SiBCS (SANTOS et al., 2013), fazendo-se o desmembramento, apenas, do grupamento arenoso, nas classes “areia” e “areia-franca”, conforme limites descritos em Santos et al. (2005).

Classes de textura utilizadas no trabalho:

Areia – solos com mais de 85% de areia, menos de 10% de argila, menos de 15% de silte e que não se enquadrem na textura areia franca.

Areia-franca – solos entre 70% e 85% de areia, menos de 15% de argila, menos de 30% de silte e que não se enquadrem na textura franco-arenosa ou areia.

Média – solos com menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia-franca.

Argilosa – solos contendo de 35% a 60% de argila; Muito argilosa – solos com mais de 60% de argila.

Siltosa – solos com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia.

Nas legendas dos mapas de solos, as texturas são expressas de forma simples (textura arenosa, textura média, textura argilosa, etc.) ou na forma binária (textura arenosa/média, textura média/argilosa, etc.). Neste último caso, existe uma diferença importante de textura entre os horizontes superficiais e subsuperficiais do solo.

Fertilidade natural dos solos

A fertilidade natural dos solos pode ser inferida ou estimada em função de vários atributos dos solos. Entre esses, podem ser destacados: (a) taxonomia dos solos que implicitamente sintetiza muitos atributos físicos, químicos e mineralógicos; (b) soma de bases (valor S); (c) saturação por bases (valor V%); (d) atividade da fração argila (alta ou baixa); (e) caráter alumínico ou alítico; (f) caráter solódico ou sódico;

(g) caráter carbonático ou com carbonato; (h) textura; (i) presença de horizonte vértico; (j) reação do solo (acidez ou alcalinidade – pH); (k) teor de matéria orgânica; e (l) caráter salino ou sálico.

Neste estudo, vários aspectos relacionados à fertilidade dos solos, como os listados anteriormente, são analisados em itens separados, tais como textura, salinidade, sodicidade, entre outros. O que se denominou de avaliação da fertilidade, isto é, a capacidade de suprimento de nutrientes às culturas, restringiu-se, apenas, à soma de bases (valor $S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+}$) e aos teores de alumínio (Al^{3+}) extraível nos solos. A complementação dessa análise, porém, é feita em função da avaliação de outros atributos e/ou classes de solos que conjuntamente sinalizam diferenças importantes em termos de fertilidade natural.

As classes consideradas na avaliação da fertilidade são descritas a seguir:

Muito baixa – valor $S \leq 1,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ou teores de $Al^{3+} \geq 2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$.

Baixa – valor S entre $1,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e $3,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ou teores de Al^{3+} entre $0,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e $2,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$.

Média – valor S entre $3,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e $6,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ou teores de Al^{3+} entre $0,1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e $0,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$.

Alta - valor $S \geq 6,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ou teores de Al^{3+} nulos (SANTOS et al., 2013).

Classes de Drenagem

As classes de drenagem refletem as restrições relacionadas ao excesso de água, à deficiência de oxigênio e, em situações específicas, à disponibilidade de elementos em níveis tóxicos, a exemplo do manganês. Em geral, a própria morfologia dos solos – exame de campo – é indicativa das suas condições e/ou restrições de drenagem e, por isso, foi utilizada nas interpretações deste estudo. As classes de drenagem adotadas, de acordo com Santos et al. (2005), foram:

Excessivamente drenados – ambientes onde a água é removida muito rapidamente do solo. Compreende solos com textura arenosa, sem impedimentos, sendo sempre muito porosos e muito permeáveis.

Fortemente drenados – ambientes onde a água é removida rapidamente do solo. Compreende solos com textura média a arenosa, sem impedimentos, sempre muito porosos e muito permeáveis.

Acentuadamente drenados – ambientes onde a água é removida rapidamente do solo. Compreende solos com textura argilosa a média, sem impedimentos, sempre muito porosos e bem permeáveis.

Bem drenados – ambientes onde a água é removida com facilidade do solo, porém não rapidamente. Compreende solos com textura argilosa a média, sem camadas de impedimento à drenagem. Geralmente não apresentam mosqueados de redução, mas se presentes ocorrem em grandes profundidades.

Moderadamente drenados – ambientes onde a água é removida um tanto lentamente do solo de modo que o mesmo permanece saturado por uma pequena parte do tempo. São solos que apresentam camadas com permeabilidade lenta.

Imperfeitamente drenados – ambientes onde a água é removida lentamente do solo de modo que o mesmo permanece molhado por períodos consideráveis, mas não na maior parte do ano. Solos desta classe comumente apresentam horizontes e/ou camadas de impedimento, tais como horizonte plânico e/ou caráter dúrico. Solos com horizonte glei, horizonte plíntico ou vértico também podem ser enquadrados nesta classe.

Mal drenados – ambientes onde o lençol freático normalmente permanece à superfície ou próximo dela durante considerável parte do ano. Nestas condições os solos drenam muito lentamente de modo que permanecem saturados por parte significativa do ano.

Muito mal drenados – ambientes onde o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela na maior parte do ano. Solos representativos desses ambientes são os Gleissolos, Organossolos e Solos indiscriminados de Mangue.

Classes de pedregosidade

Refere-se aos ambientes com presença de frações grossas no tamanho de calhaus (2 cm a 20 cm de diâmetro médio) e/ou matacões (20 cm a 100 cm de diâmetro médio) sobre a superfície e/ou massa do solo (SANTOS et al., 2005). Quando em quantidades expressivas interferem no manejo das terras, sobretudo com relação ao uso de máquinas e implementos agrícolas (SANTOS et al., 2013). A pedregosidade também afeta, direta ou indiretamente, a oferta hídrica e de nutrientes, além da germinação de sementes. Em conformidade com Santos et al. (2005), foram adotadas as classes descritas em seguida:

Não pedregosa a ligeiramente pedregosa – solos com menos de 1% de pedregosidade em quantidades insuficientes para interferir no manejo do solo ou no desenvolvimento das culturas, qualquer que seja o nível tecnológico utilizado.

Moderadamente pedregosa – solos com 1% a 3% de pedregosidade, isto é, com uma quantidade de frações grossas insuficiente para prejudicar o uso do solo no manejo B (média tecnologia), mas afeta o manejo C (alta tecnologia). Portanto, permite a mecanização com tração animal, mas prejudica levemente o uso de implementos e máquinas agrícolas.

Pedregosa – solos que apresentam uma pedregosidade na faixa de 3% a 15%. Neste nível, as frações grossas já afetam parcialmente o uso de implementos de tração animal (manejo B) e de forma muito expressiva na mecanização agrícola motorizada (manejo C).

Muito pedregosa – é uma classe com pedregosidade na faixa de 15% a 50%, o que já dificulta bastante o uso de tração animal (manejo B) e torna impraticável o uso da motomecanização (manejo C).

Extremamente pedregosa – classe com 50% a 90% de pedregosidade, o que torna impraticável a mecanização do solo em ambos os níveis tecnológicos (manejos B e C).

Em função da complexidade das legendas de solos, na escala 1:100.000, só foi possível distinguir duas categorias de pedregosidade, que contemplem todas as classes descritas anteriormente. Tratam-se da fase pedregosa e da fase não pedregosa. A fase pedregosa engloba as classes de extremamente pedregosa a pedregosa. Conforme a posição da pedregosidade no perfil de solo, esta fase é ainda subdividida em: (a) epipedregosa – pedregosidade na superfície ou até 40 cm de profundidade; (b) endopedregosa – pedregosidade abaixo de 40 cm; e (c) pedregosa – pedregosidade desde a superfície e ultrapassando os 40 cm de profundidade. A fase não pedregosa refere-se aos solos onde não há ocorrência de calhaus e/ou matacões ou às classes de ligeira a moderada pedregosidade.

Classes de rochosidade

Optou-se por tratar a rochosidade separadamente da pedregosidade, uma vez que essa informação pode ser extraída e avaliada de forma individualizada nas legendas de solos. A rochosidade refere-se à proporção relativa de exposições de rochas – afloramentos de rochas ou lajes – na superfície do solo ou quando estas ocorrem sob camadas delgadas de solo (SANTOS et al., 2013) associadas, ou não, com matacões, que quando possuem mais de 100 cm de diâmetro são conhecidos no meio científico como “boulders”. No ambiente Semiárido, em geral, a rochosidade ocorre associada com a pedregosidade. Da mesma maneira que a pedregosidade, a rochosidade afeta o uso das terras, sobretudo no manejo C, que preconiza o uso de máquinas e implementos agrícolas (SANTOS et al., 2013). Em conformidade com Santos et al. (2005), a rochosidade foi subdividida nas seguintes classes:

Não rochosa – ambientes com menos de 2% de afloramentos rochosos, que é insuficiente para interferir no manejo do solo ou no desenvolvimento das culturas.

Ligeiramente rochosa – ambientes que apresentam de 2% a 10% de afloramentos rochosos. O uso da terra com média tecnologia

(manejo B) é perfeitamente viável, mas já prejudica levemente o uso e o tráfego de implementos e máquinas agrícolas motomecanizados (manejo C).

Moderadamente rochosa – representa ambientes com 10% a 25% de afloramentos rochosos. Neste nível de rochosidade, o uso da terra é afetado parcialmente com implementos de tração animal (manejo B) e de forma mais intensa na agricultura motorizada (manejo C).

Rochosa – ambientes que apresentam rochosidade ocupando de 25% a 50% da superfície do terreno. Neste nível já dificulta bastante o uso de tração animal (manejo B) e torna impraticável o uso da motomecanização (manejo C).

Muito a extremamente rochosa – é uma classe de rochosidade ocupando mais de 50% da superfície do terreno, o que inviabiliza a mecanização do solo em ambos os níveis tecnológicos (manejos B e C).

Nas legendas de solos, escala 1:100.000, só é possível discriminar os ambientes que possuem a fase rochosa – que inclui as classes de rochosa a extremamente rochosa – e a fase não rochosa – que compreende as classes não rochosa a moderadamente rochosa.

Classes de salinidade

As classes de salinidade adotadas foram adaptadas de Daker (1984) e United States (1993) por apresentarem intervalos compatíveis com as classes em uso no SiBCS (SANTOS et al., 2013) e foram as seguintes:

Não salino – solo com condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) $< 2 \text{ dS m}^{-1}$. Esse nível de salinidade é praticamente imperceptível pelas plantas. Incluem-se nesta classe, os solos desenvolvidos em condições de clima quente e úmido – normalmente distróficos, porém não afetados por águas salgadas.

Ligeiramente salino – solos com CEes entre 2 dS m^{-1} e 4 dS m^{-1} . Neste caso, o rendimento de plantas muito sensível à salinidade pode ser afetado.

Salino – solos com CEes entre 4 dS m⁻¹ e 8 dS m⁻¹. Com este nível de salinidade, o rendimento de várias culturas é afetado. É indicado na legenda de solos com o termo “salino”.

Muito salino – solos com CEes entre 8 dS m⁻¹ e 16 dS m⁻¹. Neste caso somente as plantas muito tolerantes produzem satisfatoriamente. É indicado na legenda de solos com o termo “sálico”. Esta classe de salinidade se destaca em solos do Semiárido, notadamente naqueles situados em superfícies deprimidas e/ou rebaixadas, imperfeitamente a muito mal drenadas, tais como Neossolos Flúvicos, Cambissolos Flúvicos, Vertissolos, Planossolos e, muito raramente, em Argissolos e Luvissolos, particularmente em áreas sob manejo inadequado da irrigação e/ou drenagem.

Extremamente salino – solos com CEes > 16 dS/m. Neste caso, pouquíssimas plantas muito tolerantes se desenvolvem satisfatoriamente. É indicado na legenda de solos com o termo “sálico”.

Classes de sodicidade

Por não haver uniformidade na literatura e também em função da carência de resultados de pesquisas, tomou-se como referência a relação existente entre a sodicidade dos solos e a tolerância de culturas ao Na⁺, especialmente observando os trabalhos de Lepsch et al. (1983), United States (1954), Santos et al. (2005), Batista et al. (2002), Sumner e Naidu (1998) e Silva et al. (2001). As classes de sodicidade adotadas seguem, em linhas gerais, os limites vigentes no SiBCS (SANTOS et al., 2005), com um desmembramento da classe sódica em dois níveis. Esse desmembramento seguiu os limites adotados no Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (SILVA et al., 2001). As classes adotadas foram as seguintes:

Não solódico – solos com porcentagem de sódio trocável (PST) < 6%.

Solódicos – solos com PST entre 6% e 15%; **Sódicos** – solos com PST entre 15% e 30%.

Muito sódicos – solos com PST >30%.

Classes de erosão

A erosão refere-se à desagregação e o transporte de partículas do solo pela ação dos agentes erosivos, notadamente o impacto das gotas de chuva e o escoamento superficial, resultando na deposição das partículas, nas áreas de menor cota na paisagem (SANTOS et al., 2005). As principais formas de erosão hídrica denominam-se erosão laminar (menos perceptível) e erosão em sulcos, presença de canais, decorrentes da ação do fluxo de água sobre o solo, que em estágios mais avançados evoluem para voçorocas (CARVALHO et al., 2006). As classes de erosão utilizadas neste trabalho foram às seguintes (SANTOS et al., 2005):

Não aparente – o solo não aparenta sinal de quaisquer formas de erosão.

Ligeira – o solo apresenta menos de 25% de perda do horizonte superficial A – incluindo o horizonte transicional AB ou A+E originais – ou dos 20 cm da superfície nos casos em que o horizonte superficial original A ou A+E tem <20 cm de espessura. O terreno pode apresentar sulcos rasos ou superficiais, ocasionais, mas de forma insuficiente para alterar as características diagnósticas do horizonte A.

Moderada – o solo apresenta de 25% a 75% de perda do horizonte superficial A – incluindo o AB ou A+E originais – ou dos 20 cm da superfície nos casos em que o horizonte original A ou A+E tem < 20 cm de espessura. O terreno pode apresentar sulcos rasos, frequentes, que não são desfeitos pelas práticas de preparo do solo.

Forte – o solo apresenta mais de 75% de perda do horizonte superficial A – incluindo o AB ou A+E originais – ou dos 20 cm da superfície nos solos nos casos em que o horizonte original A ou A+E tem menos de 20 cm de espessura. A área pode apresentar sulcos profundos e rasos, muito frequentes e ainda voçorocas ocasionais. Os sulcos, na maior parte da área, não são desfeitos pelas práticas normais de preparo do solo.

Muito Forte – o solo teve perda total do horizonte superficial A - incluindo o AB ou A+E originais – ou dos 20 cm da superfície nos casos em que o horizonte superficial original A ou A+E tem menos de 20 cm de espessura. A área pode apresentar sulcos profundos e muito profundos, além de voçorocas frequentes. As áreas nesta classe de erosão não podem ser cruzadas por máquinas agrícolas.

Extremamente Forte – nesta classe o solo já teve perda total dos horizontes A e B, isto é, do solum. As áreas nesta classe de erosão não são recomendadas para fins de uso agrícola. Recomenda-se a consulta de especialistas para recuperação da área.

É importante lembrar que nas legendas dos mapas de solos, escala 1:100.000, normalmente só é possível discriminar duas categorias de ambientes no que diz respeito à erosão. São os ambientes com fase erodida – classes de erosão na faixa de forte a extremamente forte – e os considerados com fase não erodida – classes de erosão não aparente a moderada.

Avaliação do potencial pedológico para a cultura do sorgo

Na avaliação do potencial pedológico para o cultivo do sorgo, as informações da legenda do mapeamento de solos (escala 1:100.000) foram interpretadas, com base em um quadro guia estabelecido para a cultura, considerando os aspectos pedológicos: (a) relevo; (b) profundidade efetiva do solo; (c) textura; (d) fertilidade natural dos solos; (e) drenagem; (f) pedregosidade; (g) rochosidade; (h) salinidade; (i) sodicidade; e (j) erosão. Essa avaliação determinou a aptidão pedológica de cada classe de solo integrante da UM. No total foram interpretadas aproximadamente 350 unidades de mapeamento (UMs), estabelecidas a partir do Levantamento de Reconhecimento de Baixa e Média Intensidade dos Solos do Estado de Alagoas, escala 1:100.000.

Na avaliação foram estabelecidas classes de aptidão pedológica para categorizar as diferenças de adaptabilidade da cultura em relação às condições dos solos e ambientes, e seus fatores restritivos, conforme o manejo considerado.

É importante considerar que, em quaisquer circunstâncias, a interpretação da aptidão pedológica por cultura é um processo de caráter transitório, pois depende dos manejos adotados, que por sua vez, aprimoram-se com a evolução das tecnologias.

Neste estudo foram adotadas quatro classes de aptidão pedológica, conforme estabelecido por Ramalho Filho e Beek (1995). As classes para os manejos estudados foram as seguintes:

Classe boa – refere-se às terras sem limitações significativas para produção de uma determinada cultura, no nível de manejo considerado. Admitem-se algumas restrições desde que não sejam suficientes para reduzir a produtividade ou os benefícios de forma muito expressiva, e não necessite de uma quantidade de insumos agrícolas acima de um nível considerado aceitável.

Classe regular – engloba as terras que apresentam limitações moderadas para produção sustentada de uma determinada cultura, no nível de manejo considerado. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, elevando a necessidade de insumos para obter boas produtividades. Ainda que atrativas, as vantagens são sensivelmente inferiores àquelas auferidas das terras de classe com “aptidão boa”.

Classe restrita – compreende terras que apresentam limitações fortes para produção sustentada de uma determinada cultura no nível de manejo considerado. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, ou então, aumentam os insumos necessários de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente.

Classe inapta – corresponde às terras sem aptidão para exploração sustentável da cultura agrícola. Essas terras são recomendadas para preservação ambiental – estabelecimento de reservas ambientais – ou recuperação, como é o caso de solos salinizados pelo manejo inadequado da irrigação.

Na sequência são apresentados os requisitos pedológicos para o manejo B (Tabela 1) e o manejo C (Tabela 2) como referencial para o enquadramento dos solos nas classes de aptidão boa, regular, restrita e inapta.

Tabela 1. Requisitos pedológicos para o sorgo no manejo “B” (média tecnologia).

Fator restritivo	Aptidão Pedológica		
	Boa	Regular	Restrita
Relevo	<ul style="list-style-type: none"> - Plano - Plano a suave ondulado - Suave ondulado - Suave ondulado a ondulado 	<ul style="list-style-type: none"> - Ondulado 	<ul style="list-style-type: none"> - Ondulado a forte ondulado - Forte ondulado
Profundidade efetiva	<ul style="list-style-type: none"> - Muito profundo - Profundo 	<ul style="list-style-type: none"> - Pouco profundo 	<ul style="list-style-type: none"> - Raso
Textura	<ul style="list-style-type: none"> - Média - Argilosa - Muito argilosa - Siltosa 	<ul style="list-style-type: none"> - Média - Argilosa - Muito argilosa - Siltosa - Arenosa (areia-franca) 	<ul style="list-style-type: none"> - Média - Argilosa - Muito argilosa - Siltosa - Arenosa (areia-franca) - Arenosa (areia)
Fertilidade natural	<ul style="list-style-type: none"> - Alta e Média 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa 	<ul style="list-style-type: none"> - Muito Baixa
Drenagem	<ul style="list-style-type: none"> - Fortemente drenado - Acentuadamente drenado - Bem drenado - Moderadamente drenado 	<ul style="list-style-type: none"> - Excessivamente drenado 	<ul style="list-style-type: none"> - Imperfeitamente drenado
Pedregosidade	<ul style="list-style-type: none"> - Não pedregosa - Ligeiramente pedregosa - Moderadamente pedregosa 	<ul style="list-style-type: none"> - Pedregosa 	<ul style="list-style-type: none"> - Muito Pedregosa
Rochosidade	<ul style="list-style-type: none"> - Não rochosa - Ligeiramente rochosa 	<ul style="list-style-type: none"> - Moderadamente rochosa 	<ul style="list-style-type: none"> - Rochosa
Salinidade	<ul style="list-style-type: none"> - Não salino - Ligeiramente salino 	<ul style="list-style-type: none"> - Salino 	<ul style="list-style-type: none"> - Muito salino
Sodicidade	<ul style="list-style-type: none"> - Não solódico - Solódico 	<ul style="list-style-type: none"> - Sódico 	<ul style="list-style-type: none"> - Muito sódico
Erosão	<ul style="list-style-type: none"> - Não aparente - Ligeira 	<ul style="list-style-type: none"> - Moderada 	<ul style="list-style-type: none"> - Forte

Fonte: adaptado de Ramalho Filho e Beek (1995).

Tabela 2. Requisitos pedológicos para o manejo “C” (alta tecnologia).

Fator restritivo	Aptidão Pedológica		
	Boa	Regular	Restrita
Relevo	- Plano - Plano a suave ondulado - Suave ondulado	- Suave ondulado a Ondulado	- Ondulado
Profundidade efetiva	- Muito profundo - Profundo	- Pouco profundo	- Raso
Textura	- Média - Argilosa - Muito argilosa - Siltosa	- Média - Argilosa - Muito argilosa - Siltosa - Arenosa (areia-franca)	- Média - Argilosa - Muito argilosa - Siltosa - Arenosa (areia-franca) - Arenosa (areia)
Fertilidade natural	- Alta, média e baixa	- Muito baixa	-----
Drenagem	- Fortemente drenado - Acentuadamente drenado - Bem drenado	- Moderadamente drenado	- Excessivamente drenado - Imperfeitamente drenado
Pedregosidade	- Não pedregosa - Ligeiramente pedregosa	- Moderadamente pedregosa	- Pedregosa
Rochosidade	- Não rochosa	- Ligeiramente rochosa	- Moderadamente rochosa
Salinidade	- Não salino - Ligeiramente salino	- Salino	- Muito salino
Sodicidade	- Não solódico - Solódico	- Sódico	- Muito sódico
Erosão	- Não aparente - Ligeira	- Moderada	- Forte
			- Ondulado a forte ondulado - Forte ondulado - Montanhoso - Escarpado ----- - Média - Argilosa - Muito argilosa - Siltosa - Arenosa (areia-franca) ----- - Mal drenado - Muito mal drenado ----- - Muito pedregosa - Extremamente pedregosa - Rochosa - Muito a extremamente rochosa ----- - Extremamente salino ----- - Muito forte - Extremamente forte

Fonte: adaptado de Ramalho Filho e Beek (1995).

É conveniente lembrar que a aptidão pedológica depende dos diferentes fatores limitantes e dos seus graus de limitação, e também se os mesmos são passíveis de modificações (minimizados ou corrigidos) pelo manejo adotado.

A avaliação da aptidão pedológica foi realizada em conformidade com as informações disponíveis nas legendas de solos e, quando necessário, consultando-se dados analíticos de perfis de solos representativos das unidades de mapeamento (UMs). Neste estudo foram utilizadas informações de 214 perfis de solos, com suas descrições gerais, morfológicas e análises físicas e químicas.

As UMs, na escala 1:100.000, geralmente são constituídas por associações de solos. Essas associações comumente congregam dois ou mais componentes, e cada um deles pode ser representado por um solo específico ou por um grupo de solos – grupamento indiferenciado ou indiscriminado – ou, ainda, por um tipo de terreno – afloramentos de rochas e/ou matacões que ocupam mais de 90% da superfície. Quando a UM apresenta apenas um solo componente, a avaliação da aptidão pedológica é feita em relação a este solo e seus fatores limitantes. No entanto, quando o componente é representado por um grupo de solos, cada solo do grupo é avaliado em separado (individualmente). Nos casos em que a UM compreende dois ou mais componentes, o mesmo procedimento é feito para cada um deles.

O enquadramento dos componentes das UMs nas classes de aptidão é realizado por meio do cruzamento das características do solo vigentes nas legendas dos mapas de solos com as exigências pedológicas da cultura, em cada nível de manejo (Tabelas 1 e 2). Um software desenvolvido pela Embrapa Solos UEP/Recife foi utilizado como ferramenta auxiliar no cruzamento das características do solo com as exigências pedológicas específicas da cultura. O software foi empregado pela facilidade que oferece no processo de comparação entre os atributos do solo com as exigências das culturas, num determinado manejo. Após a utilização do software, todas as UMs foram conferidas para verificar a coerência da aptidão pedológica obtida com o ambiente avaliado. Quando necessário, ajustes nos parâmetros de requerimentos da cultura foram feitos para se chegar aos resultados de

aptidão condizentes com as exigências da cultura em relação aos solos e aos ambientes avaliados. As UMs, de modo geral, são constituídas por associações de solos, com dois ou mais componentes, podendo cada um deles apresentar atributos físicos, químicos e mineralógicos distintos, e conseqüentemente, aptidão e proporção de área diferentes.

Dessa forma, na maior parte das vezes, os componentes das UMs apresentam aptidão pedológica com classes distintas. Devido a essa complexidade, foi concebido o potencial pedológico global da unidade de mapeamento que representa a soma das aptidões dos seus componentes.

Os potenciais pedológicos das UMs foram, portanto, categorizados nas seguintes classes:

Alto 1 (S1) – unidades de mapeamento com solos de aptidão boa em mais de 75% da área.

Alto 2 (S2) – unidades de mapeamento com solos de aptidão boa em 50% a 75% da área.

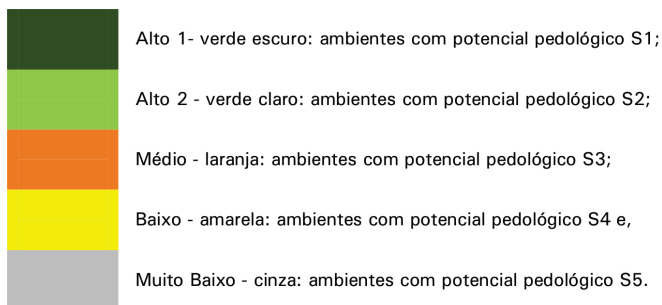
Médio (S3) – unidades de mapeamento com solos de aptidão boa em 25% a 50% da área; e/ou solos de aptidão boa mais regular em mais de 50% da área.

Baixo (S4) – unidades de mapeamento com solos de aptidão boa em menos de 25% da área e/ou solos com aptidão regular em 25% a 50% da área.

Muito baixo (S5) – unidades de mapeamento sem solos de aptidão boa; e/ou aptidão regular inferior a 25% da área.

De posse dos resultados das interpretações utilizando um Sistema de Informações Geográficas (SIG) e com auxílio de software ArcGis, a partir das coordenadas geográficas e da tabela de atributos, foram elaborados mapas com o potencial pedológico do Estado de Alagoas para a cultura de sorgo, considerando o uso de manejo com média tecnologia (Manejo B) e com alta tecnologia (Manejo C).

As cores utilizadas no mapa para representar as diferentes classes de potencial pedológico foram:



Aptidão climática

Aspectos Gerais

A localização do Estado de Alagoas, entre os meridianos 35° 09' W e 38° 13' W e os paralelos 8° 48' S e 10° 29' S, impõe as características climáticas de irregularidades da precipitação pluviométrica e a pouca variação sazonal na radiação solar, no fotoperíodo e na temperatura do ar. A proximidade da linha do Equador é um fator que condiciona um número elevado de horas de sol por ano e índices acentuados de evapotranspiração, em função da incidência perpendicular dos raios solares sobre a superfície do solo. Por isso, o total médio de evapotranspiração potencial estimado do Litoral ao Sertão varia entre 1.000 mm.ano⁻¹ e 1.600 mm.ano⁻¹, respectivamente.

Para caracterizar a aptidão climática do estado foram feitas análises considerando a superfície do Estado de Alagoas, abrangendo três mesorregiões: Leste Alagoano (Litoral e Mata), Agreste e Sertão.

Dados utilizados

Para o Estado de Alagoas foram utilizados dados de precipitação pluviométrica provenientes de postos pluviométricos da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH), do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da Agência Nacional de Águas (ANA); e médias mensais de temperatura do ar oriundos de estações meteorológicas.

Médias mensais e anuais da temperatura do ar

O número reduzido de postos meteorológicos com registros de temperatura do ar no Estado de Alagoas limitou o cálculo do balanço hídrico climatológico para algumas localidades. Portanto, foi necessário estimar as médias mensais de temperatura do ar naqueles locais onde apenas se dispunham de dados pluviométricos. A estimativa das médias mensais de temperatura do ar (T_m) em cada mês ($m = 1, 2, 3...12$) e ano ($m=13$) foi feita utilizando o modelo de regressão múltipla quadrática, tomando-se a latitude (ϕ), a longitude (λ) e a altitude (ξ) como variáveis independentes:

$$T_m = A m + B m \phi + C m \lambda + D m \xi + E m \phi^2 + F m \lambda^2 + G m \xi^2 + H m \lambda\phi + I m \lambda\xi + J m \phi\xi \text{ Eq. 1}$$

Os coeficientes A_m , B_m , ... J_m , da Eq. 1, foram determinados, para cada mês e ano, pelo método dos mínimos quadrados dos desvios, utilizando-se os valores médios mensais de temperatura disponíveis em Alagoas e nos estados vizinhos, considerando as normais climatológicas fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), pela SEMARH e pela SUDENE.

No total foram obtidas 13 equações de regressão. Na aplicação dessas equações, para a estimativa de T_m , os valores de altitude utilizados foram os da grade altimétrica da Diretoria de Serviços Geográficos (DSG) do Ministério do Exército, onde latitude é cotada em uma malha de 920 m x 920 m do terreno. O erro padrão da estimativa das temperaturas médias mensais do ar foi inferior a ± 1 °C.

Totais mensais de precipitação

Os totais mensais de precipitação pluviométrica do Estado de Alagoas e dos estados vizinhos foram utilizados para análise de aptidão climática (dados da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e do sistema HidroWeb da Agência Nacional das Águas (ANA).

Para assegurar confiabilidade aos resultados, suprimiram-se os valores considerados pela SUDENE como “duvidosos” ou “estimados”. Também foram eliminados aqueles indicados como “homogeneizados”, por se tratarem de valores interpolados, que tendem a reduzir a variância das séries (introduzindo uma suavização). Da mesma forma, foram também eliminados os dados “consistidos” e os “estimados” presentes nos registros do HidroWeb.

Os dados pluviométricos de estados vizinhos foram incluídos para assegurar maior representatividade das interpolações nas áreas limítrofes do estado. Consideraram-se apenas os postos com séries pluviométricas com 20 ou mais anos completos de registros (Figura 2).

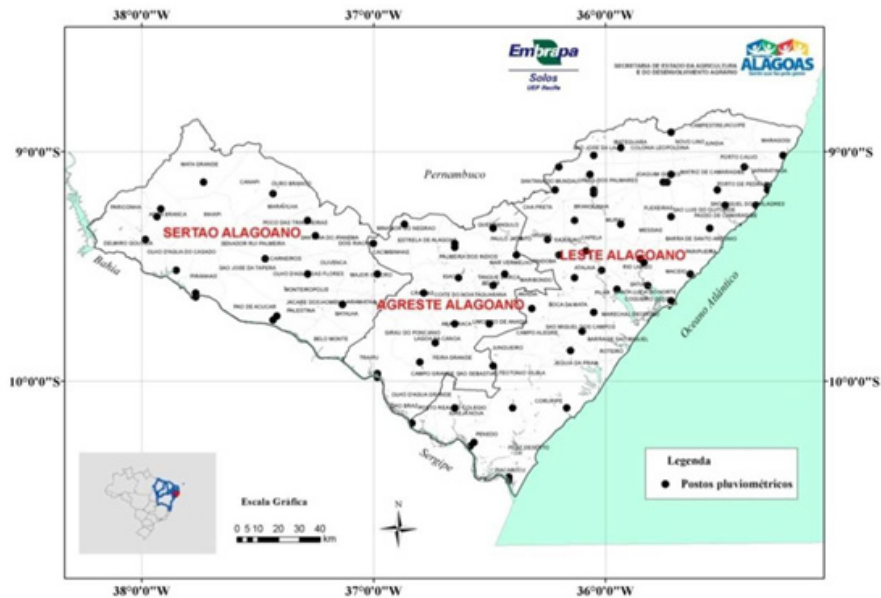


Figura 2. Distribuição dos postos termopluviométricos no Estado de Alagoas.

Discriminação dos cenários pluviométricos

A discriminação dos cenários pluviométricos seguiu a metodologia proposta por Varejão-Silva 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, seguindo a conceituação de Thon (1951), foi ajustada à série desses totais em cada posto, seguindo a metodologia indicada por Mielke (1976).

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%. Os critérios para discriminar os anos hidrológicos de cada posto pluviométrico foram enquadrados numa das categorias indicadas, conforme proposto por Varejão-Silva (2001): “anos secos” aqueles em que o total de precipitação, acumulado nos três meses consecutivos mais chuvosos, foi igual ou menor que o valor correspondente à probabilidade de 25%; “anos chuvosos” aqueles cujo total de precipitação, acumulado nos três meses consecutivos mais chuvosos, é superior ao valor correspondente à probabilidade de 75%; “anos regulares”, todos aqueles anos não classificados nas duas categorias anteriores.

Os conjuntos dos anos “secos”, anos “regulares” e anos “chuvosos” de cada posto foram utilizados para obter as correspondentes médias mensais dos totais pluviométricos, necessárias para caracterizar os respectivos cenários. Os balanços hídricos climatológicos foram, então, estimados, separadamente, para todos os cenários, utilizando o método proposto por Thornthwaite e Mather (1957).

A Figura 3 ilustra, para o posto pluviométrico de Quebrangulo, os critérios para caracterização dos cenários relacionados à precipitação: anos secos, anos regulares e anos chuvosos, segundo a distribuição dos totais de chuva acumulada nos três meses consecutivos mais chuvosos. Para o referido município, a probabilidade de 25% corresponde a 514,4 mm; e a de 75% corresponde a 987,4 mm. Assim, todos os anos hidrológicos, em que a precipitação acumulada nos três meses consecutivos mais chuvosos tenha sido igual ou inferior 514,4 mm, foram considerados secos; aqueles com precipitação acumulada nos três meses consecutivos mais chuvosos e que foi superior a 987,4 mm foram considerados chuvosos. Os demais integraram o conjunto de anos regulares.

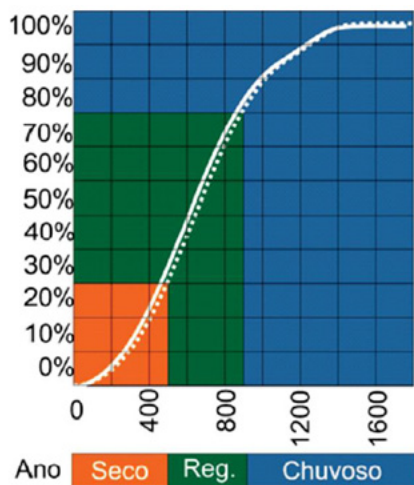


Figura 3. Ilustração dos critérios para caracterização dos anos secos, regulares e chuvosos, considerando o total precipitado nos três meses consecutivos mais chuvosos e uma série histórica de 86 anos, município de Quebrangulo (AL). Obs.: total precipitação, mm (abscissa – eixo x) índice de probabilidade (ordenada – eixo y). Linha contínua: dados observados; Linha tracejada: dados estimados. Adaptado de Varejão-Silva e Barros (2002).

Critérios e classes de aptidão climática

Para delimitar as áreas com aptidão climática da cultura do sorgo, foram realizadas simulações de balanço hídrico sequencial que permitiu uma visão da influência da deficiência e do excesso hídrico do plantio à colheita, mediante aos parâmetros adotados adiante, relacionados aos meses (1, 2, 3 e 4) do ciclo vegetativo (tomado como 120 dias). As informações podem ser interpretadas com o objetivo de produzir grãos ou forragem (feno). Em ambos os casos, as exigências climáticas da planta, durante o ciclo vegetativo, são as mesmas (VAREJÃO-SILVA; BARROS, 2001).






Foram usados os seguintes índices: $j = 1, 2$ e 3 (cumulativo), para designar todos 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 empregados também elementos do evapopluviograma

para cada localidade, de acordo com o cenário pluviométrico, que considera as exigências da cultura separadamente em cada mês do seu ciclo vegetativo, expressas em termos de um ou mais dos seguintes parâmetros mensais:

- Pm/EP - relação entre a precipitação e a evapotranspiração potencial no mês m.
 EXCm - estimativa do excedente hídrico no mês m.
 DEFm - estimativa da deficiência hídrica no mês m.

Considerou-se 100 mm como a capacidade de armazenamento de água pelo solo mais favorável ao presente estudo. Utilizaram-se os seguintes critérios discriminantes (Tabela 3):

Tabela 3. Critérios utilizados na avaliação de aptidão climática da cultura do sorgo na legenda dos mapas.

Legenda	Cor	Aptidão climática	Critério
C1		Plena (sem restrição)	$(0 \leq \sum EXC_i < 200 \text{ mm}; DEF_i < 10 \text{ mm e } P_4/EP_4 < 1)$, sem limitações climáticas apreciáveis
C2		Plena com período chuvoso prolongado	Pequeno excesso hídrico no final do ciclo ($P_4/EP_4 \geq 1$), podendo prejudicar a secagem dos grãos ou a silagem
C3		Moderada por excesso hídrico	Soma do excedente hídrico durante todo o ciclo da cultura ($j = 1, 2, 3, 4$ meses) for igual ou superior a 300 mm ($\sum EXC_j \geq 300 \text{ mm}$) ou, alternativamente, se em qualquer mês (i) for igual ou exceder a 200 mm ($EXC_i \geq 200 \text{ mm}$) haverá água em demasia para a cultura
C4		Moderada por deficiência hídrica	Quando a deficiência mensal for inferior a 20 mm ($DEF_i < 20 \text{ mm}$) em todo o ciclo, tendo o 4º mês relativamente seco ($P_4/EP_4 < 1$), ou carência hídrica, quando a deficiência hídrica for inferior a 20 mm no primeiro mês ($DEF_1 < 20 \text{ mm}$), e 40 mm nos demais ($DEF_{2,3} < 40 \text{ mm}$), tendo o 4º mês relativamente seco ($P_4/EP_4 < 1$)
C5		Inapta por deficiência hídrica acentuada	Quando a deficiência hídrica for igual ou superior a 20 mm no primeiro mês do ciclo ou superior a 40 mm em quaisquer dos demais meses ($DEF_1 \geq 20$ e $DEF_{2,3} \geq 40 \text{ mm}$).

Considerações sobre aptidão climática

Em função da baixa distribuição espacial dos postos pluviométricos, a metodologia utilizada não permitiu avaliar a aptidão climática de

pequenas áreas. Ressalta-se, também, que a aptidão está baseada em condições climáticas gerais de ocorrência de elementos climáticos e possui intrinsecamente certo grau de incerteza, associado à variabilidade climática inter-anual, bastante acentuada no Nordeste, especialmente a precipitação pluviométrica, e conseqüentemente o balanço hídrico climatológico (SILVA et al., 2001). Além disso, elabora-se o zoneamento em macroescala e não se consideram as variações de relevo, que podem provocar diferentes condições topo climáticas de microescala, principalmente a configuração e a exposição do terreno à radiação solar, que induzem a diferentes gradientes de temperatura e, conseqüentemente, interferem no desenvolvimento das culturas.

Há também, a incerteza na posição das isolinhas que é tanto maior quanto mais afastada estiver dos postos termopluviométricos e aumenta com a ampliação da escala gráfica da carta em que está representada. Assim, nos estudos de aptidão climática das culturas foram utilizadas as cartas de relevo e das fases de vegetação do Estado de Alagoas para melhorar o traçado das isolinhas naquelas áreas em que os dados climáticos foram insuficientes.

Portanto, o usuário deve interpretar a(s) área(s) de uma determinada classe de aptidão como sendo não estática(s) e sem limite(s) rígido(s). Não se pode esquecer que elas representam valores médios de um parâmetro obtido dentro de um cenário pluviométrico particular (anos secos; anos regulares e anos chuvosos). Em cada cenário, o parâmetro e/ou elemento climático considerado varia dentro de um determinado intervalo. Cada faixa de aptidão climática deve ser considerada também como uma área de transição, onde as condições climáticas mudam gradualmente quando se parte da porção central dessa mesma faixa no sentido da(s) faixa(s) vizinha(s).

Os zoneamentos foram elaborados a partir dos dados disponíveis, sobretudo médias de temperatura do ar e totais mensais de precipitação pluviométrica. Assim, áreas com características climáticas diferentes do seu entorno, mas para as quais não existem dados, não podem ser detectadas por meio da metodologia utilizada. Por fim, existem pequenos ambientes sujeitos a condições de umidade muito diferentes daquelas que predominam na área circunvizinha, cuja metodologia não permite perceber essas variações localizadas.

Para validação dos resultados dos mapas de aptidão climática, foram realizadas entrevistas com agricultores, técnicos e agentes de extensão rural, com o intuito de aperfeiçoar e complementar os mapas.

Potencial pedoclimático

As informações do potencial pedológico, em cada um dos níveis de manejo estudados, e da aptidão climática, nos cenários pluviométricos com anos chuvosos, anos regulares e anos secos, foram cruzadas e obteve-se o potencial pedoclimático do Estado de Alagoas para a cultura do sorgo. Os procedimentos utilizados para obtenção das classes de potencial pedoclimático, dos mapas e sua representação cartográfica são descritos a seguir.

Obtenção dos mapas de potencial pedoclimático

Os mapas de potencial pedoclimático foram obtidos por meio do cruzamento dos planos de informação do potencial pedológico do Estado de Alagoas, escala 1:100.000, com aqueles da aptidão climática, conforme ilustrado na Figura 4. Os procedimentos operacionais foram realizados por meio da rotina de álgebra de mapas do Sistema de Informações Geográficas ArcGis (Environmental Systems Research Institute - ESRI, 2012). De modo geral, os princípios adotados foram os mesmos do Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (SILVA et al., 2001).

Os mapas foram elaborados considerando a possibilidade de o agricultor adotar dois sistemas de manejo ou níveis tecnológicos para o manejo do solo e da cultura (manejo B – média tecnologia; e manejo C – alta tecnologia), os quais refletem a maior ou menor condição técnica e socioeconômica do agricultor para a utilização das terras (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995). No que se refere ao clima, foram considerados três cenários pluviométricos: anos chuvosos; anos regulares e anos secos, conforme proposto por Varejão Silva (2001).

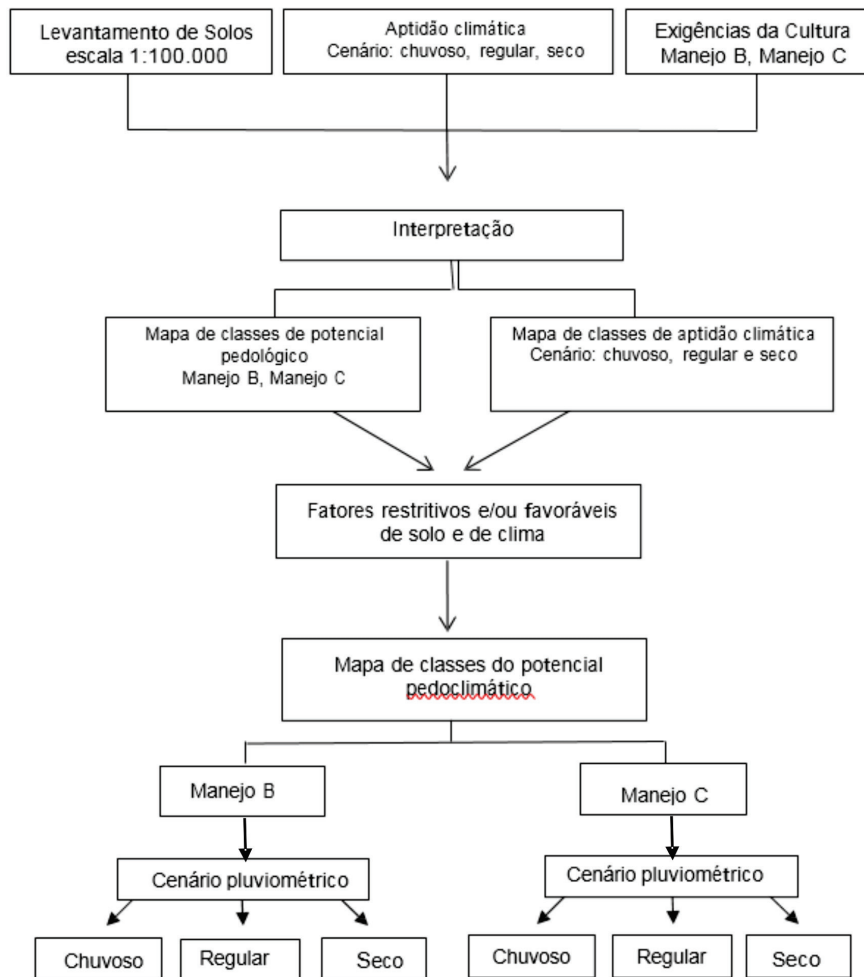


Figura 4. Fluxograma dos procedimentos utilizados para obtenção do mapa de classes do potencial pedoclimático para a cultura do sorgo.

Classes de potencial pedoclimático

A partir do cruzamento das classes de potencial pedológico (S1 - Alto 1; S2 - Alto 2; S3 - Médio; S4 - Baixo; e S5 - Muito Baixo) com as classes da aptidão climática (C1 - Plena - sem restrições;

C2 - Plena - com período chuvoso prolongado; C3 - Moderada - por excesso hídrico; C4 - Moderada - por deficiência hídrica; e C5 - Inapta), foram obtidas quatro classes e 25 subclasses de potencial pedoclimático para o sorgo.

Ressalta-se que 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 S2 (Alto 2) e com aptidão climática totalmente desfavorável, isto é, C5 (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.

As quatro classes de potencial pedoclimático e suas respectivas subclasses são as seguintes (Tabela 4):

Preferencial (P): ambientes com condições favoráveis de solo (S) e de clima (C). Inclui as subclasses de P1 a P4 resultantes dos cruzamentos: S1, C1; S1, C2; 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. Inclui 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.

Tabela 4. Classes e subclasses de potencial pedoclimático do Estado de Alagoas resultantes do cruzamento do potencial pedológico com a aptidão climática.

Potencial pedológico ¹	Aptidão climática ¹				
	Plena C1	Plena (PCP ²) C2	Moderada (EH ³) C3	Moderada (DH ⁴) C4	Inapta C5
Alto 1 - S1	P1	P2	M3	M4	MB5
Alto 2 - S2	P3	P4	M5	M6	MB6
Médio - S3	M1	M2	M7	M8	MB7
Baixo - S4	B1	B2	B3	B4	MB8
Muito baixo -S5	MB1	MB2	MB3	MB4	MB9

1Para detalhes sobre as classes dos potenciais pedológico e climático, consultar os itens relacionados às metodologias dos respectivos temas;

2 PCP=período chuvoso prolongado; 3EH=excesso hídrico; 4DH=deficiência hídrica; Potencial Preferencial (P) – cor verde - inclui as subclasses de P1 a P4; Potencial Médio (M) – cor laranja - inclui as subclasses de M1 a M8; Potencial Baixo (B) – cor amarela - inclui as subclasses de B1 a B4; Potencial Muito Baixo (MB) – cor cinza - inclui as subclasses de MB1 a MB9 (ver Legenda na Tabela 5).

Representação cartográfica

Neste documento, a representação cartográfica do potencial pedoclimático utiliza cores do sistema RGB e símbolos alfanuméricos. Foi adotado, por convenção, o uso de cor verde (claro e escuro) para representar o potencial Preferencial (P), laranja para o potencial Médio (M), amarelo para o potencial Baixo (B) e cinza para o potencial Muito Baixo (MB). As subclasses, bem como a legenda com a descrição de cada uma delas e as cores utilizadas para sua representação, podem ser observadas na Tabela 5.

Os locais de ocorrência e a extensão territorial de cada uma das classes mapeadas encontram-se disponibilizados por meio de mapas do potencial pedoclimático. Ressalta-se que neste trabalho não foram mapeados os ambientes já delimitados por leis federais, estaduais ou municipais, a exemplo de áreas de preservação ambiental permanente ou de reservas legal e indígena. Portanto, devem ser desconsideradas as indicações de potenciais aqui disponibilizadas para os ambientes cujos usos já estão definidos por legislações específicas.

Tabela 5. Legenda para representação cartográfica das classes e subclasses de potencial pedoclimático.

POTENCIAL PEDOCLIMÁTICO	
Preferencial (P): Ambientes com condições favoráveis de solo e de clima	
Subclasse	
P1	(S1, C1) - Solos com aptidão boa em mais de 75% da área; aptidão climática plena (sem restrição)
P2	(S1, C2) - Solos com aptidão boa em mais de 75% da área; aptidão climática plena (com período chuvoso prolongado)
P3	(S2, C1) - Solos com aptidão boa em 50% a 75% da área; aptidão climática plena (sem restrição)
P4	(S2, C2) - Solos com aptidão boa em 50% a 75% da área; aptidão climática plena (com período chuvoso prolongado)
Médio (M): Ambientes com limitações moderadas de solo e, ou, de clima	
Subclasse	
M1	(S3, C1) - 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 plena (sem restrição)
M2	(S3, C2) - 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 plena (com período chuvoso prolongado)
M3	(S1, C3) - Solos com aptidão boa em mais de 75% da área; aptidão climática moderada por excesso hídrico
M4	(S1, C4) - Solos com aptidão boa em mais de 75% da área; aptidão climática moderada por deficiência hídrica
M5	(S2, C3) - Solos com aptidão boa em 50% a 75% da área; aptidão climática moderada por excesso hídrico
M6	(S2, C4) - Solos com aptidão boa em 50% a 75% da área; aptidão climática moderada por deficiência hídrica
M7	(S3, C3) - 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 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
Baixo (B): Ambientes com limitações fortes de solo e, ou, de clima	
Subclasse	
B1	(S4,C1) - Solos com aptidão boa em menos de 25% da área e, ou, solos com aptidão regular em 25% a 50% da área; aptidão climática plena (sem restrição).
B2	(S4,C2) - Solos com aptidão boa em menos de 25% da área e, ou, solos com aptidão regular em 25% a 50% da área; aptidão climática plena (com período chuvoso prolongado).
B3	(S4,C3) - Solos com aptidão boa em menos de 25% da área e, ou, solos com aptidão regular em 25% a 50% da área; aptidão climática moderada por excesso hídrico.
B4	(S4,C4) - Solos com aptidão boa em menos de 25% da área e, ou, solos com aptidão regular em 25% a 50% da área; aptidão climática moderada por deficiência hídrica.
Muito Baixo (MB): Ambientes com limitações muito fortes de solo e, ou, de clima	
Subclasse	
MB1	(S5,C1) - Solos sem aptidão boa e com aptidão regular inferior a 25% da área; aptidão climática plena (sem restrição)
MB2	(S5, C2) - Solos sem aptidão boa e com aptidão regular inferior a 25% da área; aptidão climática plena (com período chuvoso prolongado)
MB3	(S5, C3) - Solos sem aptidão boa e com aptidão regular inferior a 25% da área; aptidão climática moderada por excesso hídrico
MB4	(S5, C4) - Solos sem aptidão boa e com aptidão regular inferior a 25% da área; aptidão climática moderada por deficiência hídrica
MB5	(S1, C5) - Solos com aptidão boa em mais de 75% da área; aptidão climática inapta por deficiência hídrica acentuada
MB6	(S2, C5) - Solos com aptidão boa em 50% a 75% da área; aptidão climática inapta por deficiência hídrica acentuada
MB7	(S3, C5) - 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 inapta por deficiência hídrica acentuada
MB8	(S4, C5) - Solos com aptidão boa em menos de 25% da área e, ou, solos com aptidão regular em 25% a 50% da área; aptidão climática inapta por deficiência hídrica acentuada
MB9	(S5, C5) - Solos sem aptidão boa e com aptidão regular inferior a 25% da área; aptidão climática inapta por deficiência hídrica acentuada

Resultados e Discussão

Potencial pedológico

O potencial pedológico para o sorgo é apresentado nos mapas (Figuras 5 e 6) que expressam o somatório das aptidões das unidades de mapeamento (UMs) nos manejos B (média tecnologia) e C (alta tecnologia).

Áreas com potencial pedológico Alto 1

Não foram identificadas áreas com potencial pedológico Alto 1 para a cultura do sorgo no manejo B (Tabela 6 e Figura 5) na escala de trabalho deste zoneamento (1:100.000).

Por outro lado, áreas com potencial Alto 1 representam 13% (3.572 km²) do território do estado no manejo C (Tabela 6). As áreas com potencial Alto 1 estão principalmente nas UMs onde predominam solos das classes dos Latossolos Amarelos, Vermelho-Amarelos e Vermelhos – e dos Argissolos sob relevo plano a suave ondulado.

No manejo C (Figura 6), que pressupõe a utilização intensiva de insumos e de resultados de pesquisa agrícola, há o aproveitamento de solos menos férteis, com caráter distrófico ou distrocócosos associados a um relevo pouco acidentado (plano a suave ondulado). A larga aplicação de tecnologias converte solos com potenciais pedológicos Médio e Alto 2 para o potencial pedológico Alto 1, e explica a expressiva ocorrência de áreas com esse melhor potencial no manejo C.

No manejo C, a maior parte das UMs com potencial pedológico Alto 1 distribui-se nos Tabuleiros Costeiros, especialmente no entorno e entre os municípios de Campo Alegre e Arapiraca. Outras áreas com esse potencial que também merecem destaque são aquelas situadas nos municípios de Estrela de Alagoas, Palmeira dos Índios, Igaci, Coité do Nóia, Tanque D'Arca, Limoeiro de Anadia, Taquarana, Craíbas, Rio Largo, Atalaia, Pilar, Capela, Murici, São Luís do Quitunde, Matriz de Camaragibe, Messias, Anadia, Campo Alegre, Teotônio Vilela, Junqueiro, São Sebastião, Feira Grande, Campo Grande, Lagoa da Canoa, Igreja Nova, Feliz Deserto, Coruripe e Penedo (Figura 6).

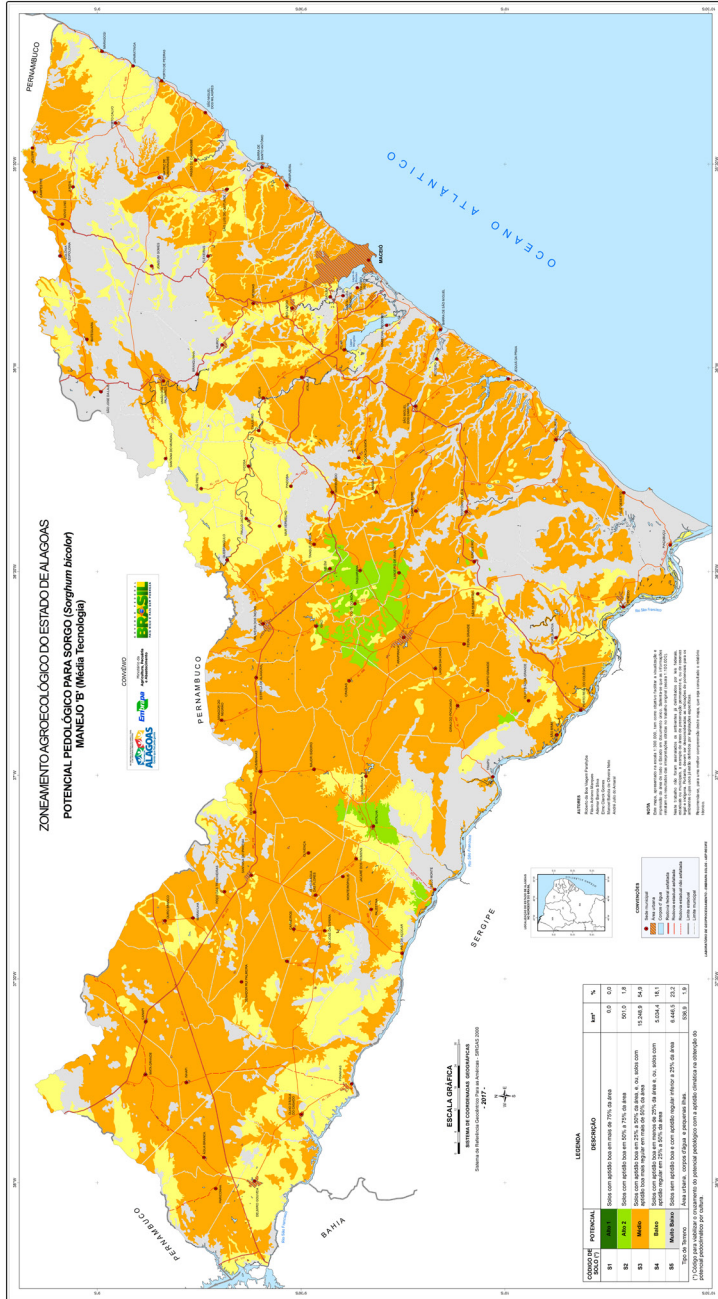


Figura 5. Mapa do Potencial Pedológico do Estado de Alagoas para a cultura do Sorgo (*Sorghum bicolor*). Manejo "B" (média tecnológica).

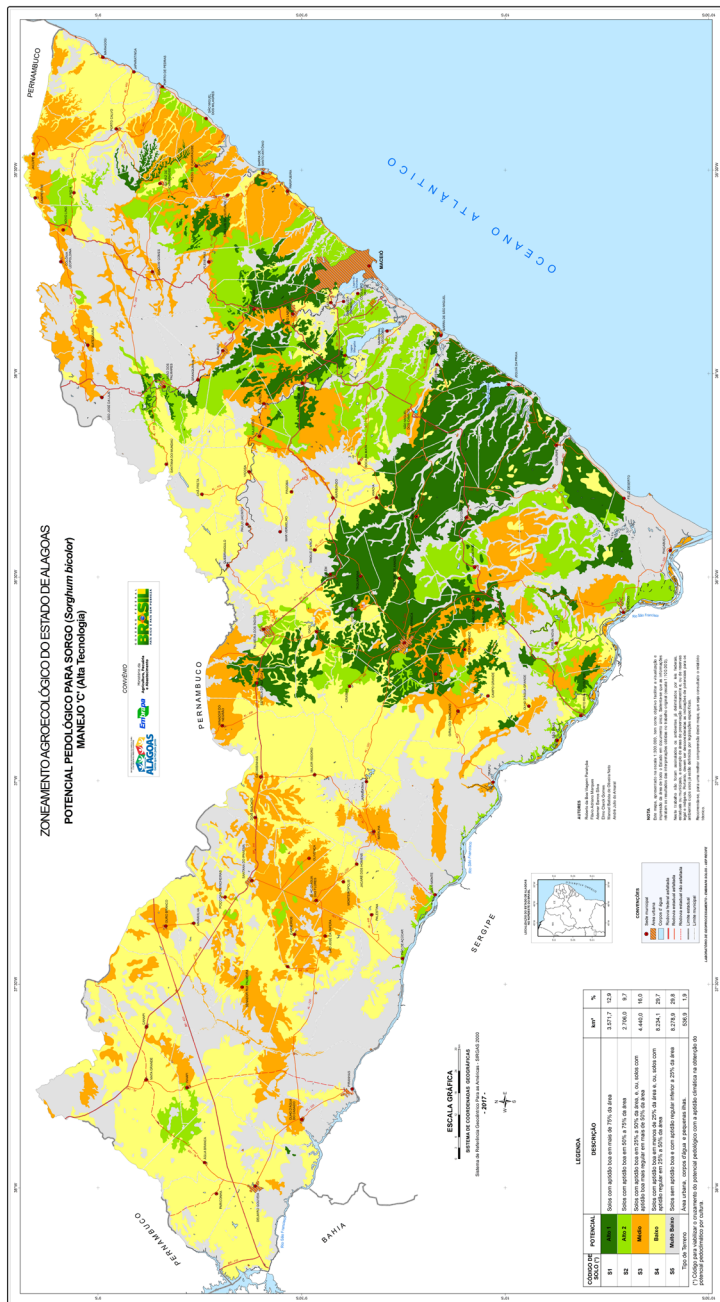


Figura 6. Mapa do Potencial Pedológico do Estado de Alagoas para a cultura do Sorgo (*Sorghum bicolor*). Manejo "C" (alta tecnologia).

Áreas com potencial pedológico Alto 2

O potencial pedológico Alto 2 ocorre nas UMs onde se sobressaem solos de aptidão pedológica boa entre 50% e 75% da área e ocupa 501 km² das terras do Estado de Alagoas, no manejo que emprega média tecnologia (manejo B). Quando considerado o manejo C (alta tecnologia), há um incremento em 540% nas terras com esse potencial, que ocupam cerca de 2.706 km² (Tabela 6). Isto é explicado, de modo semelhante às outras culturas, pelo aproveitamento de solos menos férteis, com a aplicação de corretivos e de fertilizantes.

Áreas com potencial pedológico Alto 2, no manejo B, concentram-se no Agreste Alagoano nos municípios de Taquarana, Coité do Nóia, Limoeiro de Anadia, Arapiraca e Igaci. Outras manchas de ocorrência desse potencial encontram-se no Sertão, nos municípios de Batalha e Belo Monte (Figura 5). Já no manejo C, as áreas com potencial pedológico Alto 2 encontram-se na porção Leste (englobando o Litoral e a Zona da Mata), nos municípios de Jundiá, Campestre, Novo Lino, São Miguel dos Milagres, Porto de Pedras, Matriz Camaragibe, União dos Palmares, Branquinha, Murici, Cajueiro, Capela, Atalaia, Pilar, Boca da Mata, São Miguel dos Campos, Roteiro, Flexeiras, Campo Alegre, Marechal Deodoro, Jequiá da Praia, Maceió, Penedo e Coruripe. Ocorrem também em pequenas inserções no Sertão Alagoano (Senador Rui Palmeira, Carneiro, Monteirópolis, Olivença, Olho D'Água das Flores) com exceção de uma grande mancha situada no extremo oeste, entre os municípios de Mata Grande, Água Branca e Inhapi (Figura 6).

Tabela 6. Áreas das classes de potencial pedológico do Estado de Alagoas para a cultura do sorgo, considerando o emprego dos manejos com média e alta tecnologias.

Potencial Pedológico	Manejo B (média tecnologia)		Manejo C (alta tecnologia)	
	km ²	%	km ²	%
Alto 1(S1) ¹	0,0	0,0	3.571,7	12,9
Alto 2 (S2)	501,0	1,8	2.706,0	9,7
Médio (S3)	15.248,9	54,9	4.440,0	16,0
Baixo (S4)	5.034,4	18,1	8.234,1	29,7
Muito Baixo (S5)	6.446,5	23,2	8.278,9	29,8
Tipos de Terreno ²	536,9	1,9	536,9	1,9
Área total	27.767,7	100,0	27.767,7	100,0

¹ S1, S2, S3, S4 e S5 são códigos para viabilizar a elaboração do potencial pedoclimático.

² áreas urbanas, águas superficiais e ilhas muito pequenas (≤10 ha).

Áreas com potencial pedológico Médio

Essas áreas ocupam 55% (15.249 km²) e 16% (4.440 km²) do estado nos manejos B e C, respectivamente (Tabela 6). No manejo B, as áreas com potencial pedológico Médio são de grande ocorrência e distribuem-se por todo o estado, desde o Litoral até o Sertão (Figura 5). Já no manejo C, ocorre maior concentração dessas áreas nas regiões fisiográficas do Sertão em relação àquelas do Agreste (Figura 6). A conversão de terras com potencial Médio para os demais potenciais (Alto 1, Alto 2, Baixo e Muito Baixo) justifica a redução da área desse potencial no manejo C em relação ao manejo B.

No Sertão, estas áreas estão localizadas nos municípios de Olho D'Água das Flores, Monteirópolis, Olivença, Dois Riachos, Senador Rui Palmeira, São José da Tapera, Olho D'Água do Casado, Ouro Branco, Mata Grande, Inhapi, entre outros. Enquanto que no Agreste ocorrem nos municípios de Minador do Negrão, Estrela de Alagoas, Palmeira dos Índios, Igaci, Coité do Nóia, Lagoa de Canoa, Girau do Ponciano, Olho D'Água Grande, Feira Grande, São Sebastião, Arapiraca, entre outros (Figura 6).

Áreas com potenciais pedológicos Baixo e Muito Baixo

As áreas com potenciais pedológicos Baixo e Muito Baixo representam 41% das terras (11.480 km²) no manejo B e quase 60% das terras (16.512 km²) no manejo C (Tabela 6 e Figura 6). Áreas com esses potenciais estão relacionadas à ocorrência de solos com, pelo menos, três situações distintas. Na baixada litorânea, essas áreas estão associadas aos Gleissolos e outros solos com má drenagem (Solos Indiscriminados de Mangue e Organossolos) enquanto que na faixa norte dos modelados cristalinos que antecedem a Borborema – divisa entre os estados de PE e AL – estas áreas estão associadas a solos que apresentam relevos ondulado, forte ondulado e montanhoso.

No ambiente Semiárido do estado, os potenciais mencionados estão relacionadas com a grande ocorrência de solos rasos (Neossolos Litólicos), pouco profundos (Neossolos Regolíticos, Planossolos Háplicos, Luvisolos Crômicos), e outros com caráter sódico/solódico

ou sálico/salino (Planossolos e Vertissolos), associados ou não a outros solos com relevo declivoso (ondulado a forte ondulado).

Aptidão climática

Os quantitativos das áreas com aptidão climática nos três cenários pluviométricos para a cultura do sorgo, no Estado de Alagoas, são apresentados na Tabela 7.

No cenário seco 62% (17.341,3 km²) do estado apresenta aptidão plena; 22% (6.188,3 km²) aptidão moderada por deficiência hídrica; e 15% (4.238,2 km²) inapta, evidenciando que a cultura do sorgo é resistente a deficiência hídrica, mesmo nos anos considerados secos (Tabela 7).

Tabela 7. Estimativa das classes de aptidão climática do Estado de Alagoas para a cultura do sorgo nos cenários pluviométricos: seco, regular e chuvoso.

Aptidão climática	Cenário Pluviométrico					
	Seco		Regular		Chuvoso	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Plena (sem restrição)	10.757,4	38,7	15.716,9	56,6	11.977,0	43,1
Plena com período chuvoso prolongado	6.583,9	23,7	4.109,2	14,8	7.169,1	25,8
Moderada por excesso hídrico	0,0	0,0	4.388,8	15,8	6.239,6	22,5
Moderada por deficiência hídrica	6.188,2	22,3	3.552,7	12,8	2.381,9	8,6
Inapta por acentuada deficiência hídrica	4.238,2	15,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	27.767,7	100,0	27.767,7	100,0	27.767,7	100,0

No cenário seco, área propícia ao desenvolvimento do sorgo no Estado de Alagoas se concentra em parte da região do Agreste (úmido) e da Zona da Mata, esta última com áreas apresentando moderado excesso hídrico podendo prejudicar a colheita. As áreas plenas, sem restrições climáticas a cultura, encontram-se a partir dos municípios de Colônia Leopoldina no sentido de Boca da Mata até Penedo, podendo se

estender no sentido do Agreste, onde se encontram remanescentes da floresta caducifólia, nos municípios de Minador Negrão, Craíbas e Traipu. A partir desses municípios, observa-se aptidão moderada até os municípios de Senador Rui Palmeira, Ouro Branco e parte de Palestina. Verifica-se inaptidão por deficiência hídrica acentuada nos municípios de Pariconha, Piranhas, Delmiro Gouveia, Pão de Açúcar, Olho d'Água do Casado, Canapi e Inhapi (Figura 7).

Nos cenários pluviométricos regulares e chuvosos, verifica-se que aproximadamente 70% do estado encontram-se sob condição climática plena ao cultivo do sorgo (Tabela 7). Nesses dois cenários não há áreas consideradas impróprias (inaptas) – Figuras 8 e 9. Por outro lado, a cultura pode apresentar problemas devido ao excesso hídrico nas regiões da Zona da Mata e Litoral do estado, principalmente no cenário chuvoso, quando as áreas próximas ao Litoral podem se mostrar demasiadamente úmidas (Figura 9). Neste cenário, cerca de 22% (6.239,6 km²) do estado podem apresentar problemas devido ao excesso hídrico (Tabela 7).

No cenário regular, a região de aptidão climática plena se expande em direção ao oeste do estado, alcançando áreas limítrofes com os municípios de Senador Rui Palmeira, Piranhas e Canapi. Partes do Litoral e Mata podem apresentar condições pouco favoráveis devido ao excesso hídrico. Neste cenário observa-se aptidão moderada por deficiência hídrica nas áreas com forte domínio de caatinga hiperxerófila, nos arredores dos municípios de Piranhas, Delmiro Gouveia e Pão de Açúcar (Figura 8).

No cenário chuvoso aumentam as áreas que podem apresentar problemas devido ao excesso de umidade, desde o Litoral até o Agreste, entre os municípios de Palmeira dos Índios, Junqueiro e Porto Real do Colégio. A partir destes municípios, praticamente o restante do estado apresenta condições plenas, sem restrições climáticas ao cultivo do sorgo. Apenas algumas áreas no extremo oeste do estado apresentam condições moderadas devido à deficiência hídrica (Figura 9).

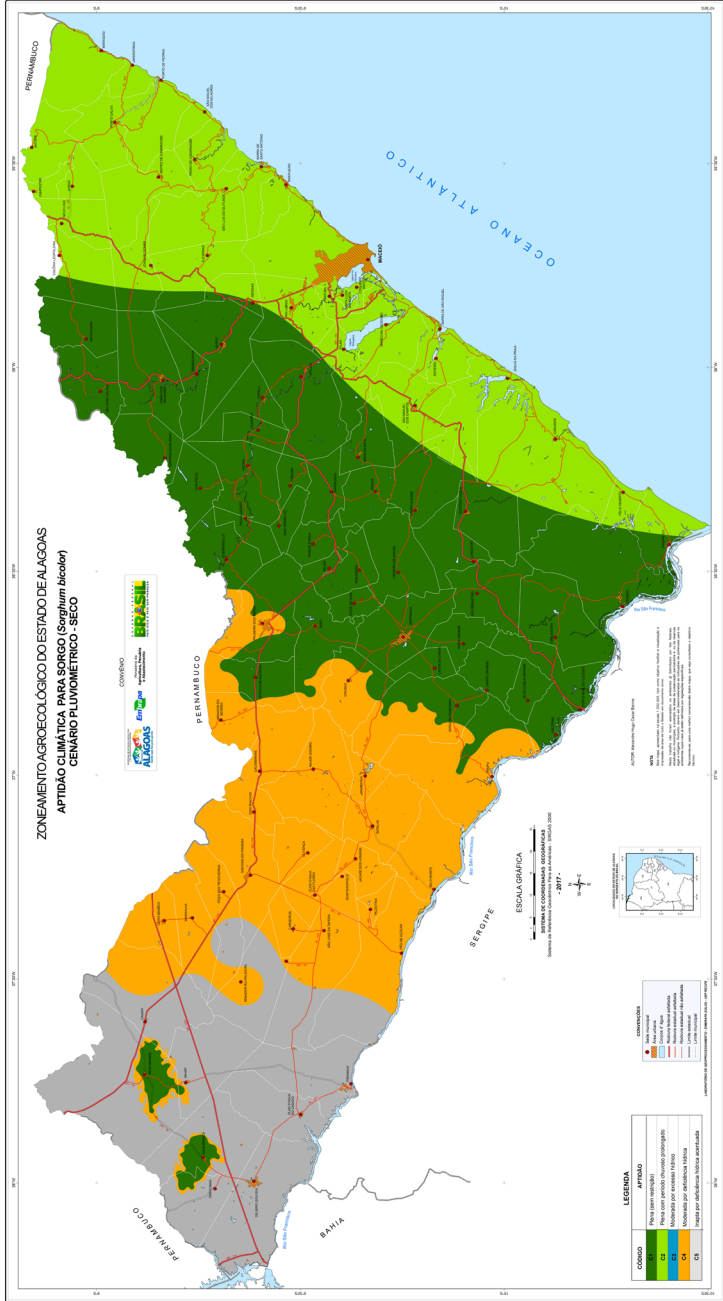


Figura 7. Zonamento de aptidão climática do Estado de Alagoas para a cultura do sorgo no cenário pluviométrico seco.

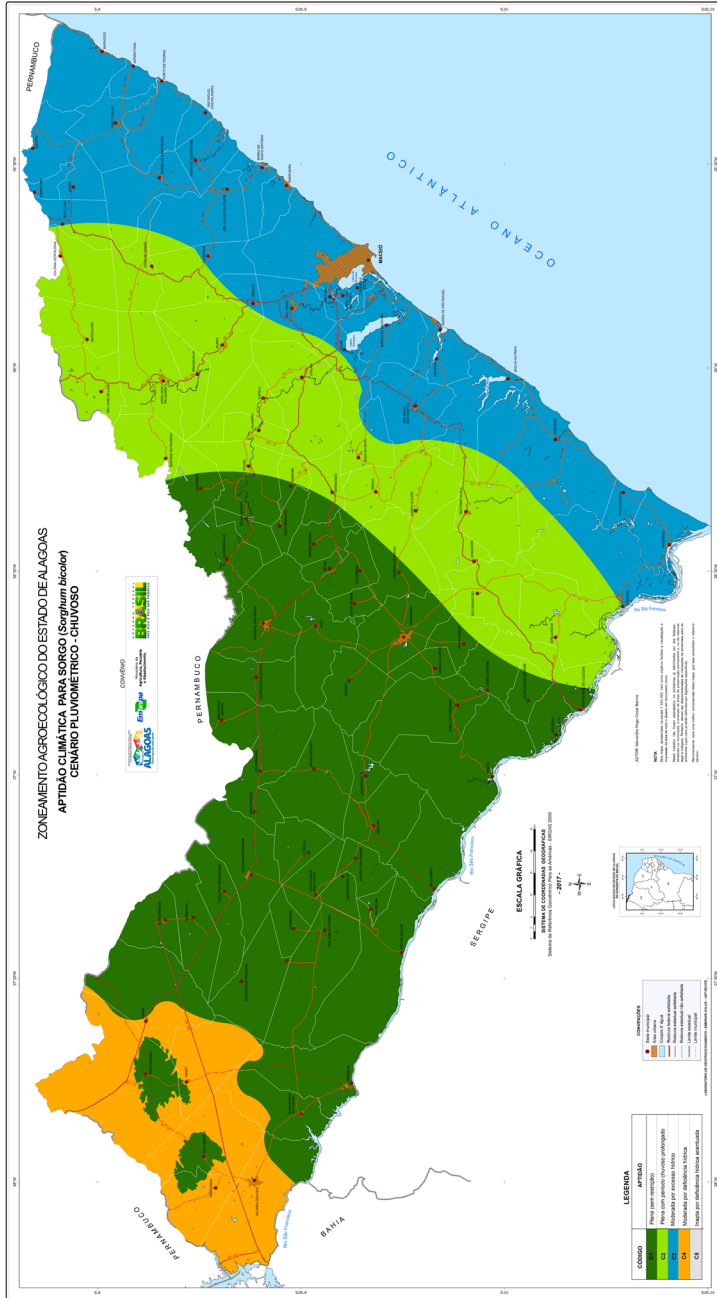


Figura 9. Zonamento de aptidão climática do Estado de Alagoas para a cultura do sorgo no cenário pluviométrico chuvoso.

Potencial pedoclimático

Sorgo nos manejos B e C, cenário pluviométrico chuvoso

O potencial pedoclimático do Estado de Alagoas para o sorgo com emprego de média e alta tecnologias (manejos B e C) no cenário pluviométrico chuvoso é apresentado na forma de mapas nas Figuras 10 e 11 e na Tabela 8.

Potencial pedoclimático Preferencial

Esse potencial ocupa apenas 2% da área total do estado, considerando o emprego de média tecnologia (manejo B) (Tabela 8). As áreas desse potencial localizam-se principalmente nas microrregiões de Arapiraca, Palmeira dos Índios e Traipu, abrangendo os municípios de Arapiraca, Taquarana, Belém, Tanque d'Arca, Limoeiro de Anadia, Coité do Nóia, Igaci, Craíbas, Junqueiro, Traipu e Olho d'Água Grande (Figura 10). A pequena extensão territorial de áreas com potencial Preferencial para o cultivo de sorgo no manejo B deve-se, principalmente, à baixa fertilidade natural dos solos.

Ao se considerar o emprego de alta tecnologia (manejo C) para o cultivo de sorgo, verifica-se que ocorre um incremento substancial de áreas com potencial Preferencial, alcançando aproximadamente 3.658 km², o que representa 13% da área total do estado (Tabela 8 e Figura 11). Esse incremento deve-se a mudança de áreas com potencial médio para o preferencial, em função do aproveitamento de áreas com solos de baixa fertilidade natural, com o emprego de alta tecnologia (manejo C). As áreas de potencial Preferencial localizam-se principalmente nas mesorregiões do Agreste e Leste alagoanos, onde ocorrem solos e clima com bom potencial para o cultivo de sorgo. Os solos dessa região apresentam como principal limitação a baixa fertilidade natural que pode ser corrigida com aplicação de corretivos e fertilizantes, bem como, o emprego de técnicas e informações de pesquisa já disponíveis relacionadas ao manejo de solo e da cultura. 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 sua faixa mais próxima da zona costeira apresentando, por essa razão, potencial Médio.

Potencial pedoclimático Médio

As áreas com potencial Médio representam cerca de 55% (15.249 km²) e 25% (7.060 km²) do território do estado, nos manejos B e C, respectivamente (Tabela 8). Ao se considerar o emprego do manejo C (alta tecnologia), nota-se que este potencial sofre drástica redução de área, passando de 15.249 km² para 7.060 km² (Tabela 8). Isto ocorre, principalmente, pelo fato de que áreas com potencial Médio no manejo B (Figura 10), cuja principal limitação é a baixa fertilidade natural, passam para o potencial Preferencial com o emprego de alta tecnologia, uma vez que essa limitação é corrigida com aplicação de corretivos e fertilizantes em consonância com o manejo C (Figura 11). Isso se reflete no rearranjo da extensão territorial dos potenciais Preferencial e Médio, principalmente, nas mesorregiões do Agreste e Leste Alagoanos.

Nas demais regiões do estado, essa redução ocorre em função de limitações de ordem pedológica (solos rasos, pedregosos, textura arenosa ou com caráter salino-sódico) associado à limitação de ordem climática (risco de déficit hídrico), principalmente na região do Sertão alagoano. No que se refere aos Tabuleiros Costeiros, as áreas apresentam potencial Médio por excesso hídrico.

Tabela 8. Síntese da extensão territorial das classes de potencial pedoclimático do Estado de Alagoas para a cultura do sorgo nos manejos B e C, cenário pluviométrico chuvoso.

Potencial Pedológico ¹	Manejo B (média tecnologia)		Manejo C (alta tecnologia)	
	km ²	%	km ²	%
Preferencial	501,0	1,8	3.658,3	13,2
Médio	15.248,9	54,9	7.059,5	25,4
Baixo	5.034,4	18,1	8.234,1	29,7
Muito Baixo	6.446,5	23,2	8.278,9	29,8
Tipos de terreno ²	536,9	1,9	536,9	1,9
Área total	27.767,7	100	27.767,7	100

¹Preferencial: ambientes com poucas limitações de solo e/ou clima (P1 a P4); Médio: ambientes com moderadas limitações de solos e/ou clima (M1 a M8); Baixo: ambientes com fortes limitações de solo e/ou clima (B1 a B4); Muito baixo: ambientes com limitações muito fortes de solo e/ou clima (MB1 a MB9).

²Contempla: áreas urbanas, águas superficiais e ilhas muito pequenas (<10 ha).

Potenciais pedoclimáticos Baixo e Muito Baixo

As áreas com estes potenciais representam cerca de 41% (11.481 km²) e 60% (16.513 km²) do território do estado, nos manejos B e C, respectivamente (Tabela 8 e Figuras 10 e 11). Observa-se um incremento de áreas com potenciais Baixo e Muito Baixo, respectivamente, quando se considera o emprego do manejo C (Tabela 8) face às limitações de solo e, ou clima. Isto se deve ao fato de que áreas com potencial Médio no manejo B, que não foram enquadradas no potencial Preferencial por limitação de solo e, ou clima, ocupam o potencial Baixo ou Muito Baixo no manejo C. Os fatores restritivos relacionados a este fato estão associados à limitação de ordem pedológica, principalmente, pela presença de pedregosidade na superfície, pequena profundidade efetiva, textura essencialmente arenosa ou pela presença de relevo acidentado. 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 solos com caráter salino/sódicos com problemas de drenagem como é o caso dos Planossolos. Associado a esse fato, nessa região existe maior probabilidade da ocorrência de déficit hídrico. O fator restritivo relevo está presente na mesorregião do Leste alagoano (Litoral Norte e Mata), onde predominam os Argissolos Amarelos e Vermelho-Amarelos (relevo forte ondulado).

Sorgo nos manejos B e C, cenário pluviométrico regular

O potencial pedoclimático do Estado de Alagoas para o sorgo com emprego de média e alta tecnologias (manejos B e C) no cenário pluviométrico regular é apresentado na forma de mapas nas Figuras 12 e 13 e na Tabela 9.

Potencial pedoclimático Preferencial

O potencial Preferencial ocupa 2% da área total do estado, considerando o emprego de média tecnologia (manejo B) (Tabela 9). Essas áreas localizam-se principalmente na mesorregião do Agreste, abrangendo os municípios de Arapiraca, Taquarana, Belém, Tanque d'Arca, Limoeiro de Anadia, Coité do Nóia, Igaci, Craíbas, Junqueiro, Traipu e Olho d'Água Grande (Figura 12).

A pequena extensão territorial de áreas com potencial Preferencial para o cultivo de sorgo no manejo B deve-se principalmente à baixa fertilidade natural dos solos inseridos nas regiões do Agreste e Leste Alagoanos e, também, em função de limitações de ordem pedológica e climática para as terras localizadas na região do Sertão.

Ao se considerar o emprego de alta tecnologia (manejo C) para o cultivo de sorgo, verifica-se que ocorre um incremento substancial de áreas com potencial Preferencial, alcançando aproximadamente 4.651 km² o que representa 17% da área total do estado (Tabela 9 e Figura 13). Esse incremento deve-se, principalmente, à mudança de áreas com potencial médio para o preferencial em função do emprego de alta tecnologia no manejo C.

As áreas de potencial Preferencial no manejo C localizam-se principalmente na região do Agreste alagoano (Figura 13), onde ocorrem solos e clima com bom potencial para o cultivo de sorgo. Os solos dessa região apresentam como principal limitação a baixa fertilidade natural que pode ser corrigida com aplicação de corretivos e fertilizantes, bem como, emprego de técnicas e informações de pesquisa já disponíveis relacionadas ao manejo tanto de solo quanto da cultura.

A região dos Tabuleiros Costeiros na porção litorânea, embora apresente solos de bom potencial para cultivo do sorgo, tem seu potencial pedoclimático limitado pelo clima (risco de ocorrência de excesso hídrico), apresentando por essa razão potencial Médio.

Tabela 9. Síntese da extensão territorial das classes de potencial pedoclimático do Estado de Alagoas para a cultura do sorgo nos manejos B e C, cenário pluviométrico regular.

Potencial Pedológico ¹	Manejo B (média tecnologia)		Manejo C (alta tecnologia)	
	km ²	%	km ²	%
Preferencial	501,0	1,8	4.650,6	16,7
Médio	15.248,9	54,9	6.067,1	21,8
Baixo	5.034,4	18,1	8.234,1	29,7
Muito Baixo	6.446,5	23,2	8.278,9	29,8
Tipos de terreno ²	536,9	1,9	536,9	1,9
Área total	27.767,7	100	27.767,7	100

¹Preferencial: ambientes com poucas limitações de solo e/ou clima (P1 a P4); Médio: ambientes com moderadas limitações de solos e/ou clima (M1 a M8); Baixo: ambientes com fortes limitações de solo e/ou clima (B1 a B4); Muito baixo: ambientes com limitações muito fortes de solo e/ou clima (MB1 a MB9).

²Contempla: áreas urbanas, águas superficiais e ilhas muito pequenas (<10 ha).

Potencial pedoclimático Médio

As áreas com potencial Médio representam cerca de 55% (15.249 km²) e 22% (6.067 km²) do território do estado, nos manejos B e C, respectivamente (Tabela 9). Ao se considerar o emprego do manejo C (alta tecnologia), nota-se que o potencial Médio, no manejo B, sofre redução drástica de área, passando de 15.249 km² para 6.067 km² (Tabela 9 e Figuras 12 e 13). As áreas que apresentam potencial Médio no manejo B, cuja principal limitação é a baixa fertilidade natural, passam para o potencial Preferencial com o emprego de alta tecnologia, uma vez que tal limitação pode ser corrigida com aplicação de corretivos e fertilizantes no manejo C. Isso se reflete no rearranjo da extensão territorial de áreas dos potenciais Preferencial e Médio, principalmente.

Em adição, ressalta-se o fato de que áreas inseridas nos Tabuleiros Costeiros apresentam potencial Médio por excesso hídrico na faixa mais próxima da zona costeira.

Potenciais pedoclimáticos Baixo e Muito Baixo

As áreas com potenciais pedoclimáticos Baixo e Muito Baixo representam cerca de 41% (11.481 km²) e 60% (16.513 km²) do território do estado, nos manejos B e C, respectivamente (Tabela 9). Observa-se um incremento de áreas com potenciais Baixo e Muito Baixo, respectivamente, quando se considera o emprego do manejo C (Tabela 9 e Figuras 12 e 13). Isto se deve ao fato de que áreas que apresentam o potencial Médio no manejo B que não foram enquadradas no potencial Preferencial, por limitação de solo, clima e ou relevo acidentado, passaram a ocupar o potencial Baixo ou Muito Baixo no manejo C.

Os fatores restritivos relacionados a este fato estão associados à limitação de ordem pedológica, principalmente pela presença de pedregosidade na superfície, pequena profundidade efetiva, textura essencialmente arenosa ou pela presença de relevo acidentado. Na maioria das situações, essas limitações ocorrem de forma associada. Os fatores restritivos normalmente ocorrem na porção oeste do estado que abrange a região do Sertão, onde em função das condições ambientais (baixo regime pluviométrico e altas temperaturas) é favorecido a formação de solos rasos e pedregosos, com predomínio de Neossolos Litólicos ou salino/sódicos e solos com problema de drenagem, como é caso dos Planossolos. Associado a esse fato, nessa região existe maior probabilidade da ocorrência de déficit hídrico. O fator restritivo textura arenosa normalmente está associado à região do Litoral, e no Leste alagoano, com o predomínio de Argissolos Amarelos e Vermelho-Amarelos associados a áreas dissecadas, o fator restritivo é o relevo acidentado.

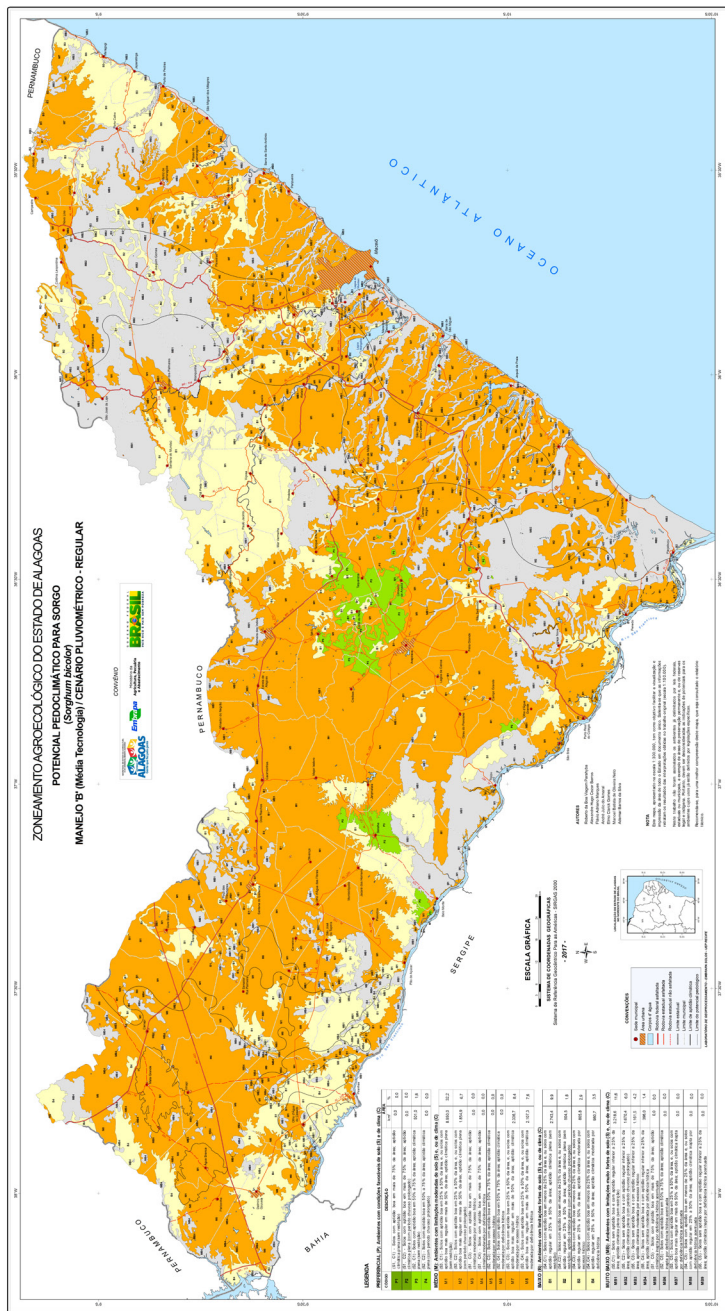


Figura 12. Mapa do potencial pedoclimático do Estado de Alagoas para a cultura do sorgo no manejo “B” (média tecnologia), no cenário pluviométrico de anos regulares.

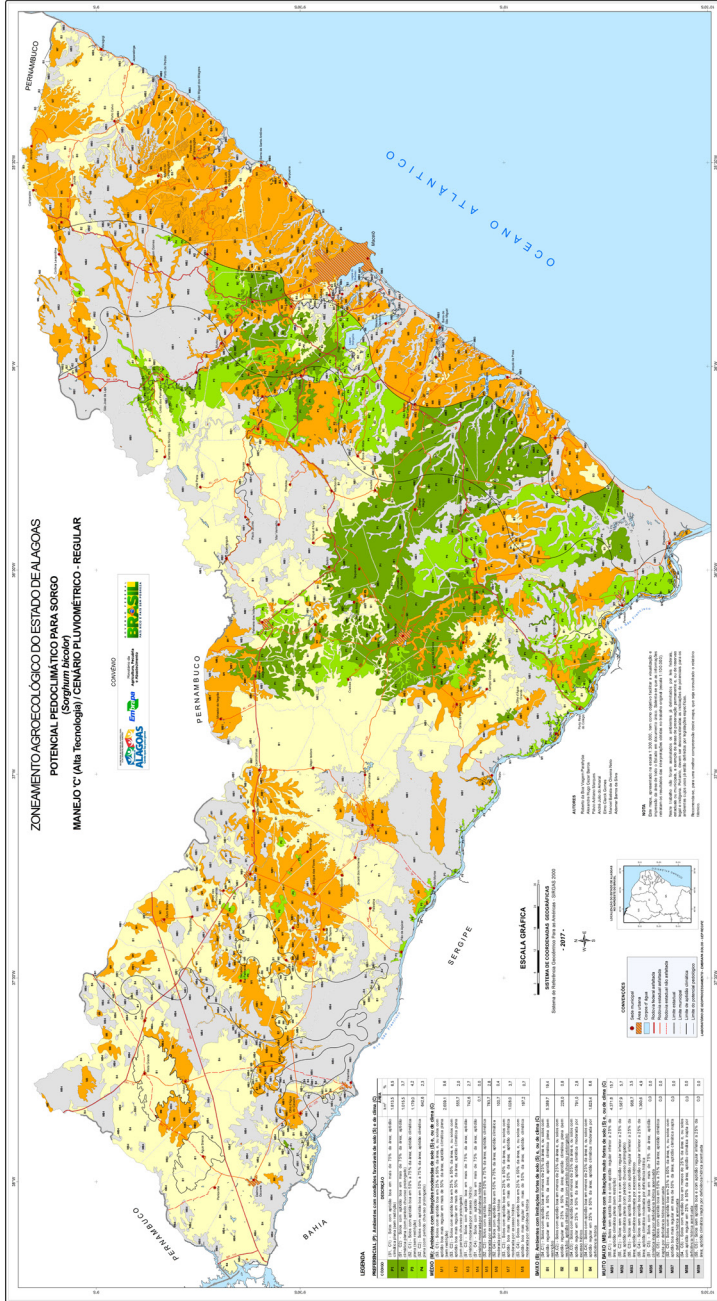


Figura 13. Mapa do potencial pedoclimático do Estado de Alagoas para a cultura do sorgo no manejo “C” (alta tecnológica), no cenário pluviométrico de anos regulares.

Sorgo nos manejos B e C, cenário pluviométrico seco

O potencial pedoclimático do Estado de Alagoas para sorgo com emprego de média e alta tecnologias (manejos B e C) no cenário pluviométrico seco é apresentado nas Figuras 14 e 15 e na Tabela 10.

Potencial pedoclimático Preferencial

O potencial Preferencial ocupa uma extensão muito reduzida com cerca de 1% da área total do estado, considerando o emprego de média tecnologia (manejo B) (Tabela 10 e Figura 14). Essas áreas se localizam nas mesmas regiões apresentadas, anteriormente, nos cenários chuvoso e regular. A pequena extensão territorial de áreas deve-se às mesmas razões abordadas nos cenários chuvoso e regular. Ao se considerar o emprego de alta tecnologia (manejo C) para o cultivo de sorgo, verifica-se que ocorre incremento substancial de áreas com potencial Preferencial, alcançando 6.011 km², o que representa 22% da área total do estado (Tabela 10 e Figura 15). Esse incremento se deve, principalmente, ao fato de áreas com potencial Médio passarem para o potencial Preferencial, em função do emprego de alta tecnologia no manejo C.

Essas áreas se localizam principalmente nas mesorregiões do Agreste e Leste alagoanos, onde ocorrem solos e clima favoráveis ao cultivo do sorgo. Os solos dessa região apresentam como principal limitação, a baixa fertilidade natural que pode ser corrigida com aplicação de corretivos e fertilizantes. As áreas dos Tabuleiros Costeiros, neste caso, apresentam potencial Preferencial por apresentar solos de bom potencial sem restrição hídrica.

Potencial pedoclimático Médio

As áreas com potencial Médio representam cerca de 46% (12.859 km²) e 15% (4.199 km²) do território do estado, nos manejos B e C, respectivamente (Tabela 10). Verifica-se que, ao considerar o emprego do manejo C (alta tecnologia), este potencial sofre uma redução muito significativa de área (Tabela 10). Isto ocorre pelo fato de que áreas com potencial Médio no manejo B, cuja principal limitação é a

baixa fertilidade natural, passam para o potencial Preferencial, uma vez que essa limitação pode ser corrigida com aplicação de corretivos e fertilizantes, o que é possível com o emprego de alta tecnologia (manejo C). Isso se reflete no rearranjo da extensão territorial de áreas com o potencial Preferencial e com o Médio, principalmente.

Potenciais pedoclimáticos Baixo e Muito Baixo

As áreas com estes potenciais representam cerca de 50% (13.993 km²) e 61% (17.020 km²) do território do estado, nos manejos B e C, respectivamente (Tabela 10 e Figuras 14 e 15). Observa-se um incremento de áreas com potenciais Baixo e Muito Baixo, respectivamente, quando se considera o emprego do manejo C (Tabela 10), principalmente no potencial Baixo. Isto se deve ao fato de que áreas com o potencial Médio no manejo B, que não foram enquadradas no potencial Preferencial, por limitação de solo e/ou clima, passam a ocupar o potencial Baixo no manejo C.

Os fatores restritivos relacionados a este fato estão associados à limitação de ordem pedológica, principalmente pela presença de pedregosidade na superfície, pequena profundidade efetiva, textura essencialmente arenosa ou pela presença de relevo acidentado. Na maioria das situações essas limitações ocorrem de forma associada. Os principais 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 solos salino/sódicos e solos com problema de drenagem, como é o caso dos Planossolos. Associado a esse fato, nessa região existe maior probabilidade da ocorrência de déficit hídrico. Na região do Leste alagoano, com predomínio de solos das classes dos Argissolos Amarelos e Vermelho-Amarelos a restrição está relacionada com o relevo acidentado.

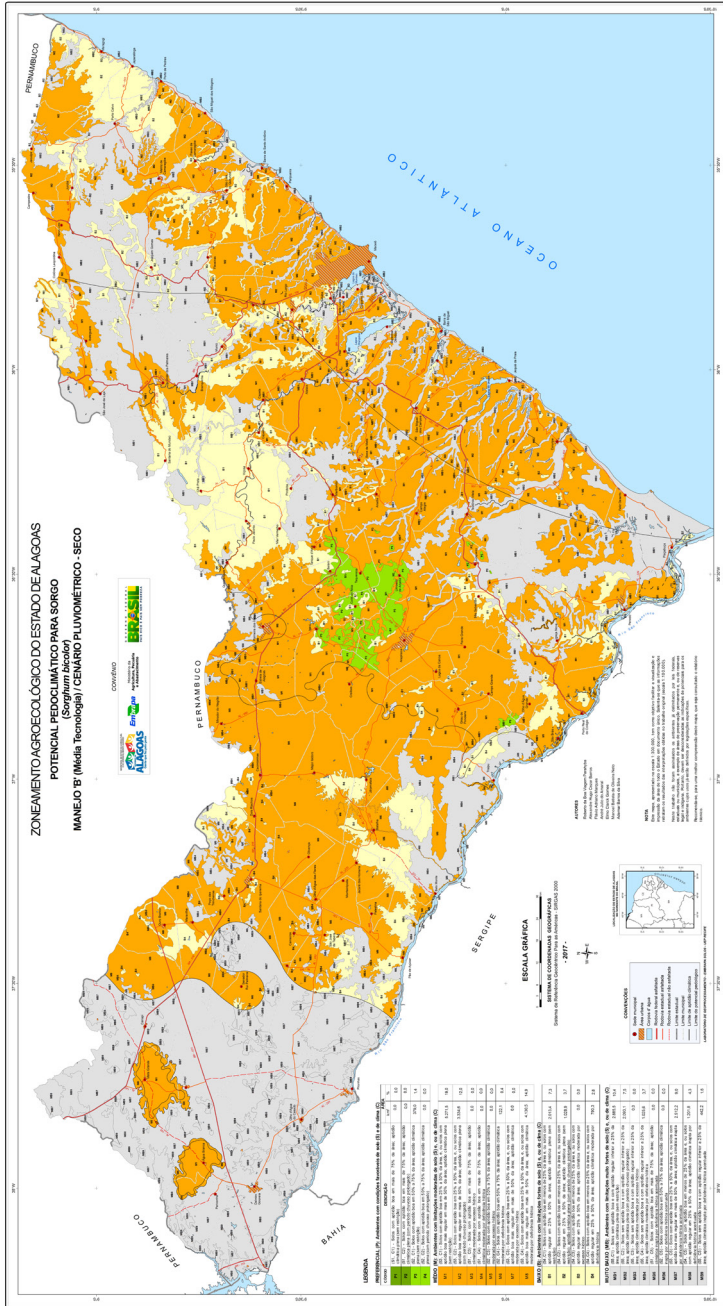


Figura 14. Mapa do potencial pedoclimático do Estado de Alagoas para a cultura do sorgo no manejo "B" (média tecnológica), no cenário pluviométrico de anos secos.

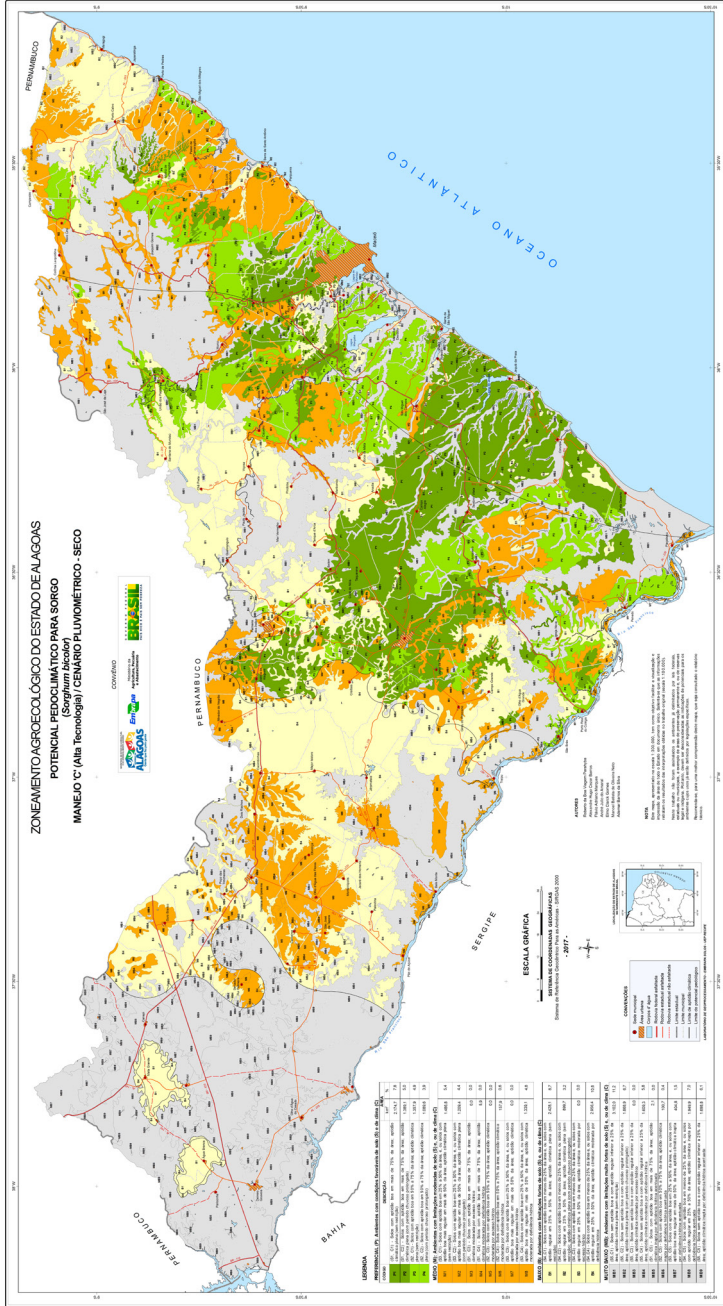


Figura 15. Mapa do potencial pedoclimático do Estado de Alagoas para a cultura do sorgo no manejo "C" (alta tecnologia), no cenário pluviométrico de anos secos.

Tabela 10. Síntese da extensão territorial das classes de potencial pedoclimático do Estado de Alagoas para a cultura do sorgo nos manejos B e C, cenário pluviométrico seco.

Potencial Pedológico ¹	Manejo B (média tecnologia)		Manejo C (alta tecnologia)	
	km ²	%	km ²	%
Preferencial	379,0	1,4	6.011,2	21,6
Médio	12.858,7	46,3	4.199,0	15,1
Baixo	3.832,6	13,8	6.284,2	22,6
Muito Baixo	10.160,5	36,6	10.736,3	38,7
Tipos de terreno ²	536,9	1,9	536,9	1,9
Área total	27.767,7	100	27.767,7	100

¹Preferencial: ambientes com poucas limitações de solo e/ou clima (P1 a P4); Médio: ambientes com moderadas limitações de solos e/ou clima (M1 a M8); Baixo: ambientes com fortes limitações de solo e/ou clima (B1 a B4); Muito baixo: ambientes com limitações muito fortes de solo e/ou clima (MB1 a MB9). ²Contempla: áreas urbanas, águas superficiais e ilhas muito pequenas (<10 ha).

Conclusões

- O Estado de Alagoas apresenta variações substanciais em seu território, tanto de ordem pedológica quanto de ordem climática. Isso influencia fortemente o potencial pedoclimático do estado para a cultura do sorgo. São observadas diferenças significativas na extensão territorial das classes de potencial pedoclimático.
- Os resultados indicam que, quando se considera o emprego do manejo com alta tecnologia (Manejo C), a extensão do potencial Preferencial tem um significativo aumento independentemente do cenário pluviométrico considerado.
- No manejo C (alta tecnologia) há um incremento nas terras. Isto é explicado pelo aproveitamento de solos menos férteis, com a aplicação de corretivos e de fertilizantes. A larga aplicação de tecnologias converte solos com potenciais pedológicos Médio e Alto 2 para o potencial pedológico Alto 1, e explica o aumento de ocorrência de áreas com esse melhor potencial no manejo C.
- Mesmo no cenário considerado seco, a cultura do sorgo apresenta em 62% (17.341,3 km²) de aptidão plena; 22% (6.188,3 km²) aptidão moderada por deficiência hídrica; e 15% (4.238,2 km²) inapta,

evidenciando que a cultura do sorgo é resistente à deficiência hídrica.

- No cenário seco, a área propícia ao desenvolvimento do sorgo, no Estado de Alagoas, se concentra em parte da região do Agreste (úmido) e da Zona da Mata, esta última com áreas apresentando moderado excesso hídrico podendo prejudicar a colheita.
- As áreas com os potenciais Baixo e Muito Baixo, em geral, aumentam, principalmente em função de limitações pedológicas.
- As áreas com potencial Preferencial estão localizadas nas mesorregiões do Agreste e do Leste Alagoanos, onde as condições de solo e de clima são mais favoráveis para o cultivo agrícola.
- Os fatores restritivos relacionados aos solos são principalmente associados à limitação pela presença de pedregosidade na superfície, pequena profundidade efetiva, textura essencialmente arenosa ou pela presença de relevo acidentado.

Referências

BATISTA, M. J.; NOVAES, F.; SANTOS, D. G.; SUGUINO, H. H. **Drenagem como instrumento de dessalinização e prevenção da salinização de solos**. Brasília, DF: CODEVASF, 2002. 216 p.

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 5. ed. Viçosa, MG: UFV, 1989. 596 p.

CABRAL FILHO, S.L.S. **Efeito do teor de tanino do sorgo sobre a fermentação ruminal e parâmetros nutricionais de ovinos**. 2004, 88 p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2004.

CARVALHO, J. C.; SALES, M. M.; SOUZA, N. M.; MELO, M. T. S. **Processos erosivos no Centro-Oeste brasileiro**. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2006. 464 p.

COELHO, A. M.; WAQUIL, J. M.; KARAM, D.; CASELA, C. R.; RIBAS, P. M. **Seja o doutor do seu sorgo**. Piracicaba: POTAFOS, 2002. 24 p. (Arquivo do Agrônomo, 14). Encarte do Informações Agrônomicas, n. 100, dez. 2002.

DAKER, A. **Irrigação e drenagem: a água na agricultura**. 6. ed. Rio de Janeiro, RJ: Freitas Bastos, 1984. v. 3, 535 p.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **ArcGIS Resource Center**. Redlands, 2012. Disponível em: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/How_Union_works/000800000100000000/>. Acesso em: 28 ago. 2012.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática**: SIDRA. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?z=t&o=11&i=P>>. Acesso em: 15 dez. 2013.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**: relações solo-planta. São Paulo, SP: Ceres, 1979. 264 p.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. Clima. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 6. ed. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_5_ed/index.htm>. Acesso em: 4 dez. 2013.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JÚNIOR. R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso (4ª aproximação)**. Campinas, SP: SBCS, 1983. 175 p.

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

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.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil**: guia auxiliar para o seu reconhecimento. Jaboticabal, SP: Funep, 1992. 201 p.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. rev. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 1995. 65 p.

RIBAS, P. M. **Sorgo**: introdução e importância econômica. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 26).

RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). Cultura do sorgo. In: EMBRAPA MILHO E SORGO. **Sistemas de produção**. Sete lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/clima.htm>. Acesso em: set. 2016.

RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). Cultura do sorgo. In: EMBRAPA MILHO E SORGO. **Sistemas de produção Embrapa**. Sete lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. Disponível em: <https://www.spo.cnpia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao1f6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=8301&p_r_p_-996514994_topicId=9201>. Acesso em: set. 2016.

RUAS, D. G. G.; GARCIA, J. C.; TEIXEIRA, N. M. Origem e importância do sorgo para o Brasil. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Recomendações técnicas para o cultivo do sorgo**. 3. ed. Sete Lagoas, 1988. p. 7-11. (EMBRAPA-CNPMS. Circular técnica, 1).

SANS, L. M. A.; A. V. de C. DE MORAIS; D. P. GUIMARÃES. **Época de plantio de sorgo**. (Comunicado Técnico). Sete Lagoas, MG: MAPA, 2003.

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, MG: SBCS, 2005. 92 p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informações; Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

SILVA, F. B. R.; SANTOS, J. C. P.; SILVA, A. B.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B.; BURGOS, N.; PARAHYBA, R. B. V.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SOUSA NETO, N. C.; ARAUJO FILHO, J. C.; LOPES, O. F.; LUZ, L. R. P. P.; LEITE, A. P.; SOUZA, L. G. M. C.; SILVA, C. P.; VAREJÃO-SILVA, M. A.; BARROS, A. H. C. **Zoneamento agroecológico do estado de Pernambuco**. Recife, PE: Embrapa Solos – UEP Recife, 2001. 1 CD ROM. (Embrapa Solos. Documentos, 35).

SILVA, M. L. **Avaliação de genótipos de sorgo forrageiro na zona da mata de Alagoas**. Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo, 2011. 84 p.

SUMNER, M. E.; NAIDU, R. (Ed.). **Sodic soils: distribution, properties, management, and environmental consequences**. Oxford: Oxford University, 1998. 207 p.

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, n. 2, p.47-58, 2002.

TABOSA, J. N.; REIS, O. V.; NASCIMENTO, M. M. A.; LIMA, J. M. P.; SILVA, F. G.; SILVA FILHO, J. G.; BRITO, A. R. M. B.; E RODRIGUES, J. A. S. O sorgo sacarina no semi-árido brasileiro: elevada produção de biomassa e rendimento de caldo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia, GO: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.

THON, H. S. C. A note on the gamma distribution. **Monthly Weather Review**, Boston, v. 86, n. 4, p. 117-121, 1951.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1957. 311 p. (Drexel Institute of Technology. Publications in Climatology, 10).

UNITED STATES. Department of Agriculture. Agriculture Research Service. Soil and Water Conservation Research Branch. **Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils**. Washington, DC, 1954. 160 p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).

UNITED STATES. Department of Agriculture. Soil Survey Division. Soil Conservation Service. Soil Survey Staff. **Soil Survey Manual**. Washington, DC, 1993. 437 p. (USDA. Agriculture Handbook, 18).

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**. Brasília, DF: Inmet, 2001. 515 p.

VAREJÃO-SILVA, M. A.; BARROS, A. H. C. **Zoneamento de aptidão climática do Estado de Pernambuco para três distintos cenários pluviométricos**. Recife, PE: Governo do Estado de Pernambuco. Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária, 2002. 51 p.