CARACTERIZAÇÃO DE ZONAS DE MANEJO OBTIDAS A PARTIR DO MAPA DE SOLOS PARA CULTURA DE CANA DE AÇÚCAR

Fabio Augusto Valentim

Profº Fernando Cesar Bertolani

RESUMO: A cana-de-açúcar configura-se como importante ativo para o agronegócio brasileiro, visando atingir altos parâmetros de eficiência e eficácia no manejo, utilizam-se diferentes técnicas e ferramentas de controle. Para esta pesquisa, evidenciou-se às estratégias de delimitação de zonas de manejo no Triângulo Mineiro, utilizando-se mapa pedológico (de solos) de um fornecedor de cana-de-açúcar e definir manejos específicos para cada tipo de solo. No mapa pedológico identificou-se o predomínio de Latossolos Vermelhos férricos com textura argilosa seguido por Plintossolos também de textura argilosa, correlacionando-se às áreas selecionadas, destacou-se os ambientes B-III (médio-alto, 55,85 ha) e C-III (médio, 76,52 ha). Na Zona de manejo 1 temos solos de elevado potencial e, portanto, foi recomendado o uso de variedades responsivas. Já nas zonas de manejo 2 e 3 os solos são de potencial médio, sendo recomendadas variedades intermediárias. A eficácia das orientações técnicas dos grupos de manejo CSolos, sistema específico para a cultura da cana-de-açúcar, possibilitou criar um grupo de recomendações para cada zona de manejo mapeada na área de estudo.

PALAVRAS-CHAVES: zonas de manejo; agricultura de precisão; mapas de solos; recomendações de manejo de solo; cana-de-açúcar

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana de açúcar e seus derivados como o açúcar, a cachaça, etanol e energia. Por meio do desenvolvimento científico e tecnológico esta cultura tornou-se sustentável e hoje, apresentam-se um total aproximado de 8.605 mil hectares de produção (CONAB, 2020; MARAZON, 2019).

A cultura de cana de açúcar é uma das principais fontes de produção de açúcar e etanol no Brasil, correspondem à um total de da área plantada da cultura da cana-de-açúcar, bem como o crescente número de usinas canavieiras espalhadas pelo território brasileiro, no qual, a região Sudeste possui cerca de 235 usinas, o Centro-Oeste 81 usinas,

Nordeste 73 usinas, Sul 34 usinas e a Região Norte conta com 5 usinas instaladas, sendo ao todo um total de 418 usinas em todo o Brasil (ALVES, et al.; 2021).

O potencial agrícola do Triângulo Mineiro, região em que está inserida a área de estudo desse trabalho, destaca-se a cana de açúcar e a estreita ligação com atributos naturais favoráveis ao cultivo como clima quente, solo fértil, disponibilidade de água e relevo adequado à mecanização **(**STACCIARINI; PEREIRA, 2018)

De acordo com Demattê e Demattê (2009) para a definição da cultura e eficácia no plantio é de suma importância realizar um estudo do solo, o clima da região e a cultura a ser desenvolvida. Para o plantio da cana de açúcar destacam-se os Latossolos e os Nitossolos localizados no Centro-Sul do País e também nas regiões nordestinas.

Marazon (2019) enfatiza que para manter a qualidade física do solo é imprescindível para a preservação do ambiente e a maximização da produtividade, por sua vez, é necessário controlar o tráfego de maquinário que dá suporte à cultura e também pode prejudica-la por meio do uso exaustivo e compactação.

De acordo com Mozambani et al.; (2021) a agricultura de precisão desenvolveu-se a partir do momento que a agricultura e pecuária brasileira passaram a atender grandes demandas (exportações), e foi necessário modificar o manejo, automatiza-lo para atender a expansão de grandes áreas. A agricultura de precisão tem como objetivo melhorar a eficiência no uso de recursos e o aumento da produtividade, qualidade, rentabilidade e sustentabilidade da produção agrícola e destacam-se as principais ações: sistematização de plantio com auxílio de sistemas de posicionamento global (GPS) e imagens (satélite/drone); colheita com piloto automático; análise de solo georreferenciada; levantamento de pragas e doenças utilizando-se imagens (satélite/drone); aplicação de fertilizantes e corretivos a taxa variada e aplicação de defensivos a taxa variada.

Para que as usinas de cana-de-açúcar atingissem um novo patamar tecnológico, dentro do conceito de agricultura de precisão e no uso de informações georreferenciadas, evidenciou-se a necessidade de acesso aos mapas de solos e de ambientes de produção. Como consequência, aquelas que adotaram essa tecnologia adquiriram esses mapas para a grande maioria das suas propriedades rurais, o que possibilitou que a alocação de variedades fosse realizada corretamente, utilizando o sistema de ambientes de produção (BERTOLANI et al., 2009; BERTOLANI et al., 2015; DONZELLI et al., 2018).

Demattê (2012) complementa que solos podem ser grupados para as mais diversas finalidades, tais como: grupos de manejo para preparo dos solos; época de plantio; época de colheita; fins de fertilidade e irrigação. E quanto aos ambientes de produção tem-se a importância de alocação de variedades, indicativo do potencial produtivo, sistema indicativo de áreas problema e a analisa do solo é de fundamental importância no processo.

Atento à demanda por um uso mais amplo dessa tecnologia e dando continuidade ao sistema de ambientes de produção, a empresa CSolos Mapeamento & Consultoria, desenvolveu o sistema de Zonas de Manejo buscando mais uma evolução dentro do setor sucroenergético. Para tanto, utilizou como base os mapas de solos e de ambientes de produção, agrupando solos que possuem manejo semelhantes e gerando os mapas de zonas de manejo com informações específicas de solos (BERTOLANI, no prelo)

Dias (2019) corrobora e destaca que dada a importância da cana-de-açúcar para o Estado de Minas Gerais, o investimento tecnológico tornou-se essencial, evidenciando que quanto mais precisão na tomada de decisão, melhores são os resultados de produtividade:

> As realizações de estudos voltados ao monitoramento da expansão agrícola são primordiais no planejamento da cultura, uma vez que o emprego de ferramentas tecnológicas como sensores remotos viabiliza ainda mais a estimativa da área disponível para plantio e colheita no Estado de Minas Gerais (DIAS, 2019, p. 03).

O objetivo desse trabalho foi delimitar zonas de manejo, utilizando mapa pedológico (de solos) de um fornecedor de cana-de-açúcar e definir manejos específicos para cada tipo de solo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em talhões de um fornecedor de cana de açúcar no triângulo mineiro. O mapeamento de solos ocorreu no ano de 2019, em uma área com as seguintes coordenadas: 19 59 56 S; 48 15 29 O. A cana colhida nessa área é destinada ao Grupo Usina Delta S.A., composta pelas usinas: Delta, Volta Grande e Conquista de Minas (figura 01):

Figura 01. Localização do Grupo que faz a moagem da cana da área de estudo

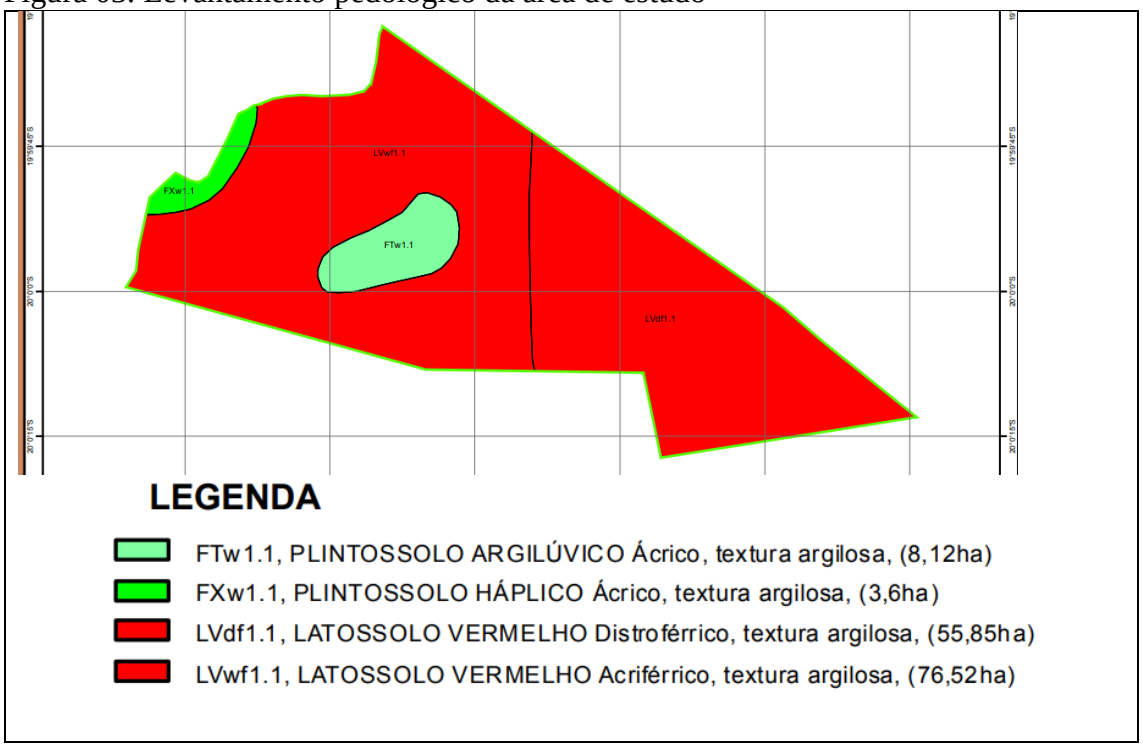
FONTE: Grupo Usina Delta S.A. (2022)

O mapeamento de solos da área de estudo (figura 2) foi realizado pela empresa CSolos Mapeamento & Consultoria (figura 3) de acordo com a metodologia preconizada pelo Centro de solos da Embrapa, sendo utilizado o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Figura 02. Limite da área de estudo para obtenção das zonas de manejo

FONTE: Grupo Usina Delta S.A. (2022)

Figura 03. Levantamento pedológico da área de estudo

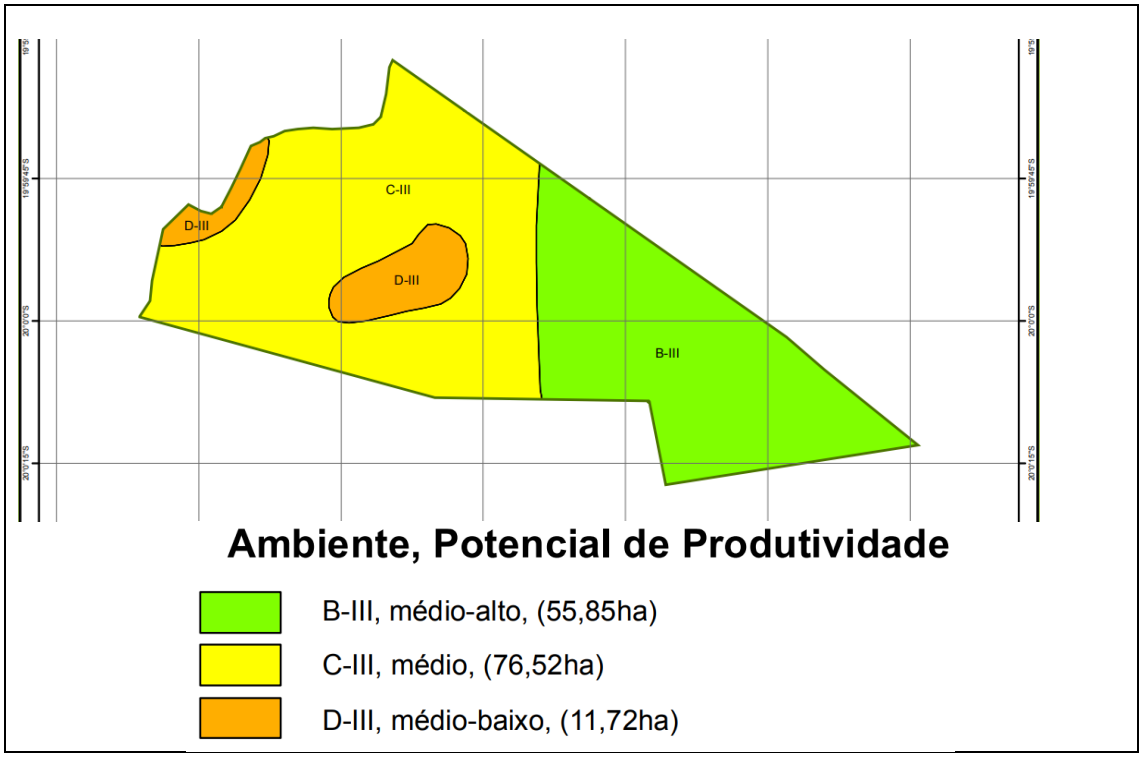


Fonte: CSolos Mapeamento & Consultoria (2019)

Na área de estudo verificou-se um predomínio de Latossolos Vermelhos férricos com textura argilosa seguido por Plintossolos também de textura argilosa. Ressaltando que os Plintossolos apresentam um potencial mais baixo em relação aos Latossolos, pois apresentam concreções de óxido de ferro (plintitas e petroplintitas), as quais podem causar danos aos implementos agrícolas.

A partir do mapa de solos e utilizando-se a metodologia desenvolvida pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) obteve-se o mapa de Ambientes de Produção (BERTOLANI et al, 2015) figura 04:

Figura 04. Mapa do ambiente de produção da área de estudo



Fonte: CSolos Mapeamento & Consultoria (2019)

Para a obtenção do mapa de zonas de manejo utilizou-se o “Sistema de Grupos de Manejo” da empresa CSolos Mapeamento & Consultoria (BERTOLANI, no prelo). Evidenciou-se que esse sistema auxilia no processo de tomada de decisão na seleção de

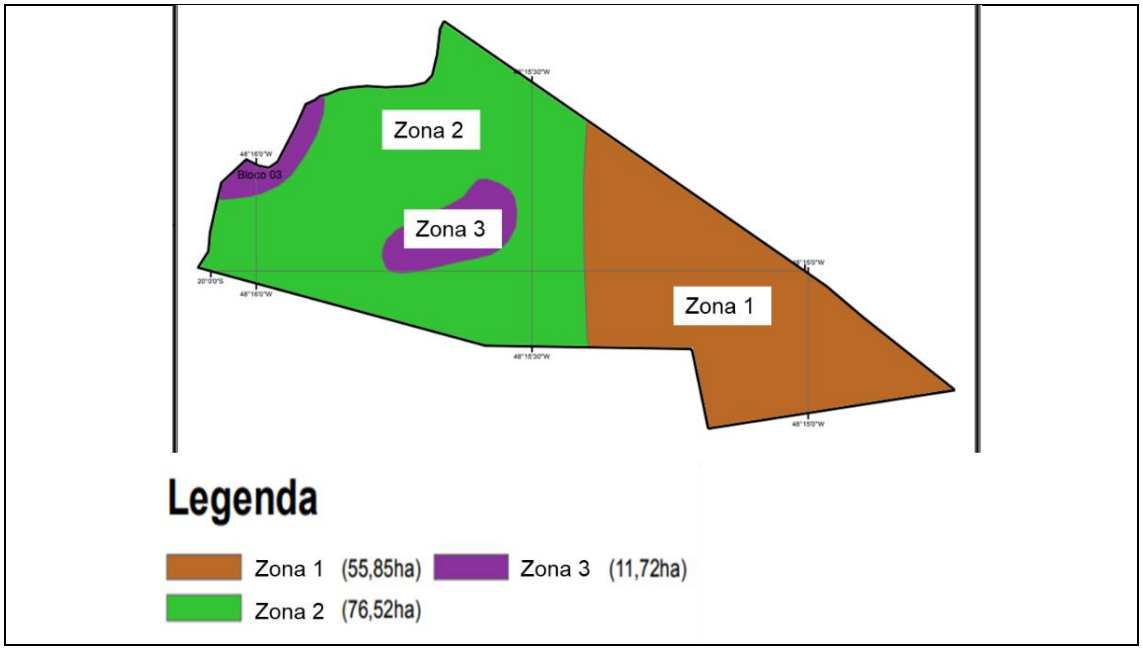
zonas de manejo, bem como abastecer informações de manejo de solos para cada zona de manejo mapeada na área de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando-se um sistema de informação geográfica (SIG) foi possível sobrepor os mapas de solos e de Ambientes de Produção gerando os limites das zonas de manejo (figura 5). E com base no "Sistema de Grupos de manejo" da CSolos Mapeamento & Consultoria (Bertolani, no prelo) obteve-se as recomendações de manejo de solos para cada zona de manejo encontrada na área de estudo (quadro 1).

A zona de manejo 1 ficou composta pelos Latossolos Vermelhos distroférricos textura muito argilosa sendo solos de médio/alto potencial para a cultura da cana-de-açúcar. A zona de manejo 2 ficou composta pelos Latossolos Vermelhos acriférricos textura muito argilosa sendo solos de médio potencial para a cultura da cana-de-açúcar devido ao caráter ácrico. E a zona de manejo 3 ficou composta pelos Plinssolos ácricos textura muito argilosa sendo solos de médio/baixo potencial para a cultura da cana-de-açúcar.

Figura 05. Mapa de zonas de manejo da área de estudo



Fonte: Grupo Usina Delta S.A. (2022)

Quadro 1. Recomendações específicas por zona de manejo

INDICADORES	ZONA 1	ZONAS 2 e 3
VARIEDADES (POTENCIAL – TIPO)	Potencial elevado (ambiente B) – variedades responsivas	Potencial intermediário (ambientes C e D) – variedades intermediárias
CORREÇÃO/ADUBAÇÃO	**Fertilidade natural:** fertilidade média/alta **Uso de gesso agrícola para correção de acidez do solo:** necessidade de gesso baixa	**Fertilidade natural:** fertilidade baixa. **Uso de gesso agrícola para correção de acidez do solo:** necessidade de gesso média
PREPARO/PLANTIO	**Risco de erosão do solo:** risco de erosão baixo. **Restrição de profundidade:** sem restrição de profundidade.	**Risco de erosão do solo:** risco de erosão baixo. **Restrição de profundidade:** com restrição de profundidade na Zona de manejo 3 (não aprofundar os implementos).
COLHEITA	**Risco de compactação:** alto **Pedregosidade:** sem pedregosidade	**Risco de compactação:** alto **Pedregosidade:** com pedregosidade na zona de manejo 3 (cuidados na colheita).
HERBICIDA (DOSAGEM POR TEXTURA DE SOLO)	Dosagem recomendada para solo de textura argilosa.	Dosagem recomendada para solo de textura argilosa.

SUBPRODUTOS (PRIORIDADE DE APLICAÇÃO)	Prioridade média	Prioridade alta.

Fonte: Baseado em Sistema de Grupos de Manejo CSolos (2019)

Utilizando o mapa de Ambientes de Produção em conjunto com o "Sistema de Grupos de Manejo CSolos foi possível adequar a alocação de variedades de cana-de-açúcar para as zonas de manejo mapeadas na área de estudo (quadro 1). Na Zona 1 temos solos de elevado potencial e, portanto, foi recomendado o uso de variedades responsivas, isto é, variedades que além de produzirem mais cana por hectare também apresentam elevados teores de sacarose. Já nas zonas de manejo 2 e 3 os solos são de potencial médio, sendo recomendadas variedades intermediárias.

Com relação a correção e adubação do solo verificou-se que a fertilidade natural dos solos na zona de manejo 1 foi média/alta e nas zonas de manejo 2 e 3 foi baixa (quadro 1). Isso denota que haverá necessidade de uma adubação diferenciada nessas zonas de manejo podendo ser aplicado o princípio da agricultura de precisão, adequando a quantidade de nutrientes para cada zona de manejo. No caso da correção do solo em maior profundidade verificou-se que na zona 1 a prioridade de aplicação de gesso foi baixa e nas zonas 2 e 3 essa necessidade foi maior (quadro 1), portanto, haverá a necessidade de uma dose maior de gesso nas zonas 2 e 3.

As zonas de manejo também forneceram informações importantes para o preparo do solo no plantio. Nesse caso observamos que o risco de erosão foi baixo em todos os solos e, portanto, em todas as zonas de manejo, não há necessidade de tratarmos de forma diferente a conservação do solo nessa área como um todo (quadro 1). No entanto, com relação a restrição de profundidade nas zonas 1 e 2 não temos problemas, pois são solos profundos, mas na zona de manejo 3 há um impedimento físico com a ocorrência de petroplintitas (concreções de óxido de ferro) em profundidade. Isso indica que na zona de

manejo 3 é preciso ter mais cuidado com a profundidade de trabalho de subsoladores ou arados de aiveca para não causar quebra de hastes desses implementos.

Para as operações de colheita verificamos que nas zonas de manejo 1 e 2 não há presença de pedras ou cascalhos e que na zona 3 isso foi verificado (quadro 1). Com essa informação é possível recomendar na colheita da cana-de-açúcar um cuidado maior na zona de manejo 3 pois a presença de pedras, cascalhos ou concreções no solo pode causar maiores danos no sistema de corte das colhedoras. Nesse caso seria importante regular um pouco mais alto o sistema de corte em relação ao nível do solo para evitar algum tipo de quebra das "faquinhas" que são responsáveis pelo corte basal dos colmos.

No caso de planejamento de aplicação de doses de herbicida não foi verificado diferenças entre as zonas de manejo sendo que em todas elas os solos são de textura argilosa. Nesse caso, pode ser recomendada a mesma dosagem para a área toda.

E finalmente, com relação a aplicação de subprodutos, principalmente torta de filtro e vinhaça que são importantes adubos orgânicos obtidos a partir do processamento da cana-de-açúcar na usina, verificou-se que na zona de manejo 1 tem-se uma baixa prioridade e nas zonas 2 e 3 a necessidade de uso de torta de filtro e vinhaça é maior pois são solos de baixa fertilidade natural e com caráter ácrico (quadro 1). Dessa forma é possível a partir do mapa de zona de manejo adequar a aplicação desses importantes adubos orgânicos seguindo também o princípio de agricultura de precisão.

Nota-se, portanto, que utilizando o conceito de zonas de manejo é possível aplicar a agricultura de precisão na cultura da cana-de-açúcar não apenas no que se refere a adubação, mas também em todas as outras atividades agrícolas que ocorrem nessa cultura (preparo do solo, operações de colheita, sistematização, amostragem de solo, etc). Dessa forma, a adoção dessa tecnologia com informações georreferenciadas permite otimizar o

uso de insumos e energia de todos os processos envolvidos na produção de cana, bem como aumentar a produtividade e a longevidade dos canaviais.

CONCLUSÕES

A expansão da cana-de-açúcar em Minas Gerias impulsionou a economia do estado e contribuíram para os avanços tecnológicos e de precisão, auxiliando na alta produtividade. A obtenção de mapas de zonas de manejo a partir de mapas de solos apresentou elevada eficiência na área de estudo, permitindo delimitar com precisão as diferentes zonas de manejo.

O uso dos grupos de manejo CSolos, sistema específico para a cultura da cana-de-açúcar, possibilitou criar um grupo de recomendações para cada zona de manejo mapeada na área de estudo.

A utilização do mapa de zonas de manejo é fundamental para a aplicação de agricultura de precisão na cultura da cana-de-açúcar, pois além de permitir o uso de taxas variáveis de adubos e corretivos, permiti também gerar recomendações específicas por zona de manejo para as demais atividades agrícolas tais como, preparo do solo, sistematização, amostragem de solo, operações de colheita, uso de torta de filtro/vinhaça, aplicação de herbicida, etc.

ABSTRACT: Sugarcane is an important asset for Brazilian agribusiness, aiming to achieve high parameters of efficiency and effectiveness in management, using different techniques and control tools. For this research, the strategies of delimitation of management zones in the Triângulo Mineiro were evidenced, using a pedological map (of soils) of a sugarcane supplier and defining specific managements for each type of soil. In the pedological map, the predominance of ferric Red Latosols with a clayey texture was identified, followed by Plintosols also with a clayey texture. -III (average, 76.52 ha). In Management Zone 1 we have high potential soils and, therefore, the use of responsive varieties was recommended. In management zones 2 and 3, the soils are of medium potential, and intermediate varieties are recommended. The effectiveness of the technical guidelines of the CSolos management groups, a specific system for sugarcane cultivation,

made it possible to create a group of recommendations for each management zone mapped in the study area.

KEYWORDS: management zones; precision agriculture; soil maps; soil management recommendations; sugar cane

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, L.Q.; et al.; Desempenho da produção da cultura de cana-de-açúcar nos principais estados produtores. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**., v. 15, n. 2, p. 303-317, 2021

ALVES, S.M. de F.; et al.; Definição de zonas de manejo a partir de mapas de condutividade elétrica e matéria orgânica. **Biosci. J.,** Uberlândia, v. 29, n. 1, p. , Jan./Feb. 2013

BERTOLANI, F.C., Sistema de Zonas de Manejo para a cultura da cana-de-açúcar. **Revista Stab**, Piracicaba (no prelo).

BERTOLANI, F.C., JOAQUIM, A.C.; DONZELLI J.L., **Sistema de Classificação Edafoclimática para a Cultura de Cana-de-açúcar, Sistema de Produção Mecanizada da Cana-de-Açúcar Integrada à Produção de Energia e Alimentos**, 2015, EMBRAPA, Brasília.

BERTOLANI, F.C., JOAQUIM, A.C.; DONZELLI J.L, Carta de Solos e Ambientes de Produção Edafoclimáticos, **Revista Stab**, *Piracicaba* 27 (3), 2009, 26–27.

CONAB; Acompanhamento da safra brasileira – cana de açúcar. **Safra,** v.7, nº3, 2020/2021

DEMATTÊ, J.A.; **Grupos de manejo e ambientes de produção**. Disciplina Graduação Agronomia, ESALQ, 2016

DEMATTÊ;J.L.L.; DEMATTÊ, J.A.M.; Ambientes de produção como estratégia de manejo na cultura da cana de açúcar. **Informações agronômicas**, nº 127, Setembro de 2009.

DIAS, B. Apa. S.; **Mapeamento da cana-de-açúcar em Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba – MG, 2019

DIAS, B.Apa. S; ROSENDO, J. dos S.; Monitoramento do sistema de manejo da cana-de-açúcar nas microrregiões do triângulo mineiro e alto paranaíba, Minas Gerais, Brasil (2015-2017). **Caminhos da Geografia**, v. 21 n. 77: Outubro, 2020

DONZELLI J.L., BERTOLANI F.C. end CALORI, N.C.T. **Sugarcane Cultivation: Soil Mapping, Environmental Effect, and Restoration of Soil Health, Advances in Sugarcane Biorefinery,** 2018, Elsevier, United States.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Serviço de Produção. 2006. 412 p.

GAROFALO, D.F.T.; et al.; **Dinâmica do cultivo de cana-de-açúcar no Brasil – 1990 a 2018**. Embrapa a Meio Ambiente Jaguariúna, SP, 2020

MASSRUHÁ, S.M.F.S.; et al.; **Agricultura digital: Pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtiva**s. Embrapa, Brasília, DF, 2020

MARAZON, B.H.S.; **Preparo do solo para a cultura da cana-de-açúcar: alternativas e persistência**. Tese (Doutorado) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal – SP, 2019

MOZAMBANI, C.I.; et al.; **Adoção da agricultura de precisão por produtores de cana-de-açúcar fornecedores para indústria no estado de São Paulo**. Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, 2021

STACCIARINI, J.H.S.; PEREIRA, M.F.V.; O setor sucroenergético no Triângulo Mineiro: crescimento econômico e manutenção das desigualdades sociais nas "cidades da cana". **Ateliê Geográfico** - Goiânia-GO, v. 13, n. 3, p. 55-74, dez/2018

SPERANZA. E.A.; et al.; **Delineamento de zonas de manejo em cana-de-açúcar a partir de atributos do solo e da cultura e imagens georreferenciadas.** SIAGRO, Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária, 2019