



ZONEAMENTO PEDOCLIMÁTICO DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum* L.) NAS ÁREAS DESMATADAS DO MUNICÍPIO DE CRUZEIRO DO SUL, ESTADO DO ACRE

Nilson Gomes Bardales¹, Keroly Wenancy Figueira da Silva², Edson Alves de Araújo³, Tadário Kamel de Oliveira⁴ e Eufan Ferreira do Amaral⁴

¹Bolsista DCR CNPq/FAPAC; Embrapa-Acre; Rio Branco, Acre, Brasil;
nilsonbardales@gmail.com;

²Agrônoma. UFAC; Cruzeiro do Sul, AC;

³Professor Adjunto UFAC, *Campus* Cruzeiro do Sul, AC;

⁴Pesquisador; Embrapa-AC, Rio Branco, AC.

Recebido em: 15/04/2017 – Aprovado em: 22/07/2017 – Publicado em: 31/07/2017
DOI: 10.18677/Agrarian_Academy_2017a46

RESUMO

O Estado do Acre no âmbito do Zoneamento Ecológico e Econômico tem intensificado os estudos de solos, paisagens e clima, este último através do Inventário de Gases de Efeito Estufa. Isso tem possibilitado avançar nos estudos focados no zoneamento pedoclimático de culturas de interesse agrícolas em áreas desmatadas. O presente estudo teve como principal objetivo elaborar o zoneamento pedoclimático para a cultura da cana-de-açúcar nas áreas desmatadas do município de Cruzeiro do Sul, utilizando técnicas de geoprocessamento associada a feições da paisagem. Por intermédio do uso de técnicas de geoprocessamento associadas a classes de aptidão agrícola de solos e condições climáticas definiu-se que a área de estudo apresenta certo potencial para cultura apenas no nível de manejo A, ou seja, basicamente para agricultura familiar.

PALAVRAS-CHAVE: aptidão, paisagem, solos.

PEDOCLIMATIC ZONING OF SUGAR CANE (*Saccharum officinarum* L.) IN THE DEFORESTED AREAS OF THE MUNICIPALITY OF CRUZEIRO DO SUL, STATE OF ACRE

ABSTRACT

The State of Acre in its scopethroughtheof Ecological and Economic Zoning has intensified the studies of soils, landscapes and climate, the latter through the Inventory of Gases of Greenhouse GasesEffect, this has made itallowed possible to advance in the studies focused on the pedoclimatic zoning of crops of agricultural interests iln their deforested areas. The present study had as main objective to elaborate the pedoclimatic zoning for the sugar cane crop in the deforested areas of the municipality of Cruzeiro do Sul, using geoprocessing techniques associated with the features of the landscape. Through the use of geoprocessing techniques associated with the agricultural aptitude of soilsthe methodology classes of agricultural suitability of soils and climatic climatic conditions, It was decided that the

study area presents a certain potential for crops only in the management level A, or basically for family agriculture.

KEYWORDS – Agricultural aptitude, landscape, soil.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), historicamente, tem sido de grande importância para o Brasil, desde o período da colonização até os dias atuais, alcançando o ponto máximo na crise energética mundial em 1975, quando se implantou o Programa Nacional do Alcool (Proálcool), o Brasil passou a produzir cerca de 12 bilhões de litros de etanol por ano (LIMA & CATÂNEO, 1997). Atualmente, o setor sucroalcooleiro movimenta cerca de 20 R\$ bilhões ao ano, sendo responsável por 2% do Produto Interno Bruto (PIB), gerando um milhão de empregos diretos (IBGE, 2008).

O Brasil é o maior produtor mundial de açúcar e de etanol e o mais avançado do ponto de vista tecnológico. Nos últimos 30 anos a cana de açúcar teve grande expansão, e a indústria se modernizou alcançando alto estágio de desenvolvimento principalmente quando o mundo passou a considerar o álcool como uma das principais fontes de energia renovável, capaz de reduzir a emissão de poluentes quando misturado à gasolina, e também ao fortalecimento do preço do açúcar no mercado de *commodities* (AQUINO et al., 2014).

A área plantada de cana de açúcar que foi colhida e destinada à atividade sucroalcooleira na safra de 2014/2015 foi de 9.004,5 mil hectares, sendo distribuídas em todos estados produtores. O estado de São Paulo permanece sendo o maior produtor com 52% (4.685,7 mil hectares) de área plantada. O estado do Acre na safra referente ao ano de 2013/ 2014 teve área plantada de 1,2 mil hectares e produtividade de 75.350 kg/ha (CONAB, 2015).

Neste sentido, existe a necessidade de se desenvolver estudos específicos de solos e clima para o melhor aproveitamento desta cultura na região, desde que estes estudos revelem algum potencial pedoclimático (BARDALES et al., 2011). O zoneamento pedoclimático determina quais as áreas que apresentam as melhores condições de clima e solo para o desenvolvimento sustentável da cultura. Também estabelece épocas de plantio, a fim de minimizar perdas decorrentes de adversidades climáticas que pode interferir no desempenho agrônomo (BARDALES et al., 2011).

A elaboração e disponibilização de mapas de aptidão de solos e climática de culturas, os chamados zoneamentos pedoclimáticos, fornecem importantes ferramentas para futuras recomendações práticas, lógicas e coerentes de serem executadas para o estabelecimento dos cultivos, prevenção e controle das doenças, que servirão de base para a elaboração de políticas públicas para o setor agrícola (SILVA et al., 2013).

No Estado do Acre, o período de plantio recomendado é de outubro a dezembro, restringindo-se ao plantio de pequenas áreas, sobretudo no caso de Cruzeiro do Sul, no Baixo Vale do Juruá. Com o aproveitamento do caldo da cana in natura e na confecção de rapadura, alfenim, melaço e açúcar mascavo (gramixó). Sendo este último o principal produto a ser fomentado em caso de áreas preferenciais no município de Cruzeiro do Sul, por ter grande potencial como ingrediente de bebida (adoçante e caramelizante) (AMARAL et al., 2001).

Assim, o presente estudo teve como principal objetivo elaborar o zoneamento pedoclimático nas áreas desmatadas do município Cruzeiro do Sul, por meio de uso de técnicas de geoprocessamento associada às características de solo e paisagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O zoneamento pedoclimático (ZPC) para cana-de-açúcar foi elaborado nas áreas desmatadas (alteradas) do município de Cruzeiro do Sul no Baixo Vale do Juruá, estado do Acre (Figura 1). O município de Cruzeiro do Sul está localizado nas coordenadas geográficas: Latitude 07° 37' 52" S, Longitude: 72° 40' 12" W, faz fronteira ao norte com o estado do Amazonas e a oeste, fronteira internacional com o Peru (ACRE, 2006), considerada a segunda cidade mais populosa do Estado com cerca de 90 mil habitantes e, extensão territorial de 8.881,5 km² e altitude média de 182 metros acima do nível do mar.

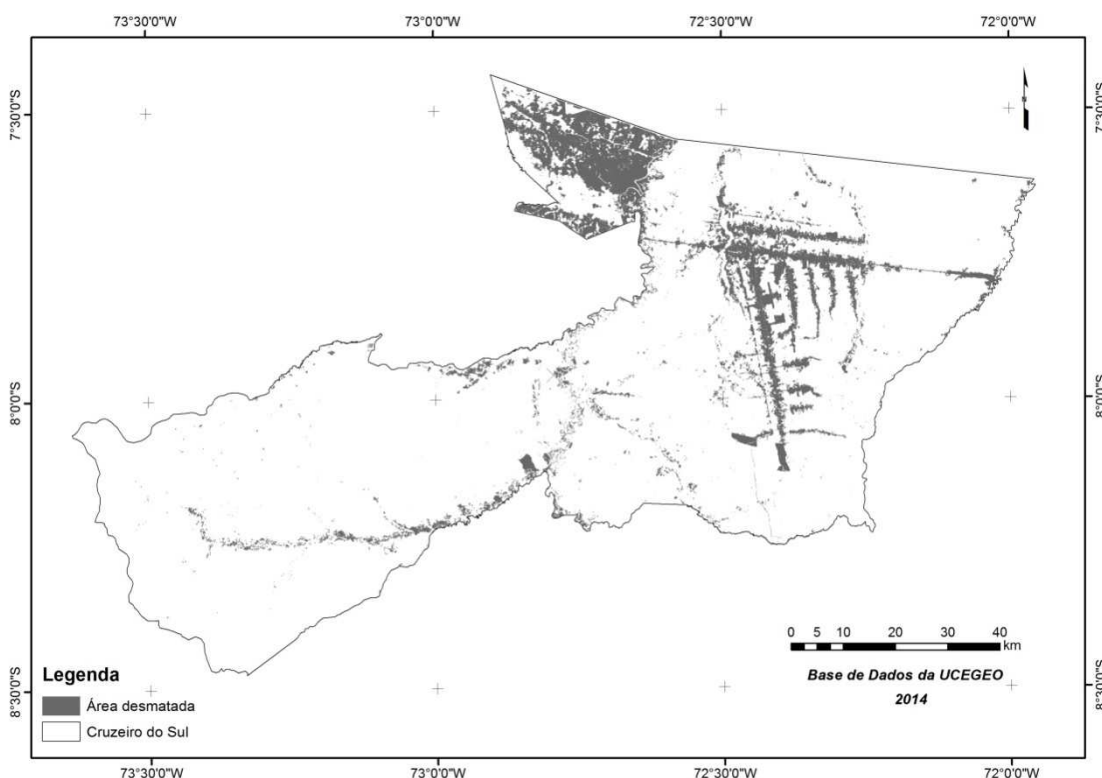


FIGURA 1. Localização da área de estudo. Áreas alteradas no município de Cruzeiro do Sul.

Fonte: autores (2017)

Para a realização das atividades de geoprocessamento, foi utilizado o Sistema de Informações Geográficas ArcGIS®10, desenvolvido pelo *Environmental Systems Research Institute* (ESRI) de *Redlans*, Califórnia (LAW & COLLINS, 2001). A base cartográfica foi elaborada a partir dos novos limites municipais do Estado do Acre (ACRE, 2006), sendo utilizados os dados de hidrografia, rede viária e sedes municipais da base cartográfica oficial do Estado do Acre (ACRE, 2006), na escala de 1:100.000. E, os dados de desmatamento utilizados foram àqueles referentes ao

acumulado até 2015, considerando a área mínima mapeável de 0,51 ha (UCEGEO, 2015).

A partir do mapa de solos (ACRE, 2006) foi feito o ajuste para o município de Cruzeiro do Sul, cruzando as informações pedológicas com As áreas alteradas do município até o ano de 2015. Assim, foi possível obter informações dos tipos de solos nas áreas desmatadas.

Com as informações dos perfis descritos (25 perfis de solo descritos para o município de Cruzeiro do Sul) foi possível obter informações sobre os atributos morfológicos, físicos e químicos dos principais solos que ocorrem na região, e que, forneceram suporte para as exigências edáficas da cultura da cana-de-açúcar (Figura 2).

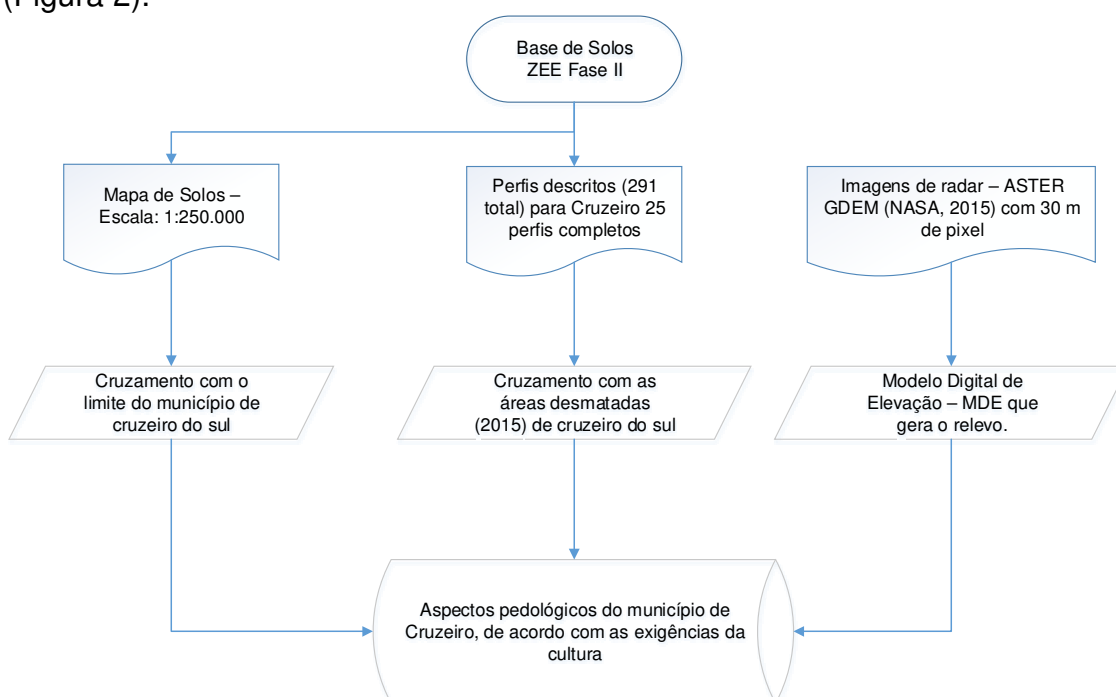


FIGURA 2. Processo metodológico para obtenção dos aspectos pedológicos de acordo com as exigências da cana-de-açúcar para o município de Cruzeiro do Sul.

Fonte: autores (2017)

Para ter uma visão integrada das variáveis foram criados quatro grupos de aptidão edáfica:

a) Morfologia

Considerou-se as variáveis de difícil correção como drenagem, relevo, profundidade efetiva, textura e atividade da fração argila.

b) Fertilidade I

Considerou-se as variáveis primárias de pH, Alumínio, Cálcio, Fósforo e Potássio.

c) Fertilidade II

Neste grupo foram consideradas as variáveis integradoras como a saturação de bases, saturação de alumínio e capacidade de troca de cátions.

d) Carbono

Neste grupo foi considerado o teor de carbono no horizonte superficial

Os dados morfológicos utilizados foram: drenagem e profundidade efetiva. Os dados de física utilizados foram a constituição granulométrica analisada pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997) e a atividade da fração argila.

Para os aspectos climáticos os dados de precipitação e temperatura foram estruturados a partir da superfície climática interpolada de HIJMANS et al. (2005) na qual, utilizaram uma série histórica de 50 anos (1950 a 2000). Em relação aos dados climáticos foram considerados: a precipitação total, e temperatura. A última foi utilizada a temperatura média, temperatura máxima e temperatura mínima.

A partir desta base mundial de clima com um km de resolução (HIJMANS et al., 2005) e a base das estações meteorológicas existente em Cruzeiro do Sul (DUARTE, 2005) num período de 2000 a 2012, foi possível estruturar as informações relacionadas a umidade relativa do ar, radiação solar e o balanço hídrico de acordo com as exigências da cultura, com ênfase para o município de Cruzeiro do Sul e regional do Baixo Juruá (Figura 3).

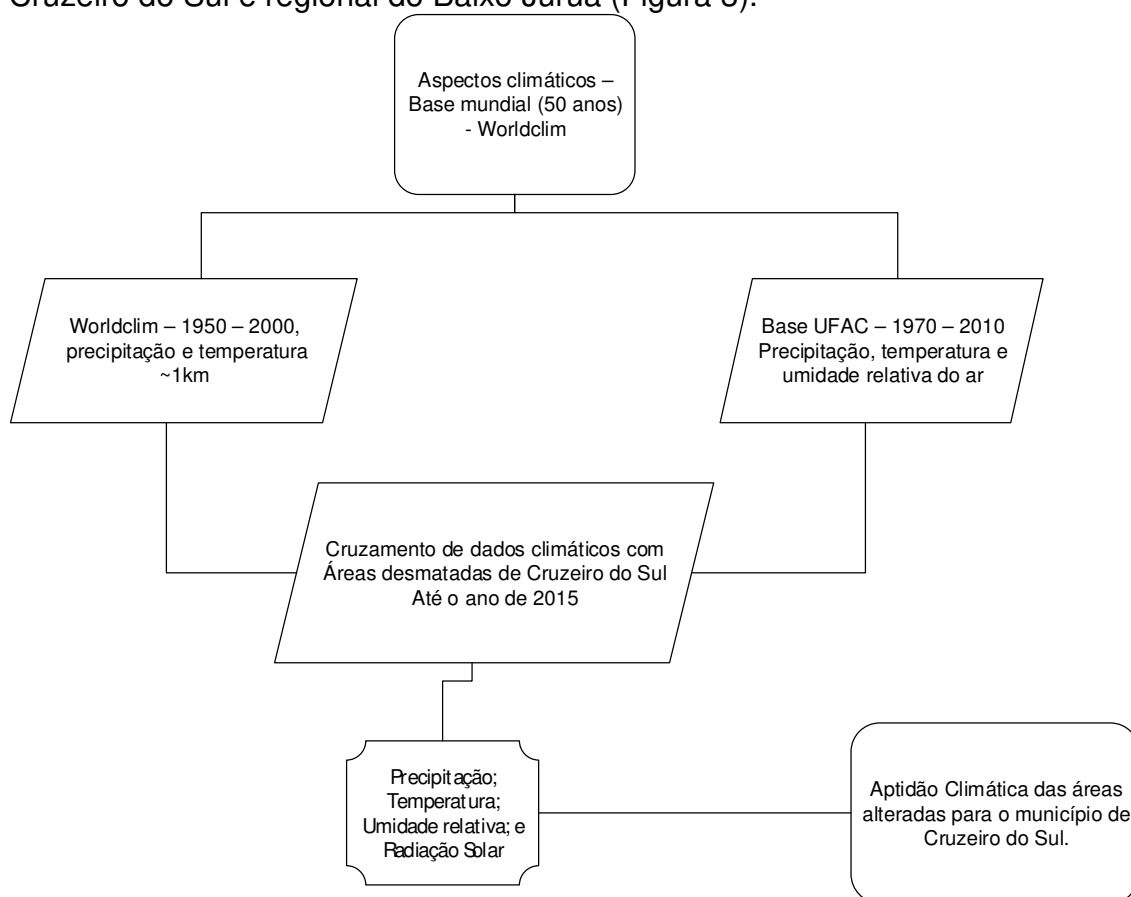


FIGURA 3. Processo metodológico para obtenção dos aspectos climatológicos de acordo com as exigências da cana-de-açúcar para o município.

Fonte: autores (2017)

Com base nas análises particulares de solo (morfologia, física e química) e clima cruzados com as áreas desmatadas do município, fez-se a avaliação da Aptidão Edáfica (AE) e Aptidão Climática (AC). Cada parâmetro foi estratificado em quatro classes: Preferencial, Recomendável, Pouco recomendável e não recomendável. A classe preferencial representa as condições ótimas para a cultura, a classe recomendável representa condições adequadas com ligeiras restrições, a classe pouco recomendável já apresenta restrições consideráveis e a não

recomendável se constitui naquelas áreas nas quais o parâmetro se apresenta com condições inadequada para a cultura.

Foi assim definida a aptidão edáfica (AE):

- AE Morfologia – Drenagem + Relevo + Profundidade Efetiva + Textura + atividade da fração argila /5;
- AE Fertilidade I – pH + Al³⁺ + Ca²⁺ + P + K⁺ /5;
- AE Fertilidade II – V + CTC /2;
- AE Fertilidade III – Carbono.

Foi definido a AE de acordo com os níveis de manejo A & B de acordo com RAMALHO FILHO & BEEK (1995), onde:

Nível de manejo A (pouco tecnificado ou primitivo) é baseado em práticas agrícolas que refletem baixo nível técnico-cultural.

Nível de manejo B (medianamente tecnificado), as práticas de manejo estão condicionadas a um nível razoável de conhecimento técnico. Há pouca aplicação de capital e utilização de resultados de pesquisa para a manutenção e melhoramento das condições agrícolas das terras e das lavouras.

Com a utilização das seguintes equações:

Para o nível de manejo A:

AE nível 1 (A) – ([AE_morfologia] + [AE_Fertilidade I] + [AE_Fertilidade II] + [AE_Fertilidade III]) /4

Para o nível de manejo B:

AE nível 2 (B) – AE = AE morfologia

Foi definida a Aptidão Climática (AC), sendo resultado do cruzamento das exigências térmicas (temperatura) com as exigências hídricas (precipitação). Pela fórmula: $AC1 = ET + EH / 2$, em seguida fez-se o cruzamento do resultado do AC1 com as exigências da Umidade Relativa e Deficiência Hídrica pela fórmula:

$([AC_defRelativa1] + [AC_defHidrica1]) / 2$, tendo como resultado a AC final.

E, finalmente, com os resultados obtidos a partir dos cruzamentos anteriores definiu-se o Zoneamento Pedoclimático das áreas desmatadas do município de Cruzeiro do Sul (ZPC) para o cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) nos níveis de manejo A & B pelas seguintes fórmulas:

ZPC n1(A) = [AE_n1] * [AC final]; e

ZPC n2(B) = [AE_n2] * [AC final];

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No município de Cruzeiro do Sul, os principais tipos de solos que se destacam são Argissolos (Amarelos e Vermelho-Amarelos), Latossolo Amarelo, Gleissolos, Neossolos (Quartzarenicos e Flúvicos), Espodossolos e Plintossolos (Figura 4).

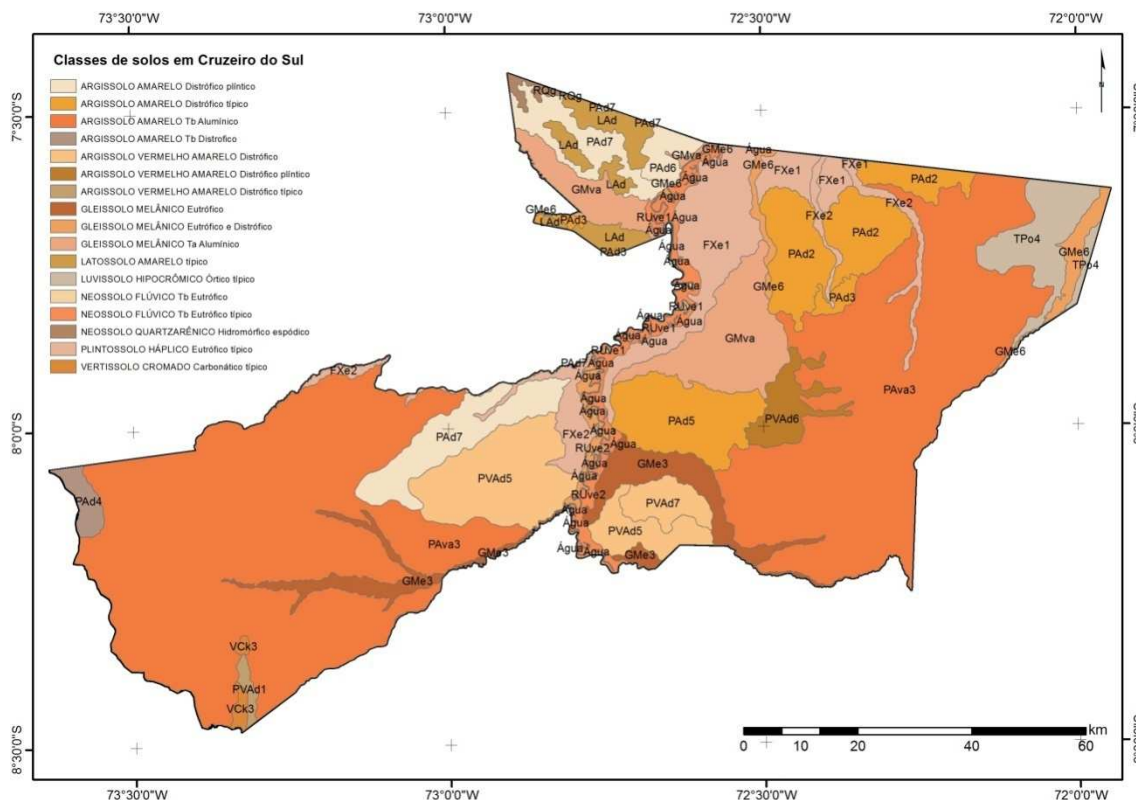


FIGURA 4. Distribuição das principais classes de solos do município de Cruzeiro do Sul.

fonte: ZEE – Fase II (ACRE, 2010).

A principal classe, em termos de abrangência, pela escala definida (1:250.000) é o Argissolo Amarelo, ordem esta que predomina na Formação Cruzeiro do Sul. Os Argissolos Amarelos se caracterizam por serem profundos, apresentarem textura média com predomínio de areia grossa em superfície e argilosa em profundidade, sem presença de deficiência de drenagem até os 100 cm, relevo plano e suave ondulado, no entanto, devido ao material de origem (arenitos) são bastantes distróficos.

Em Cruzeiro do Sul os aspectos de precipitação pluviométrica e temperatura não apresentaram riscos para a cultura da cana-de-açúcar, a umidade relativa apresentou certa restrição ao cultivo da cultura, sobretudo no período de implantação, uma vez que a média anual foi de 52% a 54% de umidade, considerado baixo para este ciclo de produção. No entanto, para o período de maturação, estes índices de umidade são os ideais para o bom desenvolvimento da planta.

Em Cruzeiro do Sul o período de seco dura apenas três meses (junho, julho e agosto), com a ressalva que o mês de junho apresenta apenas 1 mm de deficiência e em setembro já inicia-se o período chuvoso (Figura 5). O mês mais crítico é agosto e a deficiência hídrica atinge apenas 17 mm, caracterizando o período muito curto de déficit com baixa intensidade não comprometendo o desenvolvimento da cultura da cana de açúcar.

BERNARDO et al. (2006) afirmam que a faixa de temperatura ótima para o desenvolvimento da cultura é de 30 a 34°C. Se a temperatura média for maior que 35°C o crescimento é lento, menor que 20°C é muito lento e acima de 38°C é nulo. O que revela um potencial climático marginal (Figura 6) para o cultivo inicial da cana-

de-açúcar, com melhores rendimentos na porção Sul do município. O total de chuva adequada (apta) para o desenvolvimento da cultura é de 1.100 mm a 1.500 mm anuais, ou seja, em termos de precipitação, o município de Cruzeiro do Sul apresenta potencial ideal para o cultivo da cultura. (Figura 7).

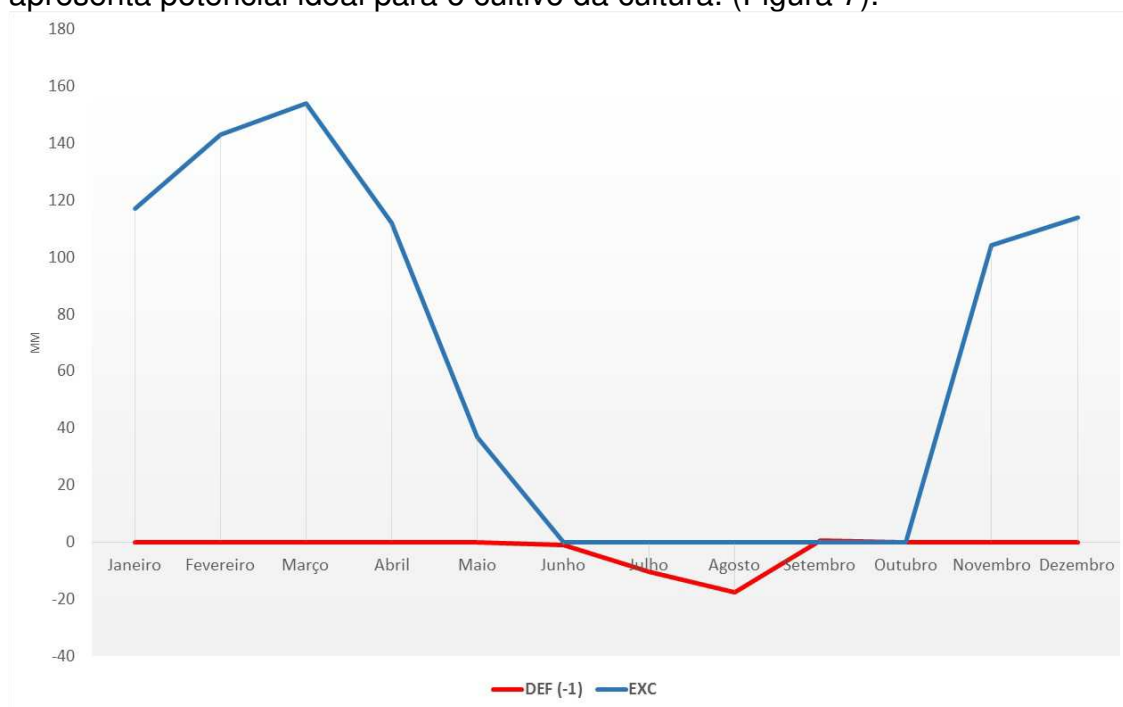


FIGURA 5. Extrato do balanço hídrico climatológico com os seguintes elementos: deficiência (DEF, mm) e excedente hídrico (EXC, mm) para Cruzeiro do Sul, Acre.

fonte: autores (2017)

Às condições de precipitação, que em Cruzeiro do Sul num período de 50 anos variou de 1.882 mm a 2.261 mm (Figura 7) apresenta-se como ótima ao longo do território municipal, de Sudoeste para Nordeste, e a temperatura que no mesmo período variou de 25°C a 26°C (Figura 6), apresenta-se como marginal para o desenvolvimento da cultura, pois a faixa satisfatória para temperatura é acima de 20°C e precipitação acima de 1.100 mm.

Para os aspectos relacionados à umidade relativa do ar utilizou-se as informações da estação meteorológica da UFAC campus Floresta, do período de 1970 a 2010, que demonstrou (Figura 8) uma classe apta para o bom desempenho da cultura, visto que a média destes 40 anos ficou entre 80% e 90% de umidade.

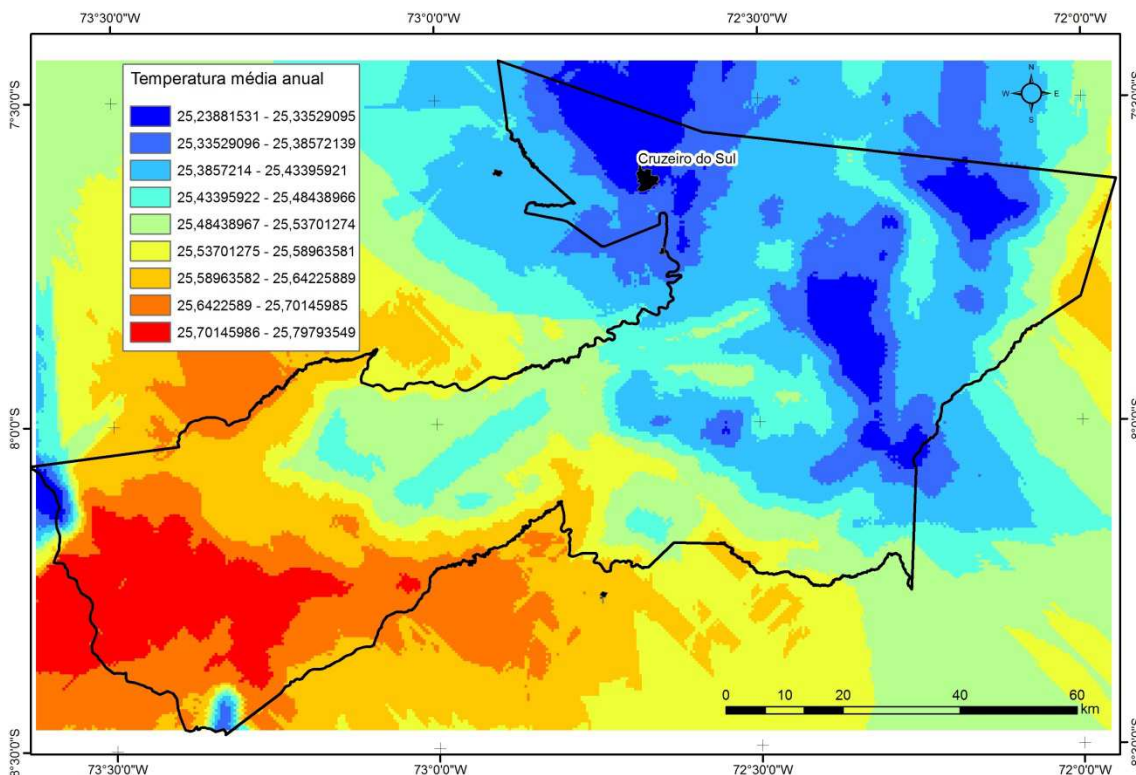


FIGURA 6. Distribuição da temperatura média anual para o município de Cruzeiro do sul, Estado do Acre.

fonte: autores (2017)

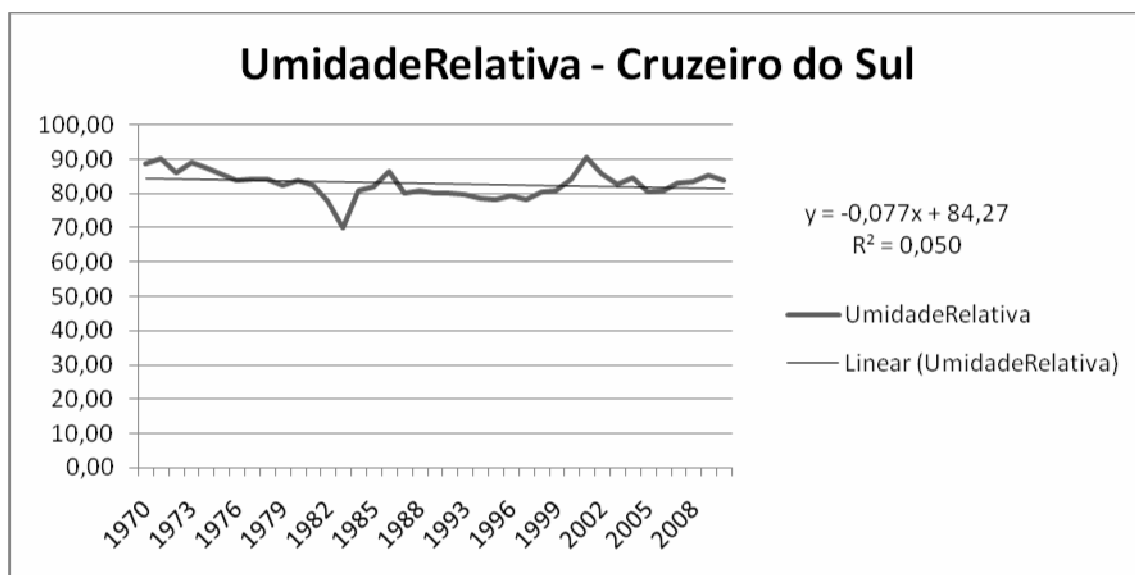


FIGURA 8. Distribuição média da umidade relativa do ar no período de 1970 a 2010.

fonte: Base de dados Prof Rafael Coll Delgado.

A partir da relação solo e clima, foi elaborado o zoneamento pedoclimático para as áreas desmatadas do município. Verificou-se que para o nível de manejo A (com muito pouco ou nenhum aporte tecnológico), 67% destas áreas apresentaram aptidão recomendada para o bom desenvolvimento da cultura (Figura 8), no entanto, este nível leva em consideração pequenas áreas de cultivo, sem aporte de correção

e adubação do solo, sendo assim, apenas para a produção familiar e alguns subprodutos da cana.

Nível de manejo A (nenhuma tecnologia)

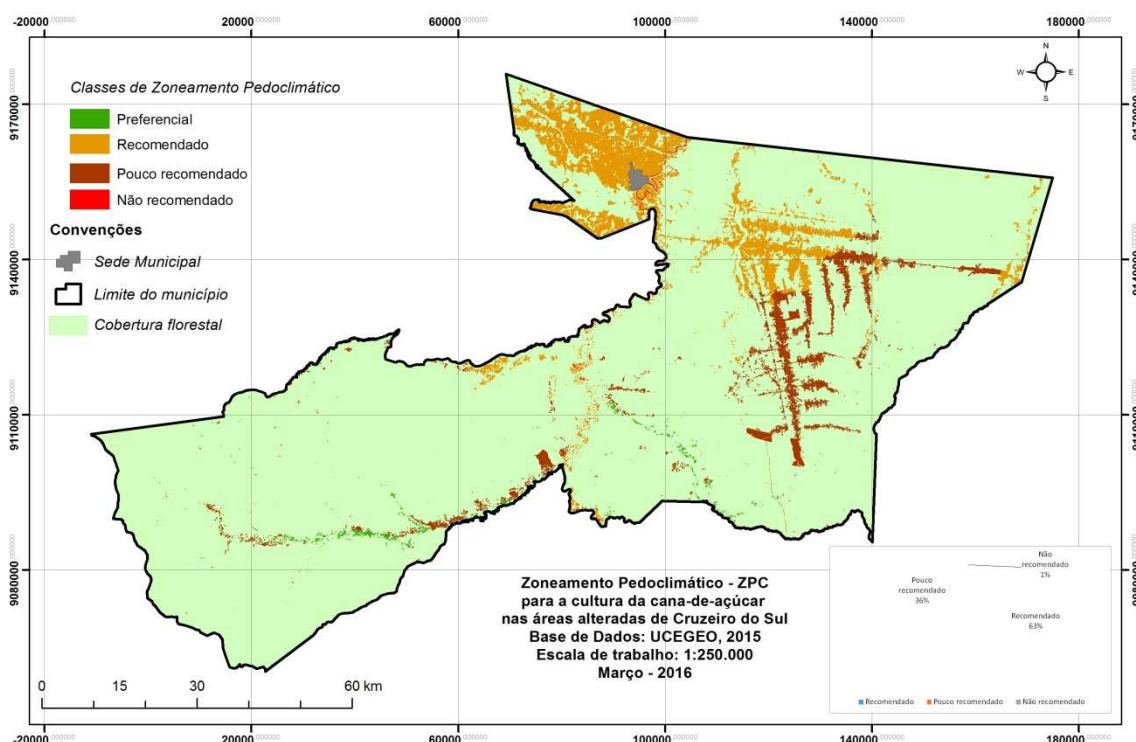


FIGURA 8. Distribuição da aptidão edafoclimática no nível de manejo A para a cultura da cana-de-açúcar nas áreas desmatadas de Cruzeiro do Sul.
fonte: autores (2017)

Quando se considera o nível de manejo B (nível médio de tecnologia), tem-se uma queda para 63% da área total desmatada com aptidão recomendada para o cultivo (Figura 9). Neste nível de manejo, levam-se em consideração os aspectos de relevo e risco de erosão, o que restringe a área preferencial, que não foi mapeada com o zoneamento pedoclimático, mesmo com o manejo adequado, pouco incremento de adubação e calagem com intuito de melhora na produção da cultura. Neste nível de manejo (pouca tecnologia) os aspectos de textura (atributo físico) e complexo sortivo (atributos químicos) são pouco considerados, devido à baixa capacidade de investimento em melhoria para obter melhores resultados.

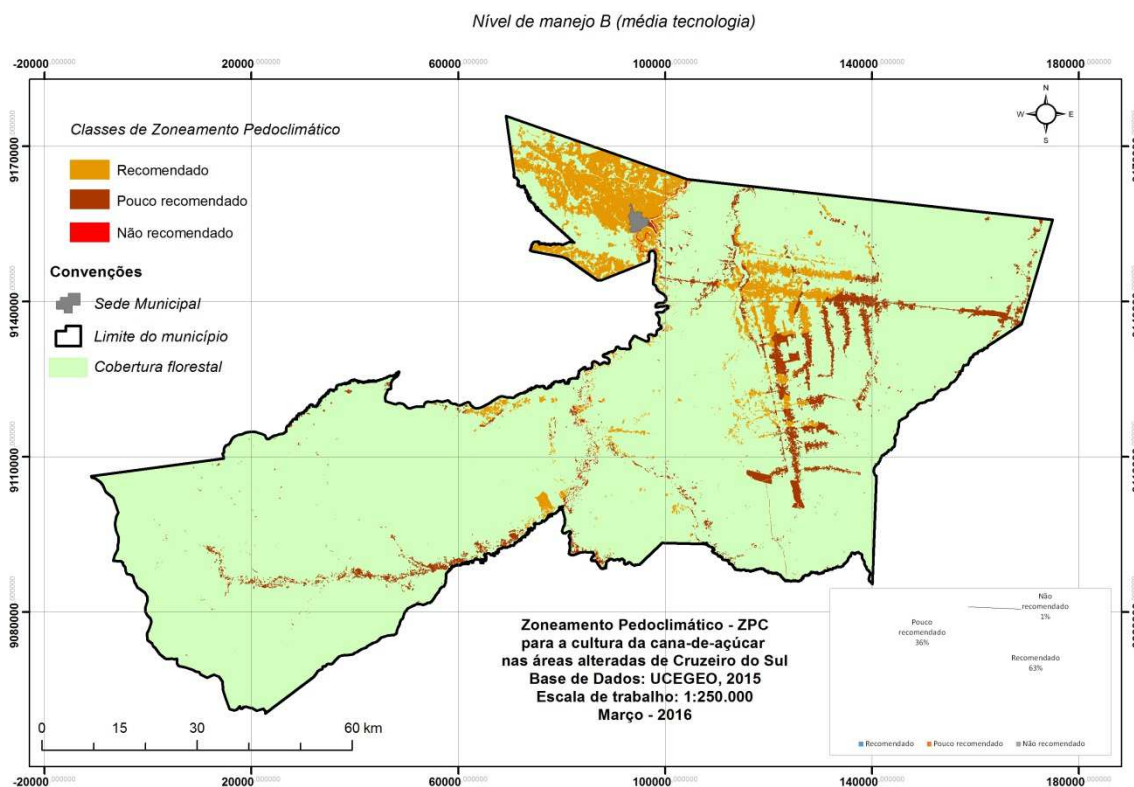


FIGURA 9. Distribuição da aptidão edafoclimática no nível de manejo B para a cultura da cana-de-açúcar nas áreas desmatadas de Cruzeiro do Sul.

Fonte: autores (2017)

CONCLUSÕES

Os principais tipos de solos mapeados na escala de trabalho (1:250.000) para o município de Cruzeiro do Sul foram: os Argissolos, Latossolos, Plintossolos, Neossolos, Vertissolos e Luvisolos. Com destaque para os Argissolos Amarelos com textura média (tendendo a arenosa), profundos, bem estruturados e distróficos, com alto risco de erosão, quando em relevo mais movimentado e, compactação em relevo plano, esta classe de solo predomina no município.

Dentre os aspectos climáticos estudados a temperatura apresentou baixo potencial (marginal) para o cultivo da cana-de-açúcar nos dois níveis estudados. Pois a temperatura média variou entre 25°C e 26°C.

Para as condições hídricas (precipitação) e umidade relativa do ar obteve-se condições satisfatórias (aptas) nos dois níveis estudados (manejo A e B), pois se verificou média anual de 1.882 mm a 2.261 mm e 1.200 mm e 2.500 mm, e umidade relativa do ar entre 80% a 90%.

O Zoneamento Pedoclimático (ZPC) para o cultivo da cana-de-açúcar nas áreas desmatadas mostrou um alto potencial do município para o nível de manejo A, ou seja, cultivo com baixa aplicação de tecnologia e para pequenos produtores, uma vez que, 67% da área total desmatada, ou seja, 61.470,8 hectares apresentaram aptidão recomendada.

No nível de manejo B (pouca a média tecnologia), seguiu-se a mesma tendência, no entanto, não houve áreas preferenciais, somente áreas com aptidão pouco recomendada, com 36% ou seja, 32.983,1 hectares e, áreas com aptidão recomendada com 58.365,5 hectares (63%).

REFERÊNCIAS

ACRE. Governo do Estado do Acre. **Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II**. Documento síntese – Escala 1:250.000. Rio Branco: SEMA, 2006. 350p.

ACRE. Governo do Estado do Acre. **Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II**. Documento síntese – Escala 1:250.000. Rio Branco: SEMA, 2010. 350p.

AMARAL, E. F. ; BARDALES, N. B.; AMARAL, E. F.; ARAÚJO, E. A. ; PINHEIRO, C. L. S.; SOUZA, A. . **Aptidão dos solos do Acre para o cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. (Embrapa Acre. Comunicado Técnico,143).

AQUINO, A. F.; BIDÔ, E.; GALVÃO, M.; OLIVEIRA, V. O etanol da cana de açúcar: possibilidades energéticas da região de Ceará-Mirim-RN. **Holos**, v.30, n.1, p. 105-125, 2014. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/713/781>>. Acesso em: 18 jul. 2017. doi:<http://dx.doi.org/10.15628/holos.2014.713>.

BARDALES, N. G.; PEREIRA, J. B. M.; DUARTE, A. F.; ARAÚJO, E. A. de; OLIVEIRA, T. K. de; LANI, J. L. **Zoneamento agroclimático para cultivo da cana-de-açúcar em três municípios da regional do Baixo Acre, Estado do Acre, Brasil**. Rio Branco, AC: . Embrapa Acre, 2011.31p, .

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 2006. 625p

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Indicadores da Agropecuária / Companhia Nacional de Abastecimento**. ano XXIV, (2015-) – Brasília : Conab, 2015

DUARTE, A.F. Variabilidade e tendência das chuvas em Rio Branco, Acre, Brasil. **Revistas Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 1, p. 37-42, 2005. http://www.rbmet.org.br/port/revista/revista_artigo.php?id_artigo=87.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.

HIJMANS, R.J.; CAMERON, S.E.; PARRA, J.L.; JONES, P.G.; JARVIS, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**,v.25, n.15, p. 1965-1978, 2005. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.1276/full>. DOI: 10.1002/joc.1276.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística . **Anuário estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2008, 58p.

LIMA, C. L. C. ; CATÂNEO, A. Seleção de variáveis influentes na produtividade da cana-de-açúcar na usina Utinga/AL. **Energia na Agricultura**, v. 12, n. 2, p.56-62, 1997.

LAW, M.; COLLINS, M.. **Getting to know ArcGIS desktop**: basics of Arc View, ArcEditor and ArcInfo. Califórnia: ESRI, 2001. 541p.

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

SILVA, K.R. ; CECÍLIO, R.A.; XAVIER, A.C.; PEZZOPANE, J.R.M.; GARCIA, G. O. Zoneamento edafoclimático para cultura da seringueira no Espírito Santo. **Irriga**,v.18, n.1, p.1-12, 2013. <http://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/download/156/334>. DOI: 10.15809/irriga.2013v18n1p01.

UCEGEO. **Unidade Central de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**. Rio Branco-AC. Base de Dados, 2015.