
Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 258
ISSN 1678-0892
Dezembro, 2015

**Zoneamento da Cana-de-Açúcar
Irigada Sob Três Sistemas no Projeto
Salitre, Município de Juazeiro, BA**



ISSN 1678-0892

Dezembro, 2015

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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 258

Zoneamento da Cana-de- Açúcar Irrigada Sob Três Sistemas no Projeto Salitre, Município de Juazeiro, BA

Fernando Cezar Saraiva do Amaral
Mário Luiz Diamante Áglio
Ricardo de Oliveira Dart

Embrapa Solos
Rio de Janeiro, RJ
2015

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*

Secretária-Executiva: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

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

Supervisor editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Revisor de texto: *André Luiz da Silva Lopes*

Normalização bibliográfica: *Luciana Sampaio de Araujo*

Editoração eletrônica: *Moema de Almeida Batista*

Foto da capa: *Fernando Cezar Saraiva do Amaral*

1ª edição

On-line (2015)

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

Amaral, Fernando Cezar Saraiva do.

Zoneamento da cana-de-açúcar irrigada sob três sistemas no Projeto Salitre / Fernando Cezar Saraiva do Amaral, Mário Luiz Diamante Áglío, Ricardo de Oliveira Dart. – Dados eletrônicos. – Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2015.

26 p. : il. color. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892 ; 258).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

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

Título da página da Web (acesso em 20 dez. 2015).

1. Cana-de-açúcar. 2. Sistema de irrigação. I. Áglío, Mário Luiz Diamante. II. Dart, Ricardo de Oliveira. III. Embrapa Solos. IV. Série.

CDD 631.587

© Embrapa 2015

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	20
Referências	26

Zoneamento da Cana-de-Açúcar Irrigada Sob Três Sistemas no Projeto Salitre, Município de Juazeiro, BA

Fernando Cezar Saraiva do Amaral¹

Mário Luiz Diamante Áglio²

Ricardo de Oliveira Dart³

Resumo

Os zoneamentos agroecológicos cada vez mais mostram sua importância como modelos de uso sustentável dos recursos naturais, tendo sua aplicação ainda mais oportuna na agricultura irrigada, onde é maior a intensidade de uso destes recursos, principalmente do solo e água. A metodologia do Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação (SiBCTI) teve por finalidade o desenvolvimento de uma sistemática adaptada à realidade brasileira, constituindo-se em um sistema de suporte a decisão que objetiva subsidiar a elaboração de zoneamentos agroecológicos voltados a este tema. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial produtivo da cana-de-açúcar sob três sistemas de irrigação no Projeto Salitre, Município de Juazeiro, Estado da Bahia. Este projeto possui em sua maior parte solos provenientes de alterações de calcário da Formação Caatinga do Terciário, o que lhes confere dominância de características vérticas, o que implica em um cuidado todo especial em relação ao seu manejo. A utilização do SiBCTI na área do projeto de irrigação Salitre/BA indicou que, para o sistema de irrigação localizado, foram classificados na classe **a2** um total de 281 ha, correspondendo a aproximadamente 0,4%. No sistema de irrigação por aspersão, as terras enquadradas na classe **a3** alcançaram 281 ha,

¹Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

²Geógrafo, mestre em Geografia, técnico da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

³Geógrafo, mestre em Geografia, analista da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

correspondendo a aproximadamente 0,4%. Essas áreas correspondem a solos mais profundos, encontrados comumente em porções não abaciadas, portanto, com melhor drenagem e sem a presença de pedregosidade. Para o sistema de irrigação por superfície, não houve indicação de terras enquadradas nestas classes. O resultado geral da utilização do SiBCTI para o projeto Salitre mostrou haver áreas aptas para irrigação (**a1 + a2 + a3 + a4**), tanto para o sistema por aspersão 3.668 ha (aproximadamente 5,7%) quanto para localizada 44.529 ha (aproximadamente 69%). Os principais fatores limitantes para os sistemas localizado e aspersão foram profundidade do solo, velocidade de infiltração e espaçamento entre drenos. Considerando o sistema por superfície, os principais fatores limitantes foram a espaçamento entre drenos e a velocidade de infiltração. Esses atributos do solo são condicionados basicamente pelo comportamento físico da mineralogia da argila, possibilitando o aparecimento de características vérticas e baixa porosidade do solo, redundando em relação edáfica de dificuldade do crescimento radicular, o que afeta em último grau a produtividade das culturas vegetais.

Termos para indexação: planejamento de uso das terras, sistema de suporte a decisão, uso sustentável das terras, classificação das terras para irrigação.

Classification of the sugarcane under three irrigation systems on the Salitre Project

Abstract

The agro-ecological zoning is a model of sustainable development use of natural resources and its application is very important to agriculture irrigation, where is a high intensive use of natural resources, especially soil and water. The methodology of the Brazilian Classification of Land for Irrigation (SiBCTI) aimed to develop a system adapted to the Brazilian conditions, constituting a decision support system which aims to build agro-ecological zoning involving this issue. The use of SiBCTI in the irrigation project of Salitre, BA, indicated that, for the located irrigation the a2 class has 281 ha, nearly 0,4%. In sprinkler irrigation system, land classified as class a3 reached 281 ha, and the surface irrigation system, there was no indication of land fall into these classes. The overall result of the use of SiBCTI for the Salitre project showed that, both for the sprinkler (3,668 ha, nearly 5,7%) and localized system (44,529 ha, nearly 69%) the total area that fit to the requirements for irrigation. The main limiting factors for sprinkler and located systems were soil depth, infiltration rate and drain spacing. Considering the surface system, the main limiting factors are drain spacing and infiltration rate.

Keywords: land use planning, decision support system, sustainable land use, land classification for irrigation.

Introdução

A classificação de terras para irrigação é um processo de natureza dinâmica, portanto, passível de atualizações periódicas que permitam a incorporação de avanços tecnológicos, adoção de novos conceitos do ponto de vista ambiental e otimização do uso dos recursos naturais água e solo. O conceito de “terra” é mais amplo e refere-se a todo meio ambiente natural e cultural que sustenta a produção, sendo um termo mais abrangente do que solo. Além desse, contempla vários atributos do meio físico, tais como: propriedade do substrato, drenagem, clima, disponibilidade de água, topografia, cobertura vegetal, posição na paisagem, localização em relação aos centros de comercialização, tamanho dos lotes, área e benfeitorias (CARTER, 1993).

O uso sustentável dos recursos naturais implica na estruturação de modelos de desenvolvimento conservacionistas, compreendendo um conjunto de práticas de uso do solo, da água e, neste caso, também da energia, manejados de forma integrada e sustentável. De acordo com a FAO (1997), o Zoneamento Agroecológico busca a definição de zonas homogêneas com base na combinação das características dos solos, da paisagem e do clima. Se essa premissa se aplica à chamada agricultura de sequeiro, tem aplicação com mais oportunidade na agricultura irrigada, onde é maior a intensidade de uso dos recursos naturais.

Para o atendimento dessa exigência, diversas metodologias de classificação foram testadas no Brasil, todas no entanto apresentaram ressalvas.

O sistema até então utilizado no Brasil era uma adaptação do sistema norte-americano às condições de solos principalmente da região Nordeste, feito na década de 60 (ESTADOS UNIDOS, 1953). Desde então, passou por sucessivas atualizações, todas pontuais e relativas a ajustes de parâmetros técnicos, conforme as necessidades da época e dos projetos em que era utilizado. Mesmo com a atualização do sistema (ESTADOS UNIDOS, 1982), ainda assim diversos problemas continuavam ocorrendo nos perímetros irrigados, principalmente na

região Semiárida, consequência, entre outros motivos, do caráter altamente subjetivo das classificações. Esses problemas geravam graves impactos econômicos, sociais e ambientais. Ficava cada vez mais premente a necessidade de que algo deveria ser feito, com urgência, para dirimir esta situação.

A metodologia do Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação (SiBCTI) (AMARAL, 2011), resultado de um acordo de cooperação técnica entre a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), teve por finalidade exatamente o desenvolvimento de uma sistemática adaptada à realidade brasileira, às culturas vegetais, aos solos e manejo praticados e explorados na região Semiárida, servindo como um sistema de suporte a decisão para as áreas a serem objeto de projetos de irrigação, novos ou em revisão. Esta metodologia, de forma didática, compreende tanto o livro texto quanto o software de classificação automática e podem ser acessados livremente em www.sibcti.cnps.embrapa.br.

A segunda e atual versão do SiBCTI (AMARAL, 2011) atualizou o sistema na forma e no conteúdo. Na forma, quando incorporou novos recursos de tecnologia da informação à estrutura do sistema, por exemplo a operacionalização em ambiente web. No conteúdo, quando compatibilizou e calibrou valores dos parâmetros de solo, água e planta de acordo com critérios ajustados à nova realidade da tecnologia e do manejo agrícola, além da inclusão de novas culturas em seu banco de dados.

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas brasileiras, destacando-se economicamente na região Nordeste, principalmente na Zona da Mata. Já na região Semiárida (Sertão), explorada de forma intensiva sob irrigação, ainda tem pouca abrangência (CONAB, 2015), encontrando-se apenas a Usina Agrovale no Município de Juazeiro, Bahia.

Este trabalho tem como objetivo a avaliação do potencial de utilização das terras do Projeto Salitre (BA) para a utilização com cana-de-açúcar sob três sistemas de irrigação.

Material e Métodos

O Projeto Salitre localiza-se à margem direita do Rio São Francisco, no Município de Juazeiro, no Estado da Bahia, entre os paralelos 9°31'43" e 9°52'18" no hemisfério sul, e entre os meridianos 40°15'00" e 40°37'00" a oeste de Greenwich (Figura 1).



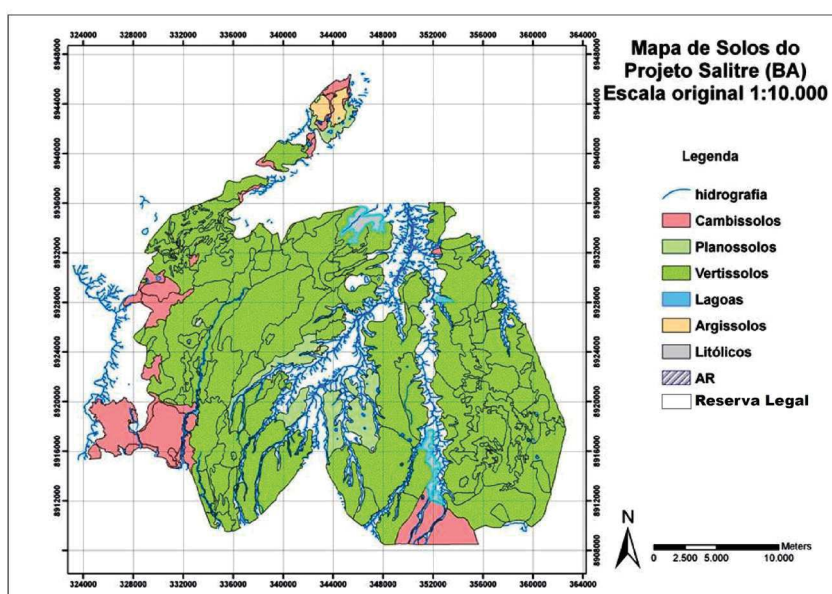
Figura 1. Localização da área de estudo. A) Estado da Bahia, destacando o Município de Juazeiro. B) Município de Juazeiro, destacando o perímetro de irrigação Salitre.

O acesso à área do projeto se dá pela BA-210, que liga Juazeiro a Sobradinho, numa distância aproximada de 20 km.

De acordo com o levantamento de solos detalhado realizado na área (PROTECS, 1988), os solos ocorrentes no Projeto de Irrigação do Salitre são: Vertissolos (82,28%), Cambissolos (10,07%), Planossolos (4,86%), Neossolos Litólicos (1,13%) e Argissolos (0,78%) (Tabela 1). Esta totalização foi obtida a partir da digitalização do mapa de solos (Figura 2), realizada pela empresa Viasat Geotecnologia. O layout externo do mapa não foi alterado.

Tabela 1. Tabela dos agrupamentos de solos com área em hectares e percentual em relação à área total.

Solo	hectares	%
Planossolos	3.131	4,86
Neossolos Litólicos	726	1,13
Cambissolos	6.494	10,07
Argissolos	505	0,78
Vertissolos	53.063	82,28
Total	64.486	100,00

**Figura 2.** Mapa de solos do Projeto de Irrigação Salitre, Município de Juazeiro, BA.
Fonte: adaptado de Protec (1988).

O correto manejo da classe dos Vertissolos é muito importante na região de Juazeiro, já que dos 115.000 ha mapeados no Vale do São Francisco, 67.000 ha encontram-se nesse município. Desses, 9.500 ha são explorados pela Agrovale, no Projeto de Irrigação Tourão, há mais de vinte anos, utilizando basicamente cana-de-açúcar, com excelente resultado (BATISTA; CALDAS JUNIOR, 1996). Do restante, boa parte desses solos encontra-se no chamado Projeto Salitre, fruto do estudo de avaliação técnica de sua irrigabilidade.

A maior parte dos Vertissolos do Projeto Salitre, equivalentes a 53.063 ha ou 82,28% da área, é constituída de solos profundos com mais de 1,5 m de profundidade, de coloração bruno-oliváceo a bruno-amarelado, desenvolvidos a partir do calcário caatinga, assente sobre rochas cristalinas, razão pela qual não existem sumidouros para drenagem profunda (AMARAL et. al., 2012). Essa drenagem tem que ser feita pelo horizonte Cr (transição solo/rocha), normalmente de maior permeabilidade que os horizontes ocorrentes acima. A existência dessa camada foi constatada no levantamento detalhado na maior parte das unidades de mapeamento.

Tendo como base o levantamento de solos detalhado realizado pela empresa Protec (1988), foram realizadas várias incursões de campo na área de estudo para a checagem e eventual correção de divisões utilizando-se modernas ferramentas de geoprocessamento.

No escritório foram feitos ajustes cartográficos e atualização pedológica, com base em Santos et al. (2013).

Depois do mapa e legenda ajustados, realizou-se a classificação das terras para irrigação utilizando a metodologia SiBCTI (AMARAL, 2011).

A partir da definição de cada especificação ambiental e de manejo, foi identificada a situação de REFERÊNCIA, que permitia o alcance da máxima produtividade potencial da cana-de-açúcar (100%).

As produtividades relativas (em relação à referência de 100%) de 90%, 75%, 50%, 25% e < 10% foram definidas com base em impactos na produtividade vegetal devido à intensidade de parâmetros de solo e/ou água de irrigação. Assim, a classe 1 representa terras que, exploradas em alto nível tecnológico, em determinado sistema de irrigação, apresentam a mais alta produtividade sustentável e baixo custo de produção. É a situação de referência. A partir desta classe 1, foram definidas as classes 2 (equivalente a 90% da situação de referência), classe 3 (equivalente a 75% da situação de referência), classe 4 (equivalente a 50% da situação de referência), classe 5 (equivalente a

25% da situação de referência) e classe 6 (equivalente a 10% da situação de referência). São consideradas “irrigáveis” apenas as classes 1 a 4.

A cultura da cana-de-açúcar foi escolhida, dentre as culturas exploradas nos perímetros irrigados do semiárido, por ser considerada de alta lucratividade quando se pondera o retorno proveniente de todos os seus produtos.

Atualmente, nos melhores ambientes, considerando água e solo sem limitações e sob irrigação localizada e bom manejo (fertirrigação, controle sanitário, colmos de boa qualidade e variedades produtivas, entre outros), a produtividade média entre todos os cortes tem sido de 150 t ha⁻¹ ano⁻¹.¹

Dessa forma, tomou-se como referência para a produtividade média esperada para a classe 1 de irrigação da cana-de-açúcar um valor de, pelo menos, 180 t ha⁻¹ ano⁻¹. De acordo com o decréscimo em produtividade citado anteriormente, a classe 2 apresentará uma produtividade entre 151 e 180 t ha⁻¹ ano⁻¹; a classe 3, de 113 a 151 t ha⁻¹ ano⁻¹; a classe 4, de 68 a 113 t ha⁻¹ ano⁻¹; a classe 5, de 32 a 68 t ha⁻¹ ano⁻¹; e a classe 6, de menos de 32 t ha⁻¹ ano⁻¹.

Segundo definição do sistema, o parâmetro mais limitante define a classe. Quando dois ou mais parâmetros possuem o mesmo grau de limitação, o sistema apresenta primeiro aquele previamente considerado mais limitante.

Foram usadas letras maiúsculas e em cor vermelha correspondendo aos parâmetros ligados a solo. E letras minúsculas e em cor azul correspondendo aos parâmetros ligados à qualidade e custo de captação da água para irrigação (Tabela 2).

¹Informações obtidas através do Departamento Técnico da Usina Agrovale com base em relatórios de produtividade das melhores áreas..

Tabela 2. Simbologia referente aos parâmetros relacionados a solo e a qualidade e custo de captação da água para irrigação.

Parâmetros ligados a solo e unidades		
Z	profundidade	cm
V	textura	mm
C	capacidade de água disponível	
Y	Ca + Mg	cmol _c kg ⁻¹
T	valorT	cmol _c kg ⁻¹
M	alumínio trocável	cmol _c kg ⁻¹
H	pH em água	
S	saturação por sódio trocável 100NaT ¹	%
E	condutividade elétrica no extrato de saturação	dS m ⁻¹
K	condutividade hidráulica	cm h ⁻¹
I	velocidade de infiltração básica	cm h ⁻¹
W	profundidade da zona de redução	cm
A	mineralogia da argila	
D	espaçamento entre drenos	m
G	declividade do terreno (gradiente)	%
P	pedregosidade	
R	rochosidade	
B	posição na paisagem, zona abaciada	
Parâmetros ligados a qualidade e custo de captação da água de irrigação e unidades		
e	condutividade elétrica	dS m ⁻¹
s	relação de adsorção de sódio RAS	mmol _c ^{1/2} L ^{-1/2}
c	concentração de cloreto	mg L ⁻¹
f	concentração de ferro	mg L ⁻¹
b	concentração de boro	mg L ⁻¹
d	distância da captação de água	km
h	diferença de cota da captação	m

A forma de representação da classificação das terras no modelo SiBCTI adota letras e números, conforme exemplo a seguir: m4Cf. Onde “m” é o subscrito relativo ao custo de desenvolvimento e rentabilidade implícita, “4” é a classe da terra, “C” parâmetro mais limitante e “f” o segundo parâmetro mais limitante.

O subscrito relativo à rentabilidade pode assumir os seguintes valores: (a) retorno potencial superior (alto), (b) retorno potencial inferior (baixo), ou (m) retorno potencial mediano. Contudo, deve-se levar em consideração que agregar informações diretas de rentabilidade em um sistema de classificação pode diminuir a precisão da avaliação, uma vez que a rentabilidade é uma variável que pode ter uma flutuação muito grande dependendo das características do local escolhido para a implantação da irrigação, como a distância do mercado consumidor, o tamanho desse mercado, as condições de transporte, de infraestrutura, entre outros; ou mesmo de alguma peculiaridade que venha a ser atribuída ao produto escolhido naquele momento.

Um dos mais importantes parâmetros quando se avalia a potencialidade para irrigação no semiárido é a resistência à salinidade no solo (**E**). Entre as espécies cultivadas costumeiramente nos perímetros irrigados, segundo a literatura internacional, a cana-de-açúcar pode ser considerada como uma das mais resistentes. Diversos autores como Ayers e Westcot (1999) relacionam valores da ordem de **E** de $10,0 \text{ dS m}^{-1}$ como responsáveis por uma queda de 50% na produção. No entanto, constatações de campo nos perímetros irrigados do semiárido demonstraram que existem impactos de mesma ordem na produtividade a partir de valores de **E** equivalentes a $3,0 \text{ dS m}^{-1}$. Quanto ao parâmetro textura (**V**), a cultura da cana-de-açúcar explorada nos lotes irrigados tem apresentado excelentes respostas, ainda que conduzidas em solos extremamente argilosos, mesmo naqueles com predominância de argilas do tipo 2:1. É o caso da empresa agrícola Agrovale, com produção de mais de 18 anos em Vertissolos irrigados por superfície, gotejamento e pivô central no Projeto de Irrigação Tourão (Juazeiro, BA), semelhantes ao Vertissolos do Projeto Salitre.

Quanto à profundidade do solo (**Z**), comparando apenas com o grupamento das perenes/semiperenes, é uma das menos exigentes (AMARAL et al., 2012).

Pela condição do sistema radicular e pela própria fisiologia da planta, a cana-de-açúcar tem boa resistência ao encharcamento do solo (**W**) por longos períodos, quando comparada a outras espécies cultivadas na região (AMARAL et al., 2012).

Em termos de balanço hídrico, pelo fato de ser planta do tipo C4, ou seja, com alta eficiência fotossintética e, portanto, elevada produção de biomassa, quando manejada para a obtenção de alta produtividade, demanda elevada quantidade de água, correspondendo a valores médios da ordem de $70 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (AMARAL, 2011).

Cana-de-açúcar irrigada por sulco (superfície)

A baixíssima condutividade hidráulica (K) e infiltração básica (I) natural do Vertissolo é uma característica que lhe permite a utilização da irrigação por sulco/superfície com eficiência muito maior que as outras classes de solo. Diversas medições realizadas nos Vertissolos do Projeto Salitre encontraram valores da ordem de $0,04 \text{ cm h}^{-1}$, com baixa variância (PROTECS, 1988). A perda por percolação profunda no início do sulco é praticamente inexistente, devido à baixíssima velocidade de infiltração. Evitado o *run off* no final do sulco, pode-se aplicar a lâmina d'água de forma praticamente homogênea em todo o talhão. Apesar de toda a eficiência desse tipo de irrigação nesse tipo de solo, a produtividade da cana-de-açúcar na Usina Agrovale, da ordem de 80 a 90 t ha^{-1} é bem mais baixa que a obtida com a irrigação localizada para esse mesmo tipo de solo, mantendo-se as demais condições: mesma variedade, manejo, tratamentos culturais, etc.²

Nas Figuras 3 e 4, a seguir, são mostradas a utilização de tubo janelado para a irrigação por sulco em cana-de-açúcar. Esses tubos são flexíveis e retirados por ocasião da colheita. Antes, na irrigação por sulco sem a utilização do tubo janelado, um homem manejava 14 ha; com o tubo janelado, 87 ha.² Os tubos têm baixo custo, pois boa parte do material é reciclado. Apesar da baixíssima condutividade hidráulica, neste tipo de solo, não foi constatada visualmente e mesmo com tradagem profunda, a formação de lençol freático na superfície ou mesmo sintoma de falta de oxigênio nas plantas, o que evidencia o correto manejo da irrigação, calibrado para a drenagem lenta e contínua desse tipo de solo.

²Informações obtidas através do Departamento Técnico da Usina Agrovale com base em relatórios de produtividade das melhores áreas.



Figuras 3 e 4. Detalhes da utilização de tubo janelado (Usina Agrovale – Juazeiro/BA).

Cana-de-açúcar irrigada por aspersão

Não existem dados em quantidade significativa sobre a resposta do Vertissolo explorado com cana-de-açúcar sob irrigação por aspersão na região Semiárida. O pouco que se dispõe vem ainda da Usina Agrovale, que possui uma pequena área explorada com pivô central (Figuras 5 e 6). A produtividade nesse talhão gira em torno de 100 t ha^{-1} , o que a enquadra entre as produtividades das irrigações por sulco e a localizada, quando se compara *stands* similares.



Figuras 5 e 6. Detalhes da cana-de-açúcar irrigada por pivô central (Usina Agrovale – Juazeiro/BA).

Cana-de-açúcar irrigada por gotejamento (localizada)

O emprego da irrigação localizada do tipo gotejamento subsuperficial (Figuras 7 e 8) para a irrigação da cana-de-açúcar na Usina Agrovale, permite a obtenção de elevada produtividade quando se considera solos com características vérticas. Os valores médios alcançam 108 t ha⁻¹ para talhões com dez anos de exploração sem reforma³. Estes elevados valores de produtividade são conseguidos devido à uniforme e calibrada aplicação da lâmina de irrigação, o que permite que todo o *stand* seja mantido na condição ideal de umidade durante todo o ciclo da cultura, no conceito de “baixa intensidade e alta frequência”. Além da alta produtividade relativa, o consumo de água é reduzido em relação à irrigação por sulco. Desta forma, o retorno econômico do investimento é maximizado, compensando o mais alto custo da instalação desse tipo de irrigação.



Figuras 7 e 8. Detalhes da frente de molhamento em torno do gotejador e da rebrota da soca de 8 anos, em um Vertissolo irrigado por gotejamento subsuperficial (Usina Agrovale – Juazeiro/BA).

³Informações obtidas através do Departamento Técnico da Usina Agrovale com base em relatórios de produtividade das melhores áreas.

Resultados e Discussão

Zoneamento da cana-de-açúcar para irrigação no Projeto Salitre

As Figuras 9, 10 e 11 mostram os mapas da classificação da cana-de-açúcar para irrigação no Projeto Salitre considerando-se três sistemas de irrigação: superfície, aspersão e localizada, segundo a metodologia do SiBCTI. Informações mais detalhadas destes mapas podem ser obtidas no formato *shape* no endereço do Geoportal da Embrapa Solos: <http://mapoteca.cnps.embrapa.br/>.

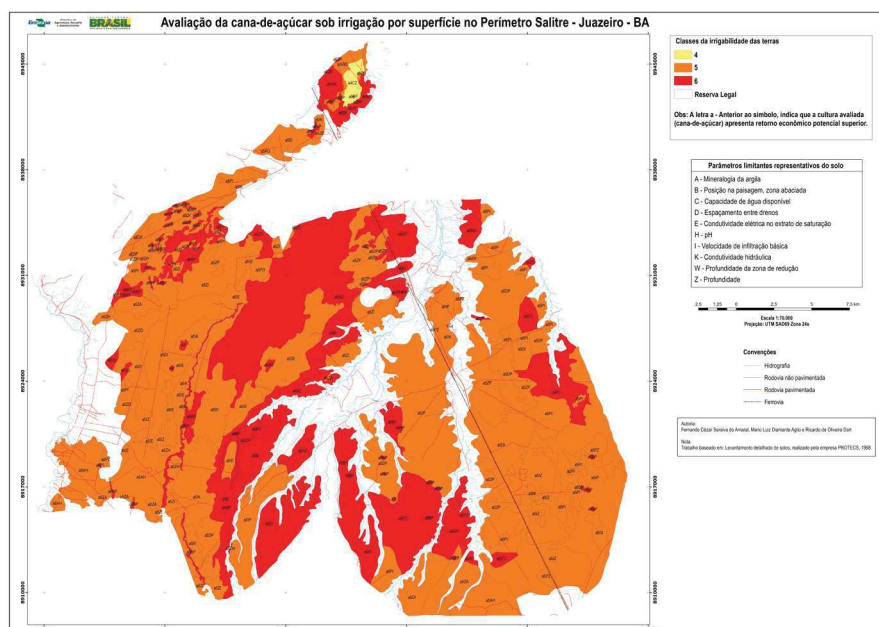


Figura 9. Mapa da classificação/zoneamento da cana-de-açúcar irrigada pelo método de superfície - Projeto Salitre.

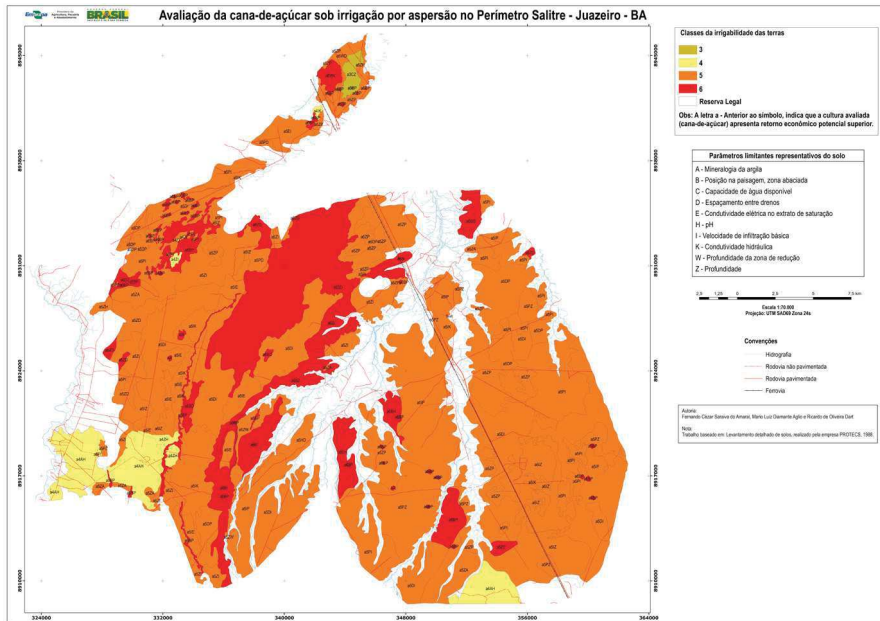


Figura 10. Mapa da classificação/zoneamento da cana-de-açúcar irrigada pelo método de aspersão - Projeto Salitre.

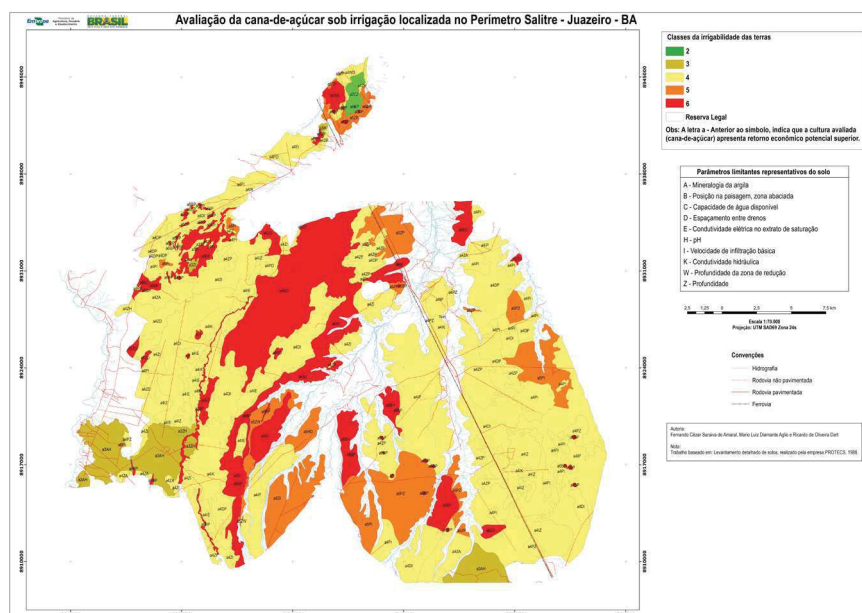


Figura 11. Mapa da classificação/zoneamento da cana-de-açúcar irrigada pelo método localizado - Projeto Salitre.

A Tabela 3 apresenta a distribuição numérica das subclasses em que foi enquadrada a cana-de-açúcar irrigada nos três tipos de irrigação. Neste quadro é possível identificar quais foram os parâmetros mais limitantes por cada tipo. Pode-se concluir que, para os três sistemas, localizado, superfície e aspersão, os parâmetros referentes a profundidade do solo, velocidade de infiltração e espaçamento entre drenos, dentre outros, tiveram relevante influência na classificação final.

No sistema de irrigação por superfície, os fatores limitantes de maior frequência foram, nas unidades de classificação mais abrangentes, o (D) e o (I), que indicam capacidade de água disponível e velocidade de infiltração. Esta restrição para esta modalidade de irrigação aparece com mais impacto na unidade a5DI, com 9.785 hectares.

Estes parâmetros são igualmente definidores de classe para os sistemas de irrigação por aspersão e localizado. Para o primeiro, a maior unidade de mapeamento é a5DI com 11.115 hectares, enquanto que, para o segundo, é a 4DI, com 9.785 hectares .

Tabela 3. Subgrupos da classificação da cana-de-açúcar irrigada no Perímetro Salitre nos três sistemas de irrigação.

Sistema de Irrigação					
Localizada	Área (ha)	Aspersão	Área (ha)	Superfície	Área (ha)
a2CZ	281,59	a3CZ	281,59	a4CZ	281,59
a3AH	3.081,70	a4AH	3.081,70	a5AH	3.081,70
a3IK	34,99	a4IK	34,99	a5DI	9.785,11
a3ZH	217,61	a4ZH	217,61	a5DP	3.281,51
a3ZI	52,10	a4ZI	52,10	a5EI	483,41
a4DI	9.785,11	a5DI	11.115,87	a5IE	1.525,92
a4DP	3.281,51	a5DP	3.281,51	a5IK	2.435,90
a4EI	483,41	a5EI	483,41	a5IP	8.062,84
a4IE	1.525,92	a5HD	350,31	a5IZ	2.978,01
a4IK	2.400,91	a5IE	1.525,92	a5PD	265,36
a4IP	8.062,84	a5IK	2.400,91	a5PI	3.408,39
a4IZ	2.978,01	a5IP	8.062,84	a5PZ	698,12
a4PD	265,36	a5IZ	2.978,01	a5WD	270,29
a4PI	3.408,39	a5PD	265,36	a5ZA	1.288,33
a4PZ	698,12	a5PI	5.396,94	a5ZD	700,16
a4WD	270,29	a5PZ	2.995,62	a5ZH	349,42
a4ZA	1.288,33	a5WD	270,29	a5ZI	2.981,76
a4ZD	700,16	a5ZA	1.288,33	a5ZP	2.651,69
a4ZH	131,81	a5ZD	700,16	a6BD	5.506,74
a4ZI	2.929,66	a5ZH	131,81	a6BH	825,19
a4ZP	2.651,69	a5ZI	2.929,66	a6BI	2.216,42
a5DI	1.330,76	a5ZP	4.012,66	a6BP	1.868,94
a5HD	350,31	a5ZW	518,51	a6BZ	950,12
a5PI	1.988,55	a6BD	5.506,74	a6DI	1.330,76
a5PZ	2.297,50	a6BH	825,19	a6HD	350,31
a5ZP	1.360,97	a6BI	2.216,42	a6PI	1.988,55
a5ZW	518,51	a6BP	1.868,94	a6PZ	2.297,50
a6BD	5.506,74	a6BZ	950,12	a6WK	223,08
a6BH	825,19	a6WK	223,08	a6ZD	477,64
a6BI	2.216,42	a6ZD	477,64	a6ZP	1.360,97
a6BP	1.868,94	AR	42,72	a6ZW	518,51
a6BZ	950,12	Total	64.486,97	AR	42,72
a6WK	223,08			Total	64.486,97
a6ZD	477,64				
AR	42,72				
Total	64.486,97				

A Tabela 4 e Figura 12 demonstram que a escolha do sistema de irrigação é fundamental para a exploração econômica da cultura da cana-de-açúcar na área de estudo, dominada por Vertissolos. Pode-se inferir, ao se observar a Figura 12, que o retorno do investimento se dará em bases sustentáveis (classe 1 + 2 + 3 + 4), quando a opção do sistema de irrigação recair sobre o tipo localizado, que, no caso da cana-de-açúcar, deve ser o gotejamento, devido à melhor distribuição da água e dos nutrientes no solo, ao menor potencial de salinização/sodificação, bem como ao menor potencial de propagação de pragas e doenças, quando comparado aos sistemas por superfície e aspersão.

Tabela 4. Totalização das classes de terra para irrigação da cultura da cana-de-açúcar, considerando três sistemas de irrigação.

classes/ localizada	hectares	classes/ aspersão	hectares	classes/ superfície	hectares
2	281,59	2		2	
3	3.386,41	3	281,59	3	
4	40.861,52	4	3.386,41	4	281,59
5	7.846,60	5	48.708,12	5	44.247,92
6	12.110,85	6	12.110,85	6	19.957,45

A classe 4 alcançada pelo sistema localizado, apesar de ser a última considerada "irrigável", ainda permite razoável retorno econômico (AMARAL, 2011; ESTADOS UNIDOS, 1982), uma vez que são maximizados os fatores de produção agrícola na região do Perímetro Salitre, podendo-se citar a quantidade e intensidade de energia radiante (luminosidade), água de excelente qualidade para a irrigação (Rio São Francisco), solos férteis e planos, de razoável profundidade e sem pedregosidade/rochosidade intensa.

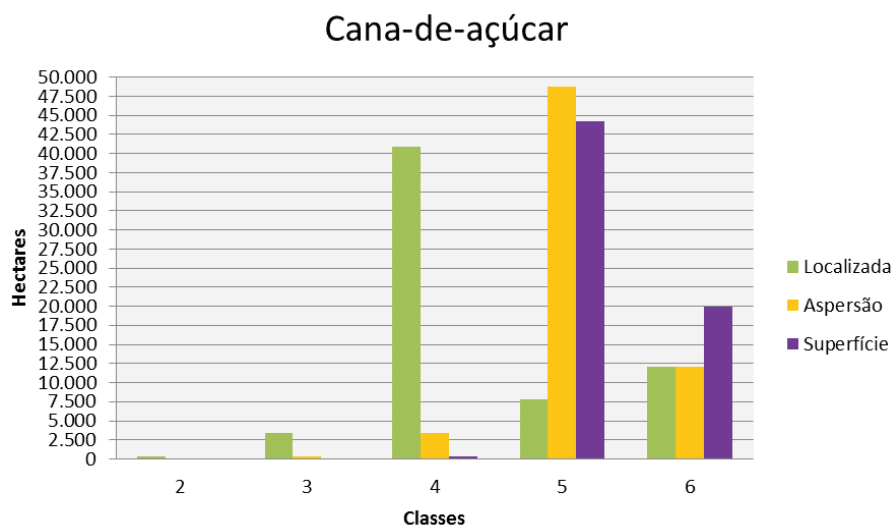


Figura 12. Gráfico de distribuição das classes de terra para irrigação da cultura da cana-de-açúcar, considerando três sistemas.

A classificação das terras do Perímetro de Irrigação Salitre utilizando a metodologia SiBCTI permitiu concluir que:

Com a utilização do sistema de irrigação do tipo superfície, apenas 281,59 ha correspondendo a aproximadamente 0,4% das terras são consideradas irrigáveis.

Para o sistema de irrigação por aspersão, esse percentual se eleva para aproximadamente 5,7%, equivalendo a 3.668 ha.

Já o sistema mais eficiente que é o tipo localizado (para a cana-de-açúcar, gotejamento), o percentual atinge aproximadamente 69%, correspondendo a 44.529,52 ha.

Referências

- AMARAL, F. C. S. do (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação**: enfoque na região semiárida. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 164 p.
- AMARAL, F. C. S. do; COELHO, M. R.; TEIXEIRA, W. G.; CALDERANO, S. B.; GREGORIS, G. **Avaliação do sistema radicular de cana-de-açúcar cultivada em Vertissolos no Município de Juazeiro - BA**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2012. 29 p. (Embrapa Solos. Documentos, 151).
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos FAO. Irrigação e drenagem, 29).
- BATISTA, M. J.; CALDAS JUNIOR, W. Drenagem subterrânea de vertissolo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 11., 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 1996.
- CARTER, V. H. **Classificação de terras para irrigação**. Brasília, DF: Secretaria de Irrigação, 1993. 208 p. (Manual de irrigação, 2).
- CONAB (Brasil). **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/91f41390f8da7a656bb2296de93f0bba.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2015.
- ESTADOS UNIDOS. Department of the Interior. Bureau of Reclamation. **Land classification techniques and standards**: land suitability and water quality group. Denver, 1982. 1 v. (US. Bureau of Reclamation Series, 510).
- ESTADOS UNIDOS. Department of the Interior. Bureau of Reclamation. **Reclamation manual**: irrigated land use: land classification. Denver, 1953. v. 5, pt. 2.
- FAO. **Zonificación agro-ecológica**: guia general. Roma, 1997. 82 p. (Boletín de suelos, 73).
- PROTECS. **Levantamento detalhado de solos e classes de terras para irrigação**: relatório técnico. Recife, 1988. 15 v.
- 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. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.