

Gesinaldo Ataíde Cândido
Valdenildo Pedro da Silva
(Organizadores)

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE EM AGROECOSSISTEMAS

Aplicações em diversos tipos de cultivo
e práticas agrícolas do Rio Grande do Norte



IFRN
Editora

Gesinaldo Ataíde Cândido
Valdenildo Pedro da Silva
(Organizadores)

Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas

Aplicações em diversos tipos de cultivo
e práticas agrícolas do Rio Grande do Norte

IFRN
Editora ■■■■

Natal, 2014

Presidenta da República **Dilma Rousseff**
Ministro da Educação **Cid Gomes**
Secretário de Educação Profissional
e Tecnológica **Marcelo Machado Feres**

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Rio Grande do Norte**

Reitor **Belchior de Oliveira Rocha**
Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação **José Yvan Pereira Leite**
Coordenador da Editora do IFRN **Paulo Pereira da Silva**
Conselho Editorial **Samir Cristino de Souza**
André Luiz Calado de Araújo
Dante Henrique Moura
Jerônimo Pereira dos Santos
José Yvan Pereira Leite
Valdenildo Pedro da Silva

Todos os direitos reservados

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha elaborada pela Seção de Processamento Técnico da Biblioteca Sebastião
Fernandes do Campus Natal Central do IFRN.

E57j Indicadores de sustentabilidade e em agroecossistemas : aplicações
em diversos tipos de cultivo e práticas agrícolas do Rio Grande do
Norte / Gesinaldo Ataíde Cândido, Valdenildo Pedro da Silva
(organizadores). – Natal : IFRN, 2015.

258 p. ; il. color.

ISBN 978-85-8161-070-2

1. Agroecologia. 2. Agricultura sustentável. 3. Sustentabilidade. 4.
Agroecossistemas. 5. Práticas agrícolas – Rio Grande do Norte. I.
Cândido, Gesinaldo Ataíde. II. Silva, Valdenildo Pedro da.

CDU 631.95

DIAGRAMAÇÃO E CAPA

Charles Bamam Medeiros de Sousa
Lenart Veríssimo do Nascimento

REVISÃO LINGUÍSTICA

Pedro Henrique Grizotti

CONTATOS

Editora do IFRN
Rua Dr. Nilo Bezerra Ramalho, 1692, Tirol. CEP: 59015-300
Natal-RN. Fone: (84) 4005-0763
Email: editora@ifrn.edu.br

Sumário

Apresentação	7
Sustentabilidade de geossistema familiar de produção de mandioca alternativo versus convencional	13
Valdenildo Pedro da Silva Gesinaldo Ataíde Cândido	
Benefícios econômicos do cultivo do gergelim irrigado do assentamento de Canudos, em Ceará-Mirim (RN)	37
José Américo de Souza Grilo Júnior Pedro Vieira de Azevedo	
Sustentabilidade de agroecossistemas familiares de cultivo do abacaxi irrigado versus sequeiro em Touros (RN)	59
Gerda Lúcia Pinheiro Camelo Gesinaldo Ataíde Cândido	
Produtividade, qualidade e avaliação econômica do capim-elefante e do sorgo irrigados com água do lençol freático e do rejeito de dessalinizadores	83
Milton Bezerra do Vale Pedro Vieira de Azevedo	
Sustentabilidade da produção moderna de bananeira de Ipangaçu-RN: algumas considerações	109
Leci Martins Menezes Reis Gesinaldo Ataíde Cândido	
Uso racional da fertirrigação nitrogenada na cultura do melão da microrregião de Mossoró (RN)	131
Nelson Silveira Vasconcelos José Dantas Neto	

Sustentabilidade da hortifruticultura familiar do município de Ceará-Mirim (RN) sob a ótica do método IDEA	155
Luiz Eduardo Lima de Melo Gesinaldo Ataíde Cândido	
Perfil socioeconômico dos agricultores familiares da agrovila Canudos em Ceará-Mirim (RN)	173
Maria Agripina Pereira Rebouças Vera Lúcia Antunes de Lima	
Produtividade do capim-elefante roxo irrigado com efluente doméstico tratado no Semiárido potiguar	197
Vanda Maria Saraiva Annemarie Konig	
Pontos críticos do cultivo de melão no assentamento São Romão em Mossoró (RN)	223
Ivanildo Martins Formiga Júnior Gesinaldo Ataíde Cândido Viviane Souza do Amaral	

Apresentação

Estes primeiros anos do século XXI prenunciam transformações de grande monta para a sociedade e seu território vivencial. A agricultura tem sido uma das atividades humanas que mais se têm modernizado, por meio do uso intensivo de produtos agroquímicos e científicos diversificados, o que vêm influenciando aspectos socioeconômicos e ambientais de agroecossistemas de produção dos tipos *plantation* e familiar de todo o Brasil, e do Rio Grande do Norte em particular. Entretanto, a agricultura tem se constituído num dos meios de produção cujos níveis de sustentabilidade mais têm sido questionados, sobretudo em virtude dessa ampla modernização decorrente de princípios e práticas da revolução verde.

A larga discussão sobre modernização da agricultura *versus* sustentabilidade e a contradição aí existente apontam para uma agenda de pesquisa que reúne análises, significados e avaliações disciplinares e interdisciplinares distintas sobre o desenvolvimento da agricultura, rumo a sua sustentabilidade. A partir dessa preocupação, é que um conjunto de instituições brasileiras públicas participa da seleção de proposta no âmbito do edital MCT/CNPq/MEC/CAPES/CT-AGRO/CT-HIDRO/FAPS/EMBRAPA nº 22/2010 — Redes Nacionais de Pesquisa em Agrobiodiversidade e Sustentabilidade Agropecuária (REPENSA), o qual objetivou selecionar propostas para apoio financeiro a projetos em redes que viessem a contribuir significativamente para o avanço da sustentabilidade da agropecuária brasileira. Dentre as propostas apresentadas, estava inserido o projeto *Rede de estudos e pesquisas em sistemas de indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas baseados em práticas da agricultura familiar e da agricultura vinculada aos princípios da revolução verde no Nordeste brasileiro*, coordenado por Gesinaldo Ataíde Cândido e vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PPGRN) do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Além dessa instituição, diversas outras do Nordeste brasileiro e pesquisadores vinculados participaram do projeto. Dentre essas instituições destacam-se: a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), a Universidade Federal da Paraíba (UFPB), a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

A realização de estudos e pesquisas em rede que considerem aspectos da sustentabilidade nas atividades agrícolas — enfatizando quer a agricultura baseada em práticas familiares quer a que se baseia nos princípios da revolução verde, como fundamental para as populações — é de crucial importância para que se atinja a meta de uma sociedade sustentável em sua integralidade.

Nesse sentido, o debate sobre indicadores de sustentabilidade no setor agrícola passou a ser feito no âmbito acadêmico, o que permitiu que se estabelecessem linhas norteadoras para um posicionamento quanto ao que se espera de uma agricultura sustentável, aprofundando algumas linhas de pesquisa e estudo e criando outras que se afinem com a preocupação que rege o atual momento histórico da humanidade quanto à segurança alimentar de povos e populações.

Reunimos, neste livro, contribuições de autores de áreas distintas do conhecimento que compartilham das mesmas ideias críticas sobre os riscos do modelo econômico vigente e a realidade socioambiental da sustentabilidade da agricultura de *plantation* e de base familiar do estado do Rio Grande do Norte. A maior parte dos artigos aqui publicados resultam de projetos de pesquisa vinculados ao Doutorado Interinstitucional (DINTER) entre Capes, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande e IFRN, e coordenado de maneira operacional por Valdenildo Pedro da Silva. Os trabalhos aqui selecionados envolvem produções de agrônomos, engenheiros civil, agrícola e químico, biólogos, geógrafos, administradores, matemáticos e licenciados em química, que apresentam promissoras contribuições teórico-científicas para tomadores de decisão e para a efetivação de uma rede de estudiosos, com questionamentos e pesquisas em sistemas de

avaliação de sustentabilidade para agroecossistemas baseados em prática familiar ou de *plantation*, atrelada aos princípios da revolução verde.

Iniciando a primeira parte do livro, nós — *Valdenildo Pedro da Silva e Gesinaldo Ataíde Cândido* — problematizamos o tema da sustentabilidade da agricultura familiar voltando-nos para a histórica produção de mandioca. Realizamos uma avaliação comparativa e transversal da sustentabilidade de dois geossistemas familiares de produção de mandioca localizados no município de Bom Jesus, no estado do Rio Grande do Norte, utilizando o método Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS), em relação ao ano agrícola de 2011.

O trabalho de *José Américo de Souza Grilo Júnior e Pedro Vieira de Azevedo* focaliza uma avaliação dos principais benefícios econômicos da cultivar BRS Seda na Agrovila de Canudos, em Ceará-Mirim (RN), irrigada com águas de qualidade diferente. Especificamente, tem a finalidade precípua de examinar os custos, a rentabilidade e a produtividade do gergelim, quando irrigado com água subterrânea e com água residuária dos tanques de piscicultura.

O artigo de *Gerda Lúcia Pinheiro Camelo e Gesinaldo Ataíde Cândido* avalia a sustentabilidade de agroecossistemas familiares do cultivo de abacaxi irrigados *versus* de sequeiro, mediante o uso do método MESMIS, em Touros (RN). A pesquisa foi realizada em dezesseis agroecossistemas familiares. Os dados foram sistematizados a partir da pesquisa teórica, da pesquisa de campo junto aos agricultores e da observação direta dos pesquisadores. As informações dos agricultores, dos agroecossistemas irrigados e de sequeiro, revelaram uniformidade quanto à proposição dos indicadores. Estes foram sistematizados a partir das potencialidades e das limitações dos agroecossistemas familiares do cultivo do abacaxi, possibilitando a identificação da abrangência dos atributos de sustentabilidade considerados pelo método e dando início a determinação dos critérios de diagnóstico. Os critérios seguem uma abordagem mais generalista, enquanto os indicadores focam mais a realidade social estudada.

A produtividade, a qualidade e a avaliação econômica do capim-elefante e do sorgo irrigados com água do lençol freático e do rejeito de dessalinizador são avaliadas por *Milton Bezerra do Vale* e *Pedro Vieira de Azevedo*, na comunidade de Riacho Salgado, município de São Paulo do Potengi, localizado no Semiárido do estado do Rio Grande do Norte.

Dando continuidade ao estudo de sustentabilidade no âmbito da agricultura, *Leci Martins Menezes Reis* e *Gesinaldo Ataíde Cândido* enveredam pela realidade socioambiental da produção intensiva ou de *plantation* de bananeira no Vale do Açu. Utilizando o método Biograma, proposto por Sergio Sepúlveda, os autores avaliaram a sustentabilidade de agroecossistemas intensivos de bananeira situados no município de Ipangaçu, Rio Grande do Norte, os quais fazem uso de alta tecnologia. Esse sistema agrícola tem sido questionado, por ter-se voltado para os princípios da revolução verde, de modo que, no curso dos últimos tempos, tinham surgido dúvidas sobre os níveis de sustentabilidade dos agroecossistemas estudados.

Nelson Silveira Vasconcelos e *José Dantas Neto* consideram ser indispensável à pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias que melhorem o atual sistema de produção do melão, principalmente quanto ao aumento da produtividade e à redução no custo de produção. Por isso os autores, por meio de uma pesquisa científica, avaliaram o uso eficiente e racional da fertirrigação nitrogenada na cultura do melão da microrregião de Mossoró (RN), o qual tem permitido a competição favorável, no cenário internacional, de produtores e exportadores de melão, com benefícios socioeconômicos e ambientais para os municípios produtores da microrregião e para todo o país.

Luiz Eduardo Lima de Melo e *Gesinaldo Ataíde Cândido* também se debruçam sobre os estudos de sustentabilidade da agricultura norte-rio-grandense, examinando, de forma comparativa, os níveis de sustentabilidade existentes nos diferentes sistemas de hortifruticultura de base familiar praticados no município de Ceará-Mirim (RN). Utilizam, para isso, uma versão modificada do método Indicadores de Durabilidade das Explorações Agrícolas (IDEA), adaptado às particularidades da agricultura familiar local do município estudado.

Ao se discutir sobre a sustentabilidade da agricultura nesta atualidade, não se pode deixar de considerar as contribuições dadas por *Maria Agripina Pereira Rebouças* e *Vera Lúcia Antunes de Lima* quanto à necessidade da apresentação do perfil socioeconômico dos agricultores familiares da agrovila Canudos, situada no assentamento Rosário, no município de Ceará-Mirim (RN). Seu estudo é relevante, pois pouco se conhece e poucos estudos existem voltados para o desvendamento da situação socioeconômica dos assentamentos rurais. Essa é, por exemplo, uma realidade vivenciada nesse assentamento, localizado a 25 km da sede desse municipal.

O artigo de *Vanda Maria Saraiva* e *Annemarie König* evidencia que, na região semiárida, a reduzida pluviosidade fez com que o agricultor se tornasse um verdadeiro herói, criador de sua sustentabilidade, no sentido de continuar a cultivar produtos, seja para sua subsistência seja para comercialização, utilizando antigos conhecimentos transmitidos por seus antepassados. As autoras afirmam que essa situação pode ser contornada com a utilização do esgoto doméstico tratado, o qual, no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos, deve ser considerado como importante insumo para fins agrícolas, como água para irrigação, e, assim, aumentando a produtividade, desde que técnicas adequadas de manejo sejam adotadas. A pesquisa das autoras avaliou o desenvolvimento e a produtividade de capim-elefante roxo (*Pennisetum purpureum Schumach*) irrigado com efluente doméstico tratado, no Semiárido potiguar.

O artigo de *Ivanildo Martins Formiga Júnior*, *Gesinaldo Ataíde Cândido* e *Viviane Souza do Amaral* objetiva a identificação dos pontos críticos dos agroecossistemas cultivados com melão irrigado no assentamento São Romão, em Mossoró (RN). O estudo foi realizado utilizando-se a estrutura do método MESMIS, dez agroecossistemas do assentamento, mediante uma proposta participativa. Os dados foram obtidos por meio de entrevistas semiestruturadas e observações de campo, de forma que as respostas, as considerações e os comentários realizados pelos assentados foram amplamente aproveitados para a delimitação dos pontos críticos acerca das atividades por eles desenvolvidas. Os

agroecossistemas pesquisados foram caracterizados e, com base nos resultados das discussões com as famílias assentadas, foram determinados sete pontos críticos que afetam a sustentabilidade: recursos hídricos, solos, dependência de insumos externos, biodiversidade, qualidade de vida, rendimento familiar e organização comunitária.

Gesinaldo Ataíde Cândido

Valdenildo Pedro da Silva

Organizadores

Sustentabilidade de geossistema familiar de produção de mandioca alternativo versus convencional¹

*Valdenildo Pedro da Silva²
Gesinaldo Ataíde Cândido³*

O desenvolvimento da agricultura tem se constituído num dos meios geográficos cujos níveis de sustentabilidade mais têm sido questionados, sobretudo em virtude da ampla modernização decorrente de princípios e práticas difundidos pela revolução verde. Tal revolução, baseada no uso intensivo de produtos agroquímicos, vem influenciando aspectos socioeconômicos e ambientais de geossistemas intensivos e familiares de todo o Planeta (ALTIERI, 2004; GLIESSMAN, 2009). Diversos sistemas agrícolas passaram a ser manejado, seguindo-se o modelo da revolução verde, alterando-se os processos de produção agrícola. Nesse métier, nem mesmo os agroecossistemas de base familiar,

1 O estudo em tela teve a contribuição da estudante-bolsista de iniciação científica do PIBITI/IFRN Ranielle Freire da Silva, do curso superior de Tecnologia em Gestão Ambiental.

2 Graduado em Geografia (Universidade Federal do Rio Grande do Norte), mestre em Geografia (Universidade Federal de Pernambuco) e doutor em Geografia (Universidade Federal do Rio de Janeiro). Professor do Instituto Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: valdenilso.silva@ifrn.edu.br.

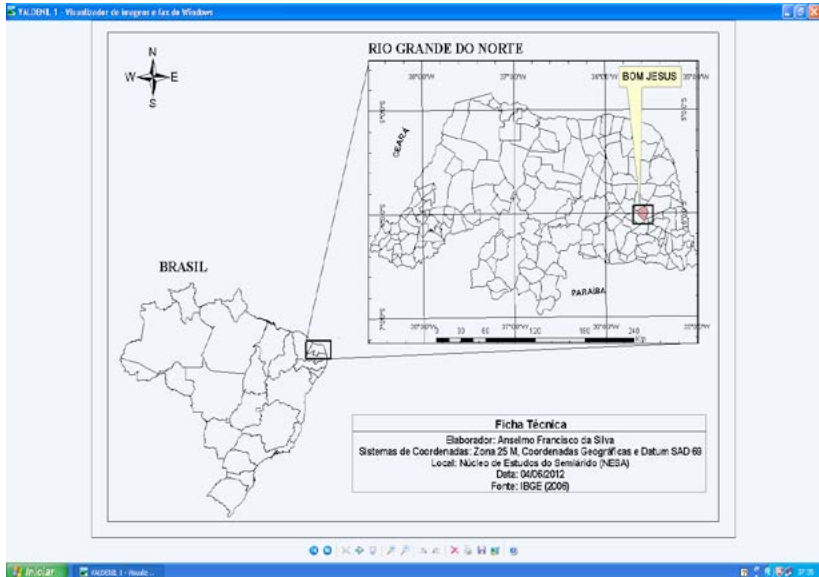
3 Graduado em Administração Geral (Universidade Federal da Paraíba), mestre em Administração (Universidade Federal da Paraíba) doutor em Engenharia de Produção (Universidade Federal de Santa Catarina). Professor Titular da Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: gacandido@uol.com.br

ou os geossistemas familiares (ISNARD, 1982), têm conseguindo manter-se distantes das influências dessa revolução. Essa é uma realidade vivenciada, por exemplo, entre os agroecossistemas familiares de produção de mandioca do município de Bom Jesus, no estado do Rio Grande do Norte, que têm apresentado situações em que as condições socioeconômicas e ambientais apontam níveis diferentes quanto ao rendimento agrícola, ao uso e à fertilidade do solo, à biodiversidade, à qualidade da água, à contaminação do homem e dos recursos naturais, dentre outros aspectos geofísicos e socioculturais, destacando-se a reprodução social dos agricultores. Face ao exposto, indagamos: em que medida os geossistemas de produção de mandioca de base familiar, situados no município de Bom Jesus – RN podem ser considerados sustentáveis, a partir da análise do Marco para a Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS)? Qual dos geossistemas de produção de mandioca avaliados pode ser considerado mais sustentável: o convencional ou o alternativo?

A partir dos objetivos da pesquisa, optamos por desenvolver um estudo de caso (GIL, 2009), que teve início com a realização de um ciclo avaliativo, tomando como base os passos do método MESMIS, proposto por Masera, Astier e López-Ridaura (1999). Para a realização da avaliação de sustentabilidade, selecionamos 18 indicadores estratégicos, agrupados em sete atributos de sustentabilidade. Mensuramos os indicadores (seguindo uma escala de notas de desempenho de 1 a 3, em que o 1 refere-se a uma situação de sustentabilidade não desejada, o 2 a uma situação regular, e o 3 a uma situação desejada), tomando por base aportes teóricos e fontes documentais, observações in loco, entrevistas semiestruturadas e análises laboratoriais de amostras de solo e água dos agroecossistemas de produção de mandioca de base familiar que foram investigados. Além disso, usamos técnicas de análise multicritério, no sentido de trazer a lume os juízos de valores atribuídos aos agroecossistemas, capazes de contribuir com melhores alternativas e tomadas de decisão socioambientais.

O estudo em tela objetivou analisar comparativa e transversalmente a sustentabilidade de dois geossistemas familiares de produção de mandioca localizados no município de Bom Jesus, no

estado do Rio Grande do Norte, Brasil (mapa 1), utilizando o método MESMIS, em relação ao ano agrícola de 2011-2012.



Fonte: Silva (2012).

UMA BREVE DISCUSSÃO SOBRE OS PRESSUPOSTOS CONCEITUAIS

Sustentabilidade, termo originário do latim sustentare, que significa sustentar, suportar, conservar em bom estado, manter e resistir etc., é um dos conceitos fundantes do estudo em pauta. Trata-se de um termo amplamente utilizado nos dias de hoje, o qual dispõe de muitos sinônimos e combinações, e se refere a tudo aquilo que seja capaz de ser suportado, mantido (SICHE et al., 2007). Porém o conceito de sustentabilidade não é consensual. Suas significações variam conforme a área de atividade ou o ambiente a que é aplicado. Mas há uma conexidade entre os variados sentidos que lhe foram atribuídos. Ou seja, o termo incorpora, na

maioria das vezes, os componentes da sustentabilidade, que são as três dimensões – social, econômica e ambiental –, embasando uma nova forma de analisar o desenvolvimento, pois vai além da simples ideia de crescimento econômico (SACHS, 2000; VEIGA, 2005). Nesse contexto, sustentabilidade é um termo dinâmico e complexo, pois abrange vários elementos e parte de um sistema de valores, com foco, ao longo do tempo, em múltiplas escalas. A sustentabilidade pode, assim, referir-se às necessidades de se reduzir a poluição ambiental, eliminar os desperdícios e diminuir o índice de pobreza e, por conseguinte, a desigualdade social (BARONI, 1992).

Nessa perspectiva, sustentabilidade está sendo entendida como a possibilidade de se obterem, permanentemente, condições semelhantes ou superiores de vida em determinado geossistema, objetivando-se a manutenção do sistema de suporte da vida. Nesse contexto, a sustentabilidade relaciona-se com uma melhor qualidade de vida para as populações do presente e futuras, a partir da capacidade de suporte dos ecossistemas. Essa qualidade de vida pode ser compreendida como o grau de prazer, satisfação e realizações concretizado por cada indivíduo em seu espaço vivencial.

Por sua vez, Sachs (2000), em seu livro *Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável*, foi enfático ao afirmar, ainda, que a sustentabilidade tem certa unidade e que sua dinamicidade está na harmonização das dimensões social, política, econômica, ecológica, ambiental, territorial e cultural. Para o autor, em última instância, o desenvolvimento depende da cultura do povo, na medida em que implica a invenção de um projeto. E este não pode deter-se unicamente em aspectos sociais e econômicos, negligenciando as relações e dimensões complexas entre o porvir das sociedades humanas e a evolução da biosfera. Na realidade, esse autor está querendo dizer que existe uma coevolução de dois sistemas que se regem por escalas espaciais distintas. Para ele, a sustentabilidade, no tempo das civilizações humanas, vai depender da capacidade desta de se submeterem aos preceitos da prudência ecológica e de fazerem um bom uso da natureza. É por isso que ele fala de desenvolvimento sustentável, dizendo que, a rigor, a adjetivação do termo deveria ser desdobrada em socialmente incluyente,

ambientalmente sustentável e economicamente sustentado no tempo (SACHS, 2000, grifo do autor).

A avaliação da sustentabilidade de agroecossistemas, como é a realidade deste estudo de caso, acontece por meio da aplicação de indicadores estratégicos. Mas o que são indicadores? Originariamente, esse é um termo que vem do latim *indicare*, que significa apontar ou proclamar. Ou melhor, o indicador se constitui em uma ferramenta que possibilita a obtenção de dados ou informações sobre dada realidade espacial ou que procura descrever um processo específico ou um processo de controle (MASERA; ASTIER; LOPEZ-RIDAURA, 1999). Portanto, indicadores são variáveis que revelam condições e tendências, ajudando no desenvolvimento, no planejamento e na tomada de decisão. Assim, o estudo em tela se fundamenta no entendimento de que os indicadores estratégicos são certos atributos que servem para avaliar ou analisar a sustentabilidade. Ou melhor, são variáveis que procuram descrever, medir, o estado ou a alteração da condição de um atributo específico ou de controle, ou refletir sobre isso (MASERA; ASTIER; LOPEZ-RIDAURA, 1999).

Ressaltamos ainda que, indicadores de sustentabilidade são ferramentas que podem avaliar o desenvolvimento de uma atividade econômica em termos de sustentabilidade. Eles permitem que se avalie, de maneira qualitativa, quantificável e mensurável, um agroecossistema em termos econômicos, ambientais e sociais e orientam tomadores de decisão acerca das medidas corretivas que cada agricultor familiar deve considerar para que seu agroecossistema seja considerado sustentável.

Dentre os vários estudos de avaliação de sustentabilidade de agroecossistemas existentes tem tido destaque o sistema de indicadores denominado de MESMIS, haja vista ele considerar valores ideais ou ótimos de indicadores. Esse método possibilita a avaliação da sustentabilidade de agroecossistemas e dispõe de mecanismos participativos e interdisciplinares, contempla atributos de sustentabilidade, além das dimensões de avaliação ambiental, econômica e social.

O método MESMIS, em relação a outros métodos de avaliação de sustentabilidade de agroecossistemas, tem possibilitado a

identificação de padrões sustentáveis de desenvolvimento, apresentando características importantes no processo de monitoramento: permite a interação entre as dimensões; avalia o sistema de maneira comparativa, confrontando com outras alternativas ou referenciais (avaliação transversal), ou ao longo do tempo (avaliação longitudinal); dispõe de estrutura flexível para a adaptação de diferentes níveis de informação e de características técnicas de dimensões locais; possibilita o monitoramento do processo por um certo período de tempo; favorece a participação de agricultores e seu empoderamento; potencializa o desenvolvimento no nível local; permite a análise e a avaliação com retroalimentação do processo (DEPONTI; ECKERT; AZAMBUJA, 2002).

Outro conceito fundamental ao estudo em tela é o de território, o qual contribui para o conhecimento e compreensão das materialidades e ações constitutivas do agroecossistema de cultivo de mandioca de base familiar do município de Bom Jesus-RN. Outrora, os ecossistemas, ou espaços naturais, desse município passaram a ser alterados pela ação humana, que provocou transformações e até mesmo degradação, rompendo, assim, o equilíbrio espontâneo dos ecossistemas (ISNARD, 1982), aí impondo-se territórios ou geossistemas de produção de mandioca. .

Diante desse contexto, o geossistema onde se dá o cultivo de mandioca em caráter familiar pode ser compreendido como um espaço banal (expressão legada por François Perroux), obrigando-nos a considerar os elementos naturais e a interação entre os fenômenos aí existentes. Nesse sentido, a perspectiva do território nos conduziu à ideia do espaço banal, o espaço de todos, todo o espaço, nesse particular o de produção de mandioca familiar. Trata-se de um espaço de todos os homens, não importando suas diferenças; o espaço de todas as instituições, não importando a sua força; o espaço de todas as empresas, não importando sua dimensão e seu poder. O território são formas que se configuram por meio da paisagem, mas o território usado são objetos e ações, é sinônimo de espaço humano, espaço habitado, modificado e transformado, como afirmou Santos (1994a). Para ele, o território é o lugar em que desembocam todas as ações, todas as paixões, todos os poderes, todas as forças, todas as fraquezas, ou seja,

onde a história do homem plenamente se realiza, a partir das manifestações de sua existência.

Além disso, podemos dizer que o conceito de geossistema possibilitou a apreensão da constituição da paisagem e do território (ISNARD, 1982), a partir de diferentes usos de produção, de seu movimento conjunto e do de suas partes, reconhecendo as respectivas complementaridades (SANTOS; SILVEIRA, 2001). Por meio desses conceitos, foi-nos possível apreender o uso e a avaliação do território de cultivo da mandioca, externalizando as novas formas-conteúdos, mais dotadas, cada vez mais, de ciência, técnica e informação e também de novas racionalidades presentes no agroecossistema de mandioca familiar, principalmente onde se desenvolve o monocultivo.

Por sua vez, o conceito de agroecossistema, que permeou a compreensão deste trabalho, está sendo considerado aqui também como sinônimo de geossistema, numa perspectiva geográfica (ISNARD, 1982). Ou seja, uma propriedade agrícola, uma lavoura, em sua multidimensionalidade, compreendida como um ecossistema modificado em suas múltiplas dimensões espaçotemporais, que se tem aproximado da ecofisiologia do sistema natural, daí resultando no termo agroecossistema (GLIESSMAN, 2009; ALTIERI, 2004). Esse conceito proporciona uma estrutura com a qual podemos analisar os sistemas de produção de alimentos como um todo, incluindo seus conjuntos complexos de insumos e produção e as interconexões presentes no território.

A criação de um agroecossistema dá-se a partir do momento em que o ecossistema é alterado com o propósito de desenvolver uma dada produção agrícola, introduzindo várias mudanças na estrutura e função do ecossistema natural, mudando o estado inicial do sistema. As novas qualidades do sistema podem servir como indicadores de sustentabilidade do sistema (GLIESSMAN, 2009).

Gliessman (2009), contribuindo para o debate sobre agricultura sustentável, propôs o conceito de agroecossistema, apoiando-se na necessidade da percepção sistêmica dos processos produtivos. O termo agroecologia surgiu como alternativa de uma nova abordagem agrônômica, como sinônimo de sustentabilidade am-

pla. Nas palavras desse autor, esse tipo de agricultura deve reconhecer a natureza sistêmica da produção de alimentos, forragens e fibras, equilibrando, com equidade, preocupações relacionadas à saúde ambiental, à justiça social e à viabilidade econômica, entre os diferentes setores da população, incluindo distintos povos e diferentes gerações (GLIESSMAN, 2009).

Por sua vez, Altieri (2004) enfatiza que a busca de sistemas agrícolas autossustentáveis, com baixo uso de insumos externos, diversificados e eficientes em termos energéticos, constitui a principal preocupação de pesquisadores, agricultores e formuladores de políticas em toda parte do mundo. Para o autor, a agricultura sustentável geralmente consiste em um modo de fazer agricultura que busca assegurar produtividades sustentadas a longo prazo, por meio do uso de práticas de manejo ecologicamente seguras. Isso requer que a agricultura seja vista como um ecossistema e que as práticas agrícolas e a pesquisa não se preocupem com altos níveis de produtividade de uma mercadoria em particular, mas, sim, com a otimização do sistema como um todo. Requer também que se leve em conta não apenas a produção econômica, mas o problema vital da estabilidade e sustentabilidade ecológica e social. É nessa perspectiva de agroecossistema, que envolve elementos ou fatores externos à unidade e a dinâmica de produção, que a temática da sustentabilidade do agroecossistema de produção de mandioca de base familiar está se fundamentando.

Outro conceito importante para o presente estudo é o de agricultura familiar. Mesmo não sendo uma categoria social recente e de uso novo no âmbito da sociologia rural, sua utilização, com o sentido e a dimensão ampla que lhe têm sido dados no decorrer dos últimos tempos, no Brasil, assume ares de uma novidade, ou de uma renovação (WANDERLEY, 1999). Talvez seja uma novidade diante dos inúmeros sinônimos que foram atribuídos à agricultura praticada por membros familiares, com noções equivalentes, como estas: agricultura de baixa renda, pequena produção, agricultura de subsistência, por exemplo (ABRAMOVAY, 1997, grifos do autor). Para Abramovay (1997), esses termos trazem em seu bojo um julgamento prévio sobre o tamanho e o desempenho econômico

das unidades de produção familiar, o que pode contribuir para o desconhecimento de traços importantes do desenvolvimento agrícola da unidade produtiva familiar tanto no Brasil como em nações desenvolvidas, nos últimos anos.

Nesse contexto, aqui entendemos como agricultura familiar aquela em que os membros da família, ao mesmo tempo que são proprietários dos meios de produção, assumem o trabalho e a gestão no estabelecimento produtivo. Assim, o caráter familiar não é um mero detalhe superficial e descritivo, pois o fato de uma estrutura produtiva vincular família, produção e trabalho tem consequências importantes para a forma como ela age social, econômica e ambientalmente e para a diversidade de formas sociais. Como afirmou Lamarche (1993), a agricultura de base familiar não é um elemento da diversidade, mas contém, nela mesma, toda a diversidade, palavra-chave da sustentabilidade da vida..

Para esse autor, a família, o trabalho e a propriedade são os elementos principais da agricultura familiar. Essas são algumas das principais características das unidades de produção agrícola que utilizam principalmente a mão de obra familiar (LAMARCHE, 1993). Além disso, considerando as palavras de Veiga (2005), as vantagens da agricultura familiar estão além da diversidade da produção, uma vez que ela apresenta perfil essencialmente distributivo e sustentável, em relação aos outros tipos de agricultura, assim como o fortalecimento da vida dos agricultores.

SUSTENTABILIDADE DOS AGROECOSSISTEMAS DE MANDIOCA DE BOM JESUS: RESULTADOS PRELIMINARES

Os dois agroecossistemas investigados estão situados no município de Bom Jesus, localizado geograficamente na microrregião do Agreste Potiguar do Rio Grande do Norte (mapa 1). Esse município possui uma área de 122 km² (o equivalente a 0,23% da superfície estadual) e está distante 51 quilômetros da cidade de Natal, capital do estado. Atualmente, residem nele cerca de 9.432 habitantes, dos quais 4.691 são do sexo masculino (49,73%) e

4.741 do feminino (50,27%), sendo 6.766 habitantes residentes da área urbana e 2.666 da área rural. Desde a fundação de Bom Jesus, sua base socioeconômica tem sido vinculada basicamente ao desenvolvimento da agricultura familiar, a qual compreende, atualmente, 279 agroecossistemas. A expressiva maioria dos estabelecimentos rurais está abaixo de 10 hectares, abrangendo uma área total de 2.179 hectares, de acordo com o último censo agropecuário do IBGE de 2006.

Bom Jesus está totalmente encravado em área de semiaridez e em processo de desertificação no estado do Rio Grande do Norte, apresentando características de forte insolação (insolação de 2.700 h/ano, uma média de 25,6°C e uma umidade em torno de 74%), baixa nebulosidade, elevadas taxas de evaporação (em torno de 2.000 mm anuais), temperaturas constantes e normalmente altas, com variações entre 21°C e 31°C, e índice pluviométrico irregular. Possui uma formação geológica rica em minerais e solos que variam entre alta e baixa fertilidade natural, onde a cobertura vegetal é rala e escassa, predominando a caatinga subdesértica e hipoxerófila.

Os agroecossistemas de cultivo de mandioca fazem parte da paisagem de Bom Jesus-RN e têm-se destacado por apresentarem grandes áreas plantadas, colhidas, e de produção, contribuindo para a geração e a diversificação da renda, para a subsistência alimentar, a reciclagem de nutrientes e, para muitos agricultores familiares, como única fonte de reprodução social. Trata-se de uma cultura agrícola ancestral, de origem indígena, que tem desempenhado historicamente papel imprescindível para a economia, para a manutenção de laços sociais e culturais das pessoas e que vem sendo desenvolvida principalmente por agricultores familiares, usando ainda diversos métodos tradicionais de cultivo.

O cultivo de mandioca inicia-se com o preparo do solo (por meio do desmatamento, da aração utilizando enxada, cultivador ou trator, etc.), o plantio de manivas, a colheita de raízes e a venda para casas de farinha, indústrias e criadores de gado, apresentando diversas utilidades. Talvez a mandioca tenha sido considerada como uma “raiz de desenvolvimento” (SEBRAE, 2006) devido as suas inúmeras possibilidades de utilização, que vão desde a diversidade de produtos alimentares – farinha, fécula

(povillo doce), goma, bebidas, diversos pratos típicos –, até a produção de chips, rações e forragem, energia e matérias-primas industriais (AMARAL; JAIGOBIND; JAISINGH, 2007). Essa cultura alimentar constitui-se, ainda, em uma grande fonte de produção de carboidratos para a alimentação humana e a animal, com possibilidades de extração e modificação do amido, que também é um nutriente muito presente. Além disso, o valor protéico da folha da mandioca faz dela um produto de importante valor econômico e cultural, mesmo que a produção e a comercialização ocorram sem grandes vantagens para os agricultores e familiares, devido à insegurança socioambiental e aos baixos salários e preços praticados.

Aplicando o MESMIS, na análise de sustentabilidade dos agroecossistemas de mandioca, seguimos o ciclo avaliativo que compreende os seguintes passos: caracterização do objeto de avaliação, determinação dos pontos críticos, seleção dos indicadores, medição e monitoramento dos indicadores, apresentação e integração dos resultados e, por fim, as conclusões e recomendações.

CARACTERIZAÇÃO DOS AGROECOSSISTEMAS DE PRODUÇÃO DE MANDIOCA (PRIMEIRO PASSO)

Este estudo de caso comparativo foi realizado em dois agroecossistemas, que foram escolhidos por apresentarem características diferentes quanto ao processo de cultivo da mandioca no âmbito da agricultura familiar, ambos situados em áreas de clima semiárido, de secas constantes, com forte escassez de água. Os agroecossistemas foram classificados e caracterizados como sendo: um alternativo, por ser baseado num baixo uso de insumos externos e dispor de um sistema agrícola diversificado, e um outro denominado de convencional, por ser um sistema de monocultivo que faz uso de insumos agroquímicos.

O agroecossistema alternativo, pertencente à Família Nascimento, localiza-se no distrito São Francisco, no extremo sul do município de Bom Jesus, a 3,9 km da sede municipal, entre a latitude

6° 0' 39" S e a longitude 35° 34' 42" W. Esse agroecossistema, fazendo ainda uso de enxada, de cultivador e, em pouquíssimas vezes, de trator, tem desenvolvido o plantio associado e diversificado de atividades agrícolas – de milho, feijão, macaxeira, banana, laranja, acerola, melancia, mamão, caju, coco verde, etc. –, o criatório de diferentes espécies animais (gado, galinha, abelha, etc.), e o cultivo de hortaliças – coentro, cebola, pimentão, tomate –, basicamente para o autoconsumo familiar, além do plantio da mandioca (com produtividade em torno de 12 toneladas por hectare). Ou seja, esse agroecossistema, possuindo uma área de 34 hectares próprios, vem sendo utilizado da seguinte maneira: 5 hectares para a produção de mandioca – tanto convencional como alternativo –, 2,3 hectares para a produção de milho e feijão, batata, dentre outros produtos, 3 hectares para o cultivo de pastagens, e cerca de 2 hectares, ou 5% da área total, sendo revestidos de campo nativo ou reversa legal. As demais áreas do agroecossistema vêm sendo utilizadas para o desenvolvimento da bovinocultura, da avicultura, da apicultura e para o plantio de hortaliças, voltado basicamente para o sustento familiar.

Os insumos que têm sido utilizados nos cultivos diversos do agroecossistema são produzidos dentro da própria unidade agrícola, de modo que não se faz uso de agrotóxicos e adubos sintéticos. A fertilização do solo tem sido preparada por meio de esterco curtido de aves e animais (cama de aviário) e também através de restos de culturas de safras anteriores. Portanto, trata-se de um agroecossistema de policultivo e de características familiares que utiliza mão de obra própria, para realizar todas as atividades, e, esporadicamente, mão de obra externa, por ocasião do plantio e da colheita dos produtos cultivados.

O agroecossistema convencional, pertencente à Família Santos, está localizado na comunidade Lagoa dos Bezerras, município de Bom Jesus, no extremo sul, a 8,9 km do centro da cidade, mais precisamente na latitude 6° 0' 36" S e longitude 35° 34' 45" W. A família é composta por quatro pessoas: o pai, a mãe, uma adolescente e uma criança, mas só o casal trabalha nas atividades agrícolas do agroecossistema. Diferentemente do anterior, esse agroecossistema se caracteriza pelo monocultivo e transformação da mandioca em produtos voltados principalmente para a comercialização. Por ser uma terra de herdeiros, o agroecossistema da

Família Santos compreende uma área de 7 hectares destinados basicamente à produção de mandioca e ao criatório de gado leiteiro e de corte, voltados para a venda. Devido a problemas com pragas, a produtividade, em 2011, foi de cerca de 7 toneladas por hectare. Além disso, pouco do que é produzido internamente é consumido pela família. Nesse sentido, trata-se de um agroecossistema baseado no trabalho familiar, com pouca diversidade de produtos agrícolas. A fertilização do solo tem sido realizada principalmente por meio de adubos químicos e sintéticos, algumas vezes utilizando-se, em pequena escala, esterco curtido de aves e animais. Faz uso de mão de obra contratada para ajudar na execução das atividades que realiza.

IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS E INDICADORES DOS AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES DE PRODUÇÃO DE MANDIOCA (SEGUNDO E TERCEIRO PASSOS)

A partir da caracterização dos agroecossistemas alternativo e convencional, assim como das entrevistas realizadas com os agricultores e técnicos agrícolas, da participação de uma equipe interdisciplinar de pesquisadores, e da observação direta sobre a produção e a organização do agroecossistema de mandioca, de base familiar de Bom Jesus, identificamos um conjunto de pontos críticos que tem influenciado positiva e negativamente na sustentabilidade desses dois agroecossistemas. No quadro 1, estão expostos os principais pontos críticos, os critérios de diagnóstico e os indicadores estratégicos utilizados na avaliação de sustentabilidade dos agroecossistemas de produção de mandioca de caráter familiar aqui estudados.

O agroecossistema alternativo tem apresentado pontos limitantes quanto à baixa produtividade, à qualidade e à escassez d'água, à degradação do solo, problemas relacionados a pragas e doenças e problemas de comercialização – uma vez que o preço do produto é determinado por atravessadores –, dentre outros. Quanto aos pontos positivos, identificamos no agroecossistema principalmente a alta diversidade de cultivo de produtos agrícolas, o criatório de espécies animais, a produção voltada para o consumo, a presença de mata nativa, o uso de insumos produzidos inter-

namente, segurança alimentar, qualidade de vida e participação em associações.

O agroecossistema convencional apresenta pontos limitantes quanto à baixa produtividade, à utilização da mão de obra externa – uma vez que verificamos a necessidade de contratação de trabalhadores para ajudar nas atividades de produção da farinha de mandioca –, pouca diversidade de produtos agrícolas, ausência de reserva de mata nativa, má qualidade e pouca disponibilidade da água, degradação do solo, uso de adubos químicos, problemas relacionados com pragas e doenças, comercialização realizada por intermediários, insegurança alimentar, dentre outros. Quanto aos pontos positivos encontrados nesse agroecossistema, podemos destacar a facilidade de acesso a crédito, a qualidade de vida e a participação em associações.

Quadro 1 – Indicadores por atributos, pontos críticos, critérios de diagnóstico, áreas e métodos de medição dos agroecossistemas de mandioca de Bom Jesus

Atributos	Pontos críticos	Crítérios de diagnósticos	Indicadores	Áreas de avaliação*	Métodos medição**
Produtividade	Baixa produtividade	Eficiência	Rendimento da mandioca	A e E	a, b, d
	Baixa rentabilidade		Relação custo/benefício		a,b
	Insegurança alimentar		Renda familiar		a, b, d
			Autossuficiência alimentar		a, b, d
Adaptabilidade	Inovações tecnológicas	Capacidade de inovação e mudança	Acesso a inovações tecnológicas	E e S	a, b

Sustentabilidade de geossistema familiar de produção de mandioca alternativo versus convencional

Estabilidade, resiliência e confiabilidade.	Falta d'água	Conservação dos recursos naturais	Qualidade da água	A, E e S	a, b, d
	Degradação do solo		Disponibilidade de água		
	Baixa diversidade	Diversidade	Condições de Fertilidade do solo		c, d
			Textura do solo		a, b
Equidade	Condições de vida	Qualidade de vida	Nível de escolaridade	S	a, b
			Disponibilidade de acesso aos serviços de saúde		a, b
Autodependência ou autogestão	Gastos com insumos	Dependência de insumos externos	Grau de dependência de insumos externos	E e S	a, b
	Dificuldade de acesso a crédito	Acesso a financiamento	Disponibilidade de crédito		a, b
	Ausências de cooperação entre agricultores	Participação, controle e organização	Participação em associações e cooperativas		a, b
			Participação de membros da família no manejo agrícola		a, b

*Áreas de avaliação: Ambiental (A), Econômica (E) e Social (S). **Métodos de medição: (a) Entrevista, (b) Visita de campo, (c) Análises laboratoriais (d) Referências bibliográficas.

Fonte: Silva (2013).

MEDIÇÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DOS AGROECOSSISTEMAS DE MANDIOCA (QUARTO PASSO)

Após a determinação dos pontos críticos, a definição dos critérios de diagnóstico e a seleção dos indicadores estratégicos, apresentamos os métodos e procedimentos de medição dos indicadores de sustentabilidade, abordando as especificidades e os parâmetros utilizados para mensurar cada indicador. Convém ressaltar, ainda, que, para todas as quantificações dessa avaliação, levamos em consideração o padrão de notas mencionado anteriormente, qual seja: 1 indica uma situação não desejada (ruim); 2 uma situação regular (média); e, por fim, 3 uma situação desejada (ideal ou ótima) de sustentabilidade.

A relação homem-terra, ou a geograficidade, dos agroecossistemas familiares de mandioca veio à tona principalmente por meio de diálogos permanentes realizados com agricultores, familiares, técnicos agrícolas, autoridades e demais moradores locais. Além disso, recorreremos a outros dados qualitativos e quantitativos referentes aos indicadores, como por exemplo, a mensuração do rendimento da mandioca, baseando-se nas ideias de Triomphe (1996) e em dados da Produção Agrícola Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para avaliar a relação custo/benefício, consideramos as proposições de Masera, Astier e López-Ridaura (1999). Por sua vez, a renda familiar foi analisada em consonância com os níveis propostos pelo Programa Nacional de Fortalecimento Familiar (PRONAF) e informações dadas pelos agricultores. No que diz respeito à disponibilidade e à qualidade da água, à textura e à fertilidade do solo, as medições foram realizadas por meio de análises laboratoriais, observação in loco e entrevista. A respeito da autossuficiência alimentar, do acesso às inovações tecnológicas, da diversidade de espécies animais e vegetais, do nível de escolaridade, do acesso a serviços de saúde, do grau de dependência de insumos externos, do acesso a crédito, da participação em associações e cooperativas e da participação da família no manejo agrícola, recorreremos a referenciais teóricos, à aplicação de entrevista e à observação direta nos agroecossistemas. Os resultados de cada indicador

obtido por cada agroecossistema assim como os percentuais desejados de sustentabilidade estão apresentados na tabela 2, de maneira comparativa e transversal.

Tabela 2 – Resultados comparativos de cada indicador obtido por cada agroecossistema e os percentuais desejados de sustentabilidade

Indicador	Agroecossistema Alternativo		Agroecossistema Convencional	
	Resultados	%	Resultados	%
Produtividade da mandioca, kg/ha	2,0	66,6	1,0	33,3
Relação custo/benefício	3,0	100	1,0	33,3
Renda familiar	3,0	100	1,0	33,3
Autossuficiência alimentar	3,0	100	2,0	66,6
Acesso a inovações tecnológicas	2,0	66,6	2,0	66,6
Qualidade da água, coliformes termotolerantes	3,0	100	1,0	33,3
Disponibilidade de água	1,0	33,3	1,0	33,3
Condições de fertilidade do solo, pH	3,0	100	3,0	100
Textura do solo	1,0	11,3	1,0	33,3
Implementação de práticas de conservação do solo	3,0	100	1,0	33,3
Diversidade de espécies	3,0	66,6	1,0	33,3
Porcentagem de área coberta com vegetação nativa e mata ciliar	2,0	66,6	1,0	33,3
Nível de escolaridade	1,0	33,3	1,0	33,3
Disponibilidade de acesso aos serviços de saúde	2,0	66,6	2,0	66,6
Grau de dependência de insumos externos	3,0	100	1,0	33,3
Disponibilidade de crédito	1,0	33,3	3,0	100
Participação em associações e cooperativas	3,0	100	3,0	100
Participação de membros da família no manejo agrícola	3,0	100	2,0	66,6

Fonte: Silva (2012).

A análise da sustentabilidade do agroecossistema de produção de mandioca de base familiar de Bom Jesus, realizada através do

método MESMIS, utilizando indicadores, evidenciou que, dos 18 indicadores estratégicos definidos, o agroecossistema alternativo apresentou percentuais sustentáveis ótimos ou desejados em 10, regulares em 4 e não desejados em 4, enquanto o desempenho do agroecossistema convencional foi o seguinte: situação de sustentabilidade desejada em 3, regulares em 4 e situação não desejada em 11 indicadores..

A partir dos percentuais da tabela 2, afirmamos que o agroecossistema alternativo apresentou um índice de 2,33, ficando abaixo do valor ideal ou ótimo (valor 3) dos indicadores, mas acima da situação regular de sustentabilidade, por isso é mais sustentável que o agroecossistema convencional que obteve o índice em torno de 1,55. Esse índice de sustentabilidade, apresentado pelo agroecossistema alternativo, representa a priorização dos membros familiares em produzir policultivos, preservando os recursos naturais, o trabalho familiar, a diversidade de cultivo, a criação de animais e, principalmente, o sustento familiar, baseando-se, ainda, nos saberes, conhecimentos e experiências de vida dos próprios agricultores e na observação sistêmica da Natureza. Enquanto isso, o agroecossistema convencional tem se preocupado tão somente com a produtividade agrícola voltada basicamente para a comercialização de produtos originários da mandioca (com destaque para a produção de farinha e goma, principalmente), negligenciando principalmente as dimensões socioeconômicas e ambientais.

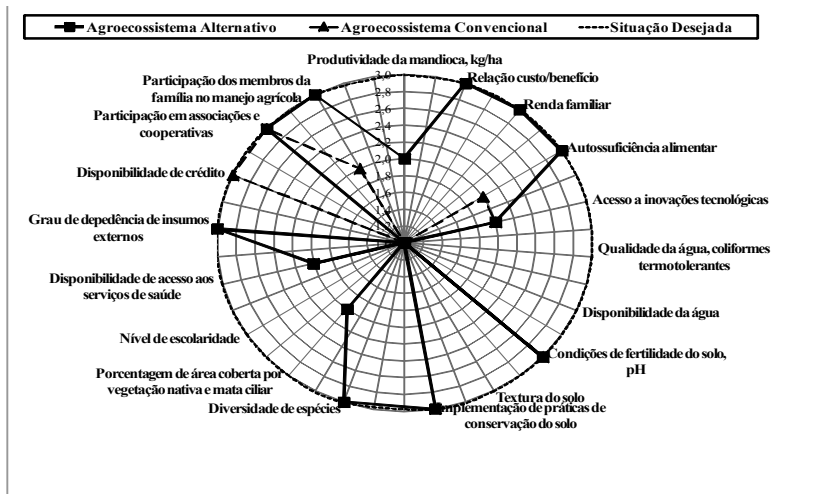
Após a avaliação da sustentabilidade da produção de mandioca de caráter familiar de Bom Jesus, destacamos que os melhores desempenhos do agroecossistema alternativo aconteceram nas áreas econômica e social; enquanto que esse agroecossistema apresentou uma situação regular de sustentabilidade na dimensão ambiental. Por outro lado, considerando esses mesmos indicadores por áreas, o agroecossistema convencional não apresentou desempenho ótimo ou ideal em nenhuma das áreas (ambiental, econômica e social), mas somente em três indicadores, em que os valores ótimos recaíram somente sobre as condições de fertilidade do solo, disponibilidade de crédito e participação em associações e cooperativas; porém, apresentou desempenho regular de sustentabilidade na área social e não desejada ou ruim nas demais áreas econômica e ambiental.

Apesar da produtividade da mandioca, no âmbito da agricultura familiar de Bom Jesus-RN, não ser tão elevada assim, tanto no agroecossistema alternativo como no convencional, o primeiro sistema vem se destacando com relação ao segundo, devido ao desenvolvimento de práticas alternativas de produção, voltadas principalmente para o sustento familiar, característica essa que tem contribuído para a sustentabilidade desse tipo de agroecossistema, mesmo que em dimensão e escala geográficas locais. Analisando, ainda, os dados da tabela, podemos dizer que esses dois tipos de geossistema de produção familiar de mandioca, pelos valores apresentados, precisam melhorar, ainda mais, seus níveis de sustentabilidade, mantendo prioritariamente os recursos naturais e a produtividade sustentável de alimentos por um longo período de tempo, na perspectiva da inclusão socioambiental tanto da presente com das futuras gerações locais, por meio da difusão de uma ética da solidariedade.

APRESENTAÇÃO E INTEGRAÇÃO DOS RESULTADOS DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DOS AGROECOSISTEMAS (QUINTO PASSO)

A partir da descrição dos resultados obtidos por cada um dos indicadores de sustentabilidade definidos, fundamentados nas concepções teóricas acima mencionadas, nos dados secundários e nas informações diretas de pesquisa de campo, optamos pela elaboração de um gráfico do tipo ameba, ou mapa, de sustentabilidade dos agroecossistemas de mandioca de Bom Jesus-RN, evidenciando os níveis diferentes de sustentabilidade de cada agroecossistema em relação às dimensões socioeconômica e ambiental. O gráfico 1 apresenta os resultados dos indicadores de sustentabilidade, considerando as características de cada atributo e as áreas de avaliação: social, ambiental e econômica.

Gráfico 1- Sustentabilidade dos dois agroecossistema de produção de mandioca de Bom Jesus, utilizando o diagrama tipo ameiba



Fonte: Silva (2012)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da geograficidade sobre as diferentes produções de mandioca de base familiar no município de Bom Jesus, no estado do Rio Grande do Norte, utilizando indicadores de sustentabilidade, detivemo-nos num estudo de caso comparativo transversal, entre dois sistemas diferentes: um que utiliza o policultivo e não faz uso de agroquímicos, em relação a outro que produz a mandioca por meio do monocultivo, utilizando produtos como fertilizantes ou outros insumos externos. A análise espacial, ou geossistêmica, pôs em destaque a existência em Bom Jesus-RN, e quiçá em toda a área de produção de mandioca do Agreste Potiguar, de uma paisagem que se vem conformando cada vez mais por uma morfologia e uma prática social que se diferenciam por meio de resquícios de uma produção sustentável de mandioca, associada a várias outros tipos de cultivo e de criatório de animais, que está sendo suplantada pelo crescimento e expansão do monocultivo, que cotidianamente vem

se espalhando pela paisagem local, desconsiderando, muitas vezes, os valores e os saberes tradicionais e cotidianos dos agricultores familiares.

Nesse sentido, estamos diante de uma realidade espacial em que as monoculturas vêm se constituindo cada vez mais como “fonte de escassez e de pobreza, tanto podem destruir a diversidade e as alternativas quanto destruir o controle descentralizado dos sistemas de produção e consumo” (SHIVA, 2003, p. 17). Na contramão disso, podemos dizer que a agricultura familiar de produção de mandioca só será sustentável quando permitir a diversidade de cultivos – mandioca, milho, feijão, melancia, gado, cabra, abelhas, hortaliças, dentre outros – e a criação de espécies animais – gado, cabra, galinhas e abelhas – de maneira simultânea e as decisões de cultivo e criação de animais do agroecossistema forem tomadas pelos atores sociais locais, destacando-se principalmente os agricultores e seus familiares. Como nos afirmou Isnard (1982, p. 239), “sem a diversidade a humanidade enfraquece-se”.

A nosso ver, a sustentabilidade deixa de ser uma metáfora, um clichê ou um termo ambíguo e passa a ser uma possibilidade de ação, quando existem ainda, nesta atualidade, famílias produtoras de mandioca que, mesmo diante das dificuldades do viver no semiárido e das perversões de desigualdades, vêm produzindo e agindo de maneira a se sustentar, ou manter os saberes cotidianos de uma convivência harmônica com a Natureza sem interferir na manutenção dos recursos naturais e, por conseguinte, na sustentação da vida. Ou seja, não precisamos inventar a sustentabilidade, pois ela vem se materializando, por meio de objetos e ações configurados no território e na paisagem (SANTOS, 1994b), mais precisamente em agroecossistemas alternativos de Bom Jesus, onde algumas famílias têm produzido mandioca associada a outros cultivos e criatórios, preocupando-se tão somente com o bem-estar socioambiental e com a sustentação da família e dos mais próximos.

Em suma, a sustentabilidade, operacionalizada na dimensão do agroecossistema alternativo, vem sendo alcançada diferentemente daquela propugnada pelos que dirigem povos e nações e

que se reúnem em grandes conferências, como a Rio+20, preocupados não em discutir sobre a manutenção da vida humana e a preservação dos recursos naturais, mas tão somente sobre uma economia pintada de verde, ou o destino de riquezas e finanças de países e nações (GONÇALVES, 2012). Pensando assim, a sustentabilidade que vem sendo alardeada por dirigentes governamentais e de organismos mundiais “não é nem adjetiva, nem substantiva. É pura retórica. Esquecem que a Terra pode viver sem nós, como viveu por bilhões de anos. Nós não podemos viver sem ela” (BOFF, 2011, p. 2).

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. Agricultura familiar e uso do solo. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 73-78, abr./jun. 1997.

AMARAL, L.; JAIGOBIND, A. G.; JAISINGH, S. Processamento de mandioca. Curitiba: SBRT/Tecpar, 2007.

ALTIERI, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Agropecuária, 2004.

BARONI, M. Ambiguidades e deficiências do conceito de Desenvolvimento

Sustentável. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v.32, n.2, p.14-24, abr./ jun. 1992.

BOFF, L. Sustentabilidade: adjetivo ou substantivo, Carta Maior, São Paulo, p. 1-2, 08 jul. 2011.

CLAVAL, P. A geopolítica e o destino do desenvolvimento sustentável. In: BECKER, B. K; MIRANDA, M. (Org.). A geografia política do desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: UFRJ, 1997.

DARDEL, E. L’homme et la terre. Paris: Editions CTHS, 1990.

DEPONTI, C. M.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J. L. B. de. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre, v. 3, n. 4, out./dez. 2002.

GIL, A. C. Como elaborar projeto de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2009.

GONÇALVES, C. W. P. Sustentando a insustentabilidade: comentários a minuta zero do documento base de negociação da Rio+20, EcoDebate. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br>>. Acesso em: 23 mar. 2012.

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2009.

ISNARD, H. O espaço geográfico. Coimbra: Livraria Almedina, 1982.

LAMARCHE, H. (Coord.). A agricultura familiar: comparação internacional. Campinas: Unicamp, 1993.

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS. México: Mundi Prensa, 1999.

MORIN, Edgar. O método 4: as ideias. Porto Alegre: Sulina, 2001.

RIBEIRO, W. C. et al. Desenvolvimento sustentável: mito ou realidade, Terra Livre, São Paulo, n. 11-12, p. 77-90, ago. 1992/ago. 1993, 1996.

SACHS, I. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. São Paulo: Garamond, 2000.

SANTOS, M. Metamorfoses do espaço habitado. São Paulo: Hucitec, 1994a.

_____. O retorno do território. In: SANTOS, M.; SOUZA, M. A. A. de; SILVEIRA, M. L. (Org.). Território, globalização e fragmentação. São Paulo: Hucitec, 1994b.

_____. A questão do meio ambiente: desafios para a construção de uma perspectiva transdisciplinar. InterfacEHS, São Paulo, v. 1, n.1, p. 1-14, ago. 2006.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. O Brasil: território e sociedade no início do século XXI. Rio de Janeiro: Record, 2001.

SEBRAE. Mandioca no Rio Grande do Norte: raiz do desenvolvimento. Natal: SEBRAE/RN, 2006.

SHIVA, Vandana. Monoculturas da mente perspectivas da biodiversidade e da biotecnologia. São Paulo: Gaia, 2003. 240p.

SICHE, R. et al. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. *Ambiente & Sociedade*, v. 10, n. 2, p. 137-148, jul.-dez. 2007.

SILVA, V. P. da. Sustentabilidade de agroecossistemas de mandioca de base familiar sob a ótica do método MESMIS. 67f. 2012. Relatório de pós-doutoramento. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012.

SOUZA, M. A. A. de. Meio ambiente e desenvolvimento sustentável: metáforas do capitalismo. *Net*. 1996. Disponível em: <www.territorial.org.br>. Acesso em: 10 nov. 2011.

TRIOMPHE, B. Rendimiento de maíz en milpas de campesinos, *Red Gestión de Recursos Naturales*, v. 5, p. 22-31, 1996.

VEIGA, J. E. da. Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

WANDERLEY, M. de N. B. Raízes históricas do campesinato brasileiro. In: TEDESCO, J. C. (Org.). *Agricultura familiar: realidades e perspectivas*. Passo Fundo: EDIUPF, 1999.

Benefícios econômicos do cultivo do gergelim irrigado do assentamento de Canudos, em Ceará-Mirim (RN)

*José Américo de Souza Grilo Júnior⁴
Pedro Vieira de Azevedo⁵*

A água é um recurso natural finito e essencial à vida, como componente bioquímico dos seres vivos, como meio de vida de várias espécies, como elemento representativo de valores sociais e culturais, além de ser importante fator de produção no desenvolvimento de diversas atividades econômicas, destacando aqui a atividade agrícola. Assim, ela tem se constituído num dos recursos naturais mais importantes para o desenvolvimento da

4 Graduado em Matemática e em Engenharia Civil (Universidade Federal do Rio Grande do Norte), mestre em Engenharia Sanitária (Universidade Federal do Rio Grande do Norte) e doutor em Recursos Naturais (Universidade Federal de Campina Grande). Professor doutor no Instituto Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: jose.junior@ifrn.edu.br.

5 Graduado em Agronomia (Universidade Federal da Paraíba), mestre em Meteorologia (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e doutor em Bioengenharia (University of Nebraska-Lincoln). Professor Associado III da Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: azevedopedrovieira@gmail.com.

agricultura do mundo, uma vez que as novas tecnologias para aumento de produtividade das áreas agrícolas dependem de sua disponibilidade. Exemplo disso tem sido com a cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.) que, mais recentemente tem se difundido no semiárido nordestino, como mais uma fonte de alimento para o consumo humano, e que tem requerido, em média, 600 mm desse recurso natural, por cada ciclo de cultivo.

Essa cultura originada da África, é considerada uma das mais antigas oleaginosas utilizadas pela humanidade, com registro de cultivo anterior a 4.300 a.C, em países como Irã, Egito, Índia e China (ARRIEL, 2007).

A cultura do gergelim foi introduzida no Brasil pelos portugueses no século XVI, durante a colonização, trazida da Ásia tropical. É uma planta anual ou perene, dependendo da cultivar, de altura variável, entre 0,5 m e 3,0 m, com razoável nível de heterofilia, folhas pecioladas, pubescentes, flores completas e axilares, gamopétalas e zigomorfas, com fruto tipo cápsula e de deiscência loculicida (MAZZANI e HOROVITZ, 1983).

As raízes são pivotantes, formando um sistema axonomorfa. A taxa de crescimento das raízes, no início do desenvolvimento, é lenta; a planta se desenvolve melhor em solos de textura leve; é resistente à seca, devido a seu extenso sistema radicular; e é extremamente sensível à falta de oxigênio no solo (BRASIL, 2008).

O gergelim pode produzir com um mínimo de precipitação pluvial (300 mm) bem distribuído, mas a faixa ótima está entre 500 mm e 650 mm (ARRIEL, 1998). A espécie prefere solos profundos com textura franca, bem drenados e de boa fertilidade natural (macro e micronutrientes), e não tolera solos salinos (PEREIRA, 2003).

A planta pode crescer ou desenvolver-se em tipos diversos de solos, sem atingir a plenitude observada nos solos preferenciais. Os solos devem apresentar reação neutra, pH próximo a 7, não tolerando a planta, aqueles que têm pH abaixo de 5,5 ou acima de 8,0. É extremamente sensível à salinidade e à alcalinidade (ARRIEL et al., 2009). No que se refere à salinidade da água, a cultura do gergelim é extremamente sensível, ocorrendo uma redução em

seu desenvolvimento se à água de irrigação contiver altos teores de sais (BELTRÃO, 2001).

Nos últimos anos, o gergelim tem despertado o interesse de novos produtores e empresários brasileiros que buscam uma cultura alternativa e economicamente viável para alimentação e exploração agrícola (BELTRÃO, 2001). Como opção de cultivo para as áreas de sequeiro do Nordeste, e até irrigadas, tem-se a cultura do gergelim com possibilidades reais de produzir mais de 2.500 kg de sementes por hectare (ARRIEL; FIRMINO; VIEIRA; 1998).

Cabe ressaltar que a cultura do gergelim se insere tanto nos tradicionais sistemas de cultivo como na agricultura sustentável e orgânica (LIMA, et al., 2011). Além disso, possibilita aos produtores e suas famílias melhorarem sua renda, através da venda de seus produtos e utilizá-los como fonte de alimento, motivo pelo qual se constitui em uma das alternativas que pode manter os produtores e suas famílias no campo, visto que nessas atividades os produtores utilizam mão de obra familiar (BRASIL, 2008).

Dessa forma, a produção do gergelim é em geral desenvolvida por pequenos e médios agricultores, exerce uma apreciável função econômica e social, uma vez que ele é cultivado basicamente para a produção de grãos. Essa oleaginosa é uma cultura muito importante para os pequenos produtores e assentados no Brasil, pois gera renda, emprego e fixa o homem no campo, e sua comercialização está crescendo a uma média de 15% ao ano (BRASIL, 2005).

A escolha da cultura agrícola objeto de estudo, ancora-se nas seguintes razões: está adaptado às condições edafoclimáticas do Nordeste do Brasil, ou seja, as temperaturas médias ideais para o crescimento e desenvolvimento da planta situam-se entre 25 e 30 °C; tem ciclo curto, em torno de 90 dias; requer exigência hídrica em torno de 600 mm; e desenvolve-se bem em altitudes médias abaixo de 500 m.

O assentamento de Canudos área física objeto do estudo já explora a atividade de piscicultura através de 06 tanques de criação de tilápia. Ao final do ciclo produtivo a água residuária resultante (o rejeito) é lançado no solo poluindo o meio ambiente. Por outro

lado, o assentamento já explora várias culturas agrícolas, (mamão, banana, etc.), irrigadas com água subterrânea, com viabilidade econômica da introdução do cultivo do gergelim no assentamento e na região de Ceará-Mirim, utilizando as águas do rejeito dos tanques de piscicultura.

Perante a problemática citada, este trabalho visa criar subsídios técnicos e teóricos para uma maior integração entre agricultura irrigada e piscicultura, de modo a reduzir os impactos ambientais no solo, aumentando a produtividade do cultivo do gergelim, aproximando esta atividade da sustentabilidade.

Em se tratando do aproveitamento de efluentes são escassos os estudos que visam a quantificação do custo de produção e a rentabilidade do cultivo do gergelim irrigado com águas provenientes da piscicultura, como alternativa agrícola para a região nordestina. No entanto, essa atividade deve obedecer aos princípios da sustentabilidade econômica, sanitária e ambiental, garantindo retorno financeiro sem riscos à saúde humana nem impactos ao meio ambiente.

Portanto, o presente estudo visa avaliar os principais benefícios econômicos da cultivar BRS Seda, na Agrovila de Canudos em Ceará-Mirim-RN, irrigada com água de diferente qualidade. Especificamente, tem a finalidade de examinar os custos de produção e a rentabilidade da produção de grãos, quando irrigado com água subterrânea e com a água residuária dos tanques de piscicultura; bem a produtividade do gergelim irrigado, ressaltando os indicadores de produtividade.

DESCRIÇÃO E LOCALIZAÇÃO DO ASSENTAMENTO DE CANUDOS

Este estudo foi realizado na Agrovila Canudos, distante 23 quilômetros do município de Ceará-Mirim-(RN). A agrovila faz parte do assentamento Rosário, onde 40 famílias vivem das atividades de agricultura, pecuária e piscicultura.

O município de Ceará-Mirim situa-se na mesorregião Leste Potiguar e na microrregião Macaíba, limitando-se com os municí-

pios de Barra de Maxaranguape, São Gonçalo do Amarante, Ielmo Marinho, Taipu e com Extremoz e o Oceano Atlântico. Abrangendo uma área de 726 km², equivalente a 1,40% da superfície estadual.

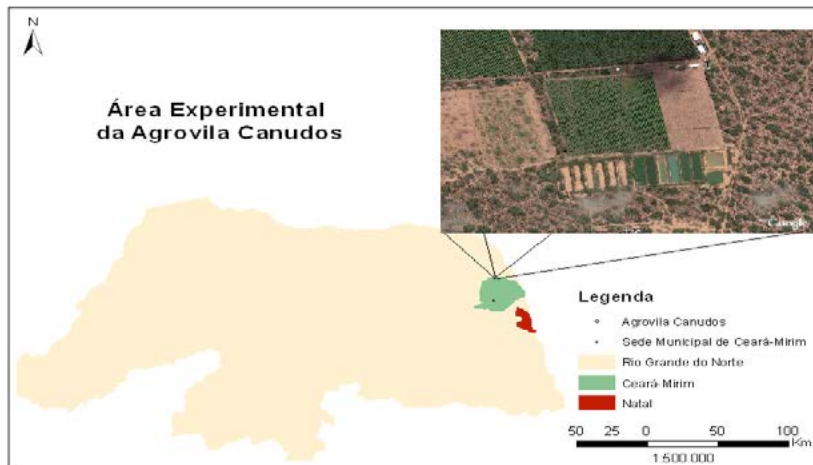
O assentamento Canudos tem 11 anos de fundação e ocupa uma área de 1.622 ha, da qual 20% é destinada para reserva florestal. As principais atividades desenvolvidas na agrovila são: o mamão papaya em 7,5 ha; a banana pacovan em outros 7,5 ha; a piscicultura distribuída em 06 tanques que produzem 20.400 kg por ciclo de seis meses, e recentemente foi implantado o cultivo do gergelim BRS Seda em 0,5 ha.

ÁREA EXPERIMENTAL DO ESTUDO

A pesquisa foi do tipo experimental de campo. Os experimentos foram realizados na agrovila de Canudos, situada nas coordenadas geográficas latitude 5°28'S e longitude 36°25'W, altitude média de 44 m. A climatologia da região apresenta as seguintes médias anuais: precipitação = 1.535 mm; evapotranspiração potencial = 1.700 mm; temperatura do ar = 25,3° C; insolação anual = 2.700 horas; umidade relativa do ar = 79% (BRASIL, 2005). A classificação do clima, segundo Thornthwaite e Matter (1957) é do tipo C1A'Sa': seco, subúmido e megatérmico, com período chuvoso nos meses de março, abril e maio

O assentamento Rosário está localizado no município de Ceará-Mirim, nordeste do estado do Rio Grande do Norte é constituído por duas agrovilas, denominadas Rosário e Canudos. A área disponível para uso dos assentados na Agrovila de Canudos, excluídas as áreas de reserva, é 994 hectares. O tamanho médio disponível para cultivo, por família, é de 8,28 hectares. A Agrovila de Canudos situa-se a 23 km da cidade de Ceará-Mirim (RN). Nela vivem 40 famílias, cujas atividades são agricultura, pecuária e piscicultura. A figura 1 mostra a localização geográfica da Agrovila de Canudos e o local onde foi plantado o gergelim.

Figura 1 – Visualização da área da Agrovila de Canudos, Ceará-Mirim/RN utilizada com piscicultura e agricultura irrigada, evidenciando a área a ser usada com o cultivo do gergelim



Fonte: Grilo Junior (2013).

EXPERIMENTO DE CAMPO

O experimento de campo foi realizado em uma área de 0,5 ha, dos quais, em 0,25 ha o gergelim foi irrigado com água do lençol freático e, em 0,25 ha com água do rejeito dos tanques de piscicultura, no período chuvoso e no período seco. O sistema utilizado para irrigação com água do lençol freático foi localizado, do tipo gotejamento, e a vazão dos gotejadores era de 1,0 L/h. Na linha principal, foi utilizada uma tubulação de 50 mm e, nas linhas secundárias, mangueiras de polietileno de 12 mm. O manejo de irrigação foi realizado, periodicamente, com turno de rega de 01 dia. Antes da semeadura, foi efetuada uma irrigação em toda a área para levar o solo à capacidade de campo; após a semeadura, foi aplicada diariamente, uma irrigação com pequena lâmina, em torno de 5 mm/dia, para assegurar uma boa germinação das sementes. A irrigação na área do rejeito foi feita por aspersores da

marca Agropolo NY25, cuja pressão de serviço é igual a 20 mca, precipitação de 5 mm/h, com diâmetro do bocal de 5,20 mm x 3,40 mm e alcance máximo de 18 m. Para o acompanhamento do nível de umidade do solo foram instalados dois tensiômetros (Figura.2) para cada ciclo de cultivo, distribuídos por toda a área, visando-se a uma melhor representatividade. Esses instrumentos foram colocados nas profundidades de 10 cm e 20 cm onde se encontra a maior parte das raízes efetivas na absorção da água pela cultura do gergelim. Com leituras realizadas a diferentes profundidades, é possível identificar se o solo está suficientemente seco, para reinício das irrigações, ou suficientemente úmido, para interrompê-la. De acordo com Marouelli (2008), geralmente quando o tensiômetro indica uma pressão de 20 a 60 cbar, o teor de água no solo é adequado à maioria das culturas.

Figura 2 – Tensiômetro com escala graduada para monitorar a irrigação



Fonte: Grilo Junior (2013).

Antes da sementeira, um trator fez a escarificação do solo e duas gradagens cruzadas, utilizando-se uma grade niveladora. Em seguida, foi realizada a abertura de sulcos e a sementeira do ger-

gelim. O grão do gergelim foi semeado com uma distância de 70 cm entre linhas e de 15 cm entre plantas, e a uma profundidade média de 2 cm. O desbaste foi realizado em duas etapas: a primeira quando as plantas estavam com 4 folhas (pré-desbaste), e a segunda quando estavam com 15 cm de altura (desbaste definitivo).

Depois da adubação o solo foi irrigado até se encontrar na capacidade de campo. A adubação química de fundação foi realizada conforme análise do solo com as seguintes quantidades: 100 Kg de sulfato de amônio, 31 Kg de MAP, 60 Kg de sulfato de potássio, recomendada mediante análise do solo. Depois de trinta dias será utilizada uma adubação de cobertura com mais 100 Kg de nitrogênio em forma de sulfato de amônio.

O tipo de solo da área experimental é areia quartzosa distrófica. As análises de fertilidade do solo foram realizadas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN).

Considerando à análise do solo, a adubação de fundação utilizou esterco de caprino, na proporção de 5 m³ por hectare, enquanto na adubação química de fundação, foram utilizados: 50 kg de sulfato de amônio, 31 kg de fosfato monoamômico (MAP), 60 kg de sulfato de potássio e 20 kg de FTE BR8. Trinta dias após a semeadura, foi utilizada uma adubação de cobertura, com mais 50 kg de nitrogênio em forma de sulfato de amônio.

A cultura gergelim foi irrigada com água subterrânea e com a água proveniente e do rejeito dos tanques de piscicultura. Suas características estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Características das águas de irrigação

Parâmetro	Água Subterrânea	Água de rejeito
pH	6,05	6,60
Condutividade elétrica (dS.m ⁻¹)	0,07	0,10
RAS (mmol.L ⁻¹) ⁰⁵	0,85	1,25
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	0,0	50

Fonte: Grilo Junior (2013).

Fez-se capina manual, usando-se enxada, durante os primeiros 45 dias após a emergência das plântulas, com o mínimo de duas capinas ao longo do ciclo, visando-se manter a lavoura livre de plantas daninhas e de insetos.

COLETA DO MATERIAL DO SOLO

Para amostragem do solo em campo, foi utilizado um sistema em forma de Z, retirando-se amostras do solo na profundidade de 10 cm a 20 cm, com um trado de aço ($\Phi=50$ mm). Para cada coleta, foram retiradas dez amostras do solo, as quais foram misturadas para se obter uma amostra composta. O solo foi classificado quanto a textura, características físico-hídricas, pH, capacidade de campo, ponto de murcha permanente e densidade aparente, e foi feita a determinação dos macronutrientes (N, P, K), Ca, Mg, S e os micronutrientes B, Fe, Zn, Mg e Mn. As análises foram realizadas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN).

CULTIVAR UTILIZADA NO EXPERIMENTO

A cultura utilizada foi o gergelim de cor branca, denominado BRS Seda, desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Algodão) em 2007, e cujas principais características são: ciclo de 85 a 89 dias, início da floração aos 35 dias, produtividade média de 1.000 kg/ha, teor de óleo entre 50 e 53%, tolerância a seca e resistência às principais doenças da cultura (BRASIL, 2007). A figura 2.3 é uma fotografia do gergelim BRS Seda na fase de floração e enchimento dos grãos.

Figura 3 – Fotografia do gergelim BRS Seda, no estágio de floração, com as cápsulas em período de formação.



Fonte: Grilo Junior (2013).

EFICIÊNCIA ECONÔMICA DO GERGELIM, CULTIVAR BRS SEDA

A eficiência econômica foi obtida com base no cálculo da relação benefício/custo (RBC) de cada um dos tratamentos testados, e a taxa marginal de retorno (TMR) obtida a partir da aplicação dos diferentes tratamentos utilizados na irrigação do gergelim, cultivar BRS Seda.

Para realização da análise física e econômica da produção, foram coletadas as informações referentes a quantidade e custo dos insumos, custo da mão de obra utilizada e custo com a energia. Para isso, foram obtidas as seguintes variáveis: P_i – preço unitário de venda da semente do gergelim (R\$.kg⁻¹); P_{Di} – Produção obtida com cada tratamento em (kg.ha⁻¹); CT_i – Custo total em cada tratamento (R\$.ha⁻¹); RB_i – Renda bruta auferida para cada tratamento (R\$.ha⁻¹); RL_i – Renda líquida obtida por cada tratamento (R\$.ha⁻¹); RBC – Relação benefício custo; TMR – Taxa marginal de retorno.

O custo total correspondeu a todos os custos de produção, ou seja: custos com insumos somados aos custos com mão de obra e os custos com energia, que variaram em função dos experimentos realizados. Portanto, o custo total foi determinado a partir da seguinte expressão:

$$CT = CINS + CMO + CEN, \quad (2.1)$$

onde: C_{INS} corresponde ao custo dos insumos utilizados; C_{MO} , ao custo com mão-de-obra, CEN ao custo com energia gasta no processo.

O valor do custo com energia foi calculado pela expressão $E = P \cdot t \cdot f$ em que P é a potência da bomba instalada e t é o tempo em que o sistema funcionou durante todo o ciclo da cultura e f é um fator que depende do preço de energia cobrado pela concessionária, relativo ao bombeamento da água para irrigar um hectare, com o sistema de irrigação instalado.

Com base nestes parâmetros, foram calculadas a renda bruta (R_{Bi}) e a renda líquida (R_{Li}) para cada um dos tratamentos estudados, utilizando-se as seguintes expressões:

Para renda bruta:

$$RB_i = P_i \cdot PD_i \quad (2.2)$$

Para renda líquida:

$$RLI = RBi - CT_i \quad (2.3)$$

A relação benefício/custo (RBC), resultante da razão entre os benefícios auferidos pelo sistema de produção e o custo total do sistema, é dada pela expressão:

$$RBC_i = \frac{RB_i}{CT_i}$$

(2.4)

Com relação à taxa marginal de retorno (TMR), dada em percentagem, pode ser definida pela relação entre a diferença de

renda líquida (RLi) auferida entre dois tratamentos em relação ao custo dependente dos tratamentos (CDTi) entre dois tratamentos testados, pode ser determinada pela equação:

$$\text{TMRi} = \text{RLi} / \text{CDTi}$$

(2.5)

RESULTADOS E DISCUSSÃO DO ESTUDO

Os resultados da pesquisa evidenciam que estudos de cultivares de gergelim indicam uma forte correlação do rendimento com os componentes: peso de mil sementes, peso de grãos e número de cápsulas por planta. O número de cápsulas está ligado diretamente à produtividade do gergelim, assim como a emissão de ramos produtivos. De acordo com Arriel (1999), existe uma grande correlação entre o número total de frutos por planta e o rendimento, o que sugere que o aumento do número de frutos por planta contribui para o incremento na produção. Os resultados referentes a todas essas variáveis, apresentados na Tabela 4.6, estão dentro da média, quando comparados aos de outras experiências com o gergelim, como os realizados por Queiroga e Silva (2008), que obtiveram um valor de 3,40 g para massa de 1.000 sementes utilizando a mesma cultivar.

Em relação ao número de cápsulas por planta, Mesquita (2010) através da fertiirrigação, em uma área de 12 x 43 m, com doses estimadas de 125 kg/ha de nitrogênio, encontrou um valor médio de 143 cápsulas, valor superior aos encontrados nesse experimento. Vieira (1994) relata que, em período crítico de competição de plantas daninhas e da adubação nitrogenada na cultura do gergelim, em regime de sequeiro, cada planta produziu, em média, 70 cápsulas, enquanto Beltrão et al. (1994), utilizando diferentes configurações de plantio em três cultivares de gergelim, obtiveram valores médios variando de 102 a 135 cápsulas por planta. Nesse experimento o que contribuiu para a maior produtividade do gergelim BRS Seda, foram o número de ramos produtivos por planta. Observa-se ainda pela Tabela 2, que o número de cápsulas nas plantas irrigadas com água do rejeito foi 35% superior daquelas irrigadas com água do lençol freático.

Tabela 2 – Valores médios do número de cápsulas e pesos de grãos e de mil sementes por planta nos dois tratamentos

Variáveis	Nº de cápsulas		Peso de grãos (g)		Massa de mil sementes(g)	
	Água do lençol freático	Água do rejeito	Água do lençol freático	Água do rejeito	Água do lençol freático	Água do rejeito
Valores médios	95,40	132,40	20,40	24,40	3,40	3,50

Fonte: Grilo Junior (2013).

No que se refere as massas verde e seca da cultivar, inicialmente foi avaliada a massa verde do caule, dos ramos, das folhas e de amostras de cápsulas do gergelim ao final do ciclo vegetativo nos dois locais onde foram plantados. Os valores médios se encontram na tabela 3. Como a quantidade de plantas na área foi de 47.620, obtiveram-se em média, 4.700 kg de massa seca de caule, e 3095 kg de massa seca de cápsulas que foram utilizados com cobertura morta no cultivo do mamão e essa massa pode ser aproveitada como ração animal na Agrovila. Tanto para massa verde como para massa seca, houve um aumento de peso do caule, ramos, folhas e 100 cápsulas (Tabela 3).

Tabela 3 – Massa verde e seca total das partes da planta do gergelim, cultivar BRS Seda

Item	Peso das partes da planta (em gramas)			
	Caule	Ramos	Folhas	100 Cápsulas
Massa verde do gergelim (1)	405,32	160,45	150,70	215,40
Massa verde do gergelim (2)	412,40	175,46	160,45	225,37
Massa seca do gergelim (1)	105,31	32,15	32,54	60,54
Massa seca do gergelim (2)	110,49	36,97	38,72	65,67

- irrigado com água subterrânea (2) – irrigado com água do rejeito

Fonte: Grilo Junior (2013).

A produtividade dos grãos do gergelim é a variável mais importante para se avaliar se uma cultura é viável do ponto de vista econômico. O resultado obtido neste experimento foi de 1.400 kg/ha quando o gergelim foi irrigado com água do lençol

freático e de 1.600 kg/ha quando irrigado com água do rejeito. Esses resultados são superiores aos encontrados por Pereira et al. (2002), trabalhando com a cultivar CNPA G-3. Os referidos autores conseguiram uma produtividade média de grãos de 757 kg/ha. Perin et al. (2010), em experimento de campo, obtiveram uma produtividade média de 842,43 kg/ha, enquanto Mesquita (2010), através de estudos em casa de vegetação com o gergelim, obteve uma produtividade de 1.000 kg/ha aplicando uma dose de 125 kg/ha via fertirrigação. Esses valores são bem inferiores aos encontrados neste experimento. No entanto, Lima (2011), em uma área de 15 m², na Estação Experimental da Embrapa Algodão em Barbalha/CE, utilizando o gergelim da linhagem LSGI-5, com espaçamento de 10 cm entre plantas por 60 cm entre fileiras, com apenas 70 cápsulas por planta, estimaram para uma população de 400.000 plantas por hectare, uma produtividade de 2.929 kg/ha. Obviamente, esses dados não são representativos, haja vista que foram obtidos em condições muito limitadas (15 m² de área experimental e uma amostra de apenas 70 cápsulas).

Por sua vez, os resultados da pesquisa apontam que o conhecimento dos custos de produção torna-se essencial para o gerenciamento de qualquer atividade que busque ser competitiva no mercado. As informações sobre a quantificação dos custos de produção em cada etapa do processo no setor agropecuário possibilitam ao produtor compreender a representatividade dos processos no resultado final do ciclo, evitando gastos desnecessários e potencializando sua lucratividade. Observam-se pelos dados das tabelas 4 e 5, os custos com a mão de obra e com os insumos no cultivo do gergelim BRS Seda na agrovila de Canudos, em Ceará-Mirim (RN).

Tabela 4 – Custo com mão de obra e serviços para o cultivo do gergelim BRS Seda, irrigado com água subterrânea e com o rejeito da piscicultura para 0,25 ha

Discriminação dos serviços	Quant.	Unidade	Valor unitário	Valor parcial
Corte de Terra	0,25	ha	150,00	50,00
Sucamento	0,25	ha	100,00	25,00
Adução de Fundação	04	diária	25,00	100,00
Semeadura	02	diária	25,00	50,00
Desbaste	06	diária	25,00	150,00
Adução de Cobertura	02	diária	25,00	50,00
Capinas manuais	06	diária	25,00	150,00
Colheita	04	diária	25,00	100,00
Beneficiamento	0,25	ha	150,00	150,00
Total				R\$ 825,00

Fonte: Grilo Junior (2013).

Tabela 5 – Custos com Insumos para o cultivo do gergelim, BRS Seda, irrigado com águas de diferente qualidade para 0,25 ha

Insumos	Quant.	Unidade	Valor unitário	Valor parcial
Adução orgânica	1,25	m ³	100,00	125,00
Cloreto de Potássio	30	Kg	1,05	31,50
Sulfato de Amônio	50,00	kg	1,10	55,00
Fosfato Monoamônico	25	kg	1,40	35,00
FTE BR 8	25	kg	2,00	50,00
Total				R\$ 296,50

Fonte: Grilo Junior (2013).

Além do mais, o custo de energia foi calculado utilizando a expressão: $E = P \times t \times f$ em que P é a potência do motor que irrigou a área e t é o tempo em o sistema ficou irrigando em todo ciclo da cultura. O preço do quilowatt. hora irrigado, de 21 h até 5 horas da manhã, é de R\$ 0,19, então a energia consumida foi de $(5 \times 735 \text{ W}) \times (150 \text{ h}) \times (0,19)$, portanto resultou em um valor de R\$ 99,75, portanto o custo total é a soma do custo de mão de obra somado ao custo de insumos o custo de energia que resultou em R\$ 1221,25. De acordo com a figura 4, nota-se que o valor da mão de obra representa 68% do valor do custo de produção, seguido pelos insumos que representaram 24% e a energia 8% do total.

Figura 4 – Custos médio de produção do gergelim BRS Seda, irrigado com água subterrânea e com água do rejeito da piscicultura



Fonte: Grilo Junior (2013).

A receita bruta correspondeu ao preço unitário de R\$ 8,00 multiplicado pela quantidade produzida, que foi em média de 350 kg, com água do lençol freático e 400 kg utilizando-se a água dos tanques de piscicultura, isso gerou uma receita bruta de R\$ 2.800,00 e R\$ 3.200,00 respectivamente. Portanto o lucro líquido foi de R\$ 1578,75 e R\$ 1978,75 em 0,25 ha. Considerando-se os dados apresentados nessa pesquisa, conclui-se que a cultura do gergelim sob o ponto de vista econômico poderá ser consolidado nos meios produtivos de Canudos, e posteriormente se expandir a toda Microrregião de Ceará-Mirim.

Em se tratando da relação benefício/custo (RBC), resultante da razão entre os benefícios auferidos pelo sistema de produção e o custo total do sistema, é dada pela expressão:

$$RBC_i = \frac{RB_i}{CT_i}$$

(3.1)

Portanto, para a água do lençol freático tem-se: $R\$ 2.800,00/1.221,25 = 2,29$, e para água do rejeito $R\$ 3.200,00/1.221,25 = 2,62$.

Com relação a taxa marginal de retorno (TMR), dada em percentagem, pode ser definida pela relação entre a diferença de renda líquida (RLi) auferida entre dois tratamentos em relação ao custo dependente dos tratamentos (CDT) entre dois tratamentos testados, pode ser determinada pela equação:

$$TMR = RLi/CDTi$$

(3.2)

A taxa marginal de retorno para o tratamento que utilizou a água do lençol freático foi igual a $1.578,75/1.221,25$ que corresponde a 1,29. Enquanto para o tratamento em que se utilizou a água oriunda do rejeito dos tanques de piscicultura, a taxa marginal de retorno foi de $1.978,75/1.221,25 = 1,62$. Portanto, o tratamento em que se utilizou a água do rejeito foi superior ao tratamento utilizando a água do lençol freático. Dessa forma conclui-se que para cada real investido obteve-se um lucro de $R\$ 0,29$ utilizando-se a água do lençol freático, enquanto para o tratamento em que se utilizou a água do rejeito obteve-se um lucro líquido de $R\$ 0,62$ para cada real investido. Isso demonstra que a irrigação da cultura do gergelim com águas dos tanques além de ser economicamente viável é ecologicamente correto, uma vez que economiza-se água do lençol freático.

Em relação ao estado nutricional e ao teor de óleo das sementes do gergelim BRS Seda, pode-se visualizar a composição nutricional na tabela 6, com os macronutrientes e micronutrientes, assim como o percentual de proteína bruta e o teor de óleo.

Os teores de óleo e proteínas das sementes do gergelim são altos, variando de 44–58% e 19-25%, respectivamente, segundo Epstein (2000). Os valores encontrados nesse experimento, na agrovila de Canudos, estão compilados na tabela 6, e estão de acordo com os resultados da pesquisa acima citada.

Firmino e Beltrão (1997) determinaram a composição do gergelim e encontraram em média por cada 100 g, os seguintes valores: cálcio 1200 mg, potássio 400 mg, fósforo 540 mg e ferro 9,6 mg/kg. Em relação aos macronutrientes (N, P e K) os resultados dessa pesquisa são todos superiores aos descritos pelos pesquisadores. No entanto, em relação ao ferro, o valor encontrado pelos pesquisadores é superior ao encontrado na pesquisa em curso.

Tabela 7 – Macronutrientes e micronutrientes nas sementes do gergelim BRS Seda, irrigado na Agrovila de Canudos, em Ceará-Mirim (RN)

Item	Macronutriente (g.kg ⁻¹)					Micronutrientes (mg.kg ⁻¹)						
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Zn	Cu	Fe	Mn	Teor de óleo	Proteína bruta
Água do lençol	41,7	8,2	3,7	12,2	1,73	0,25	57	25	76	24	50%	21%
Água do rejeito	42,4	8,4	4,6	13,1	1,58	0,35	59	26	80	25	52%	23%

Fonte: Grilo Junior (2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos com o experimento de campo da cultura do gergelim, cultivar BRS Seda, na Agrovila de Canudos situada em Ceará-Mirim-RN, irrigado com água do lençol freático e do rejeito de tanques de piscicultura, permitem algumas considerações finais ou conclusões. Primeiramente, a de que houve viabilidade econômica do cultivo do gergelim BRS Seda. Essa viabilidade ficou demonstrada pela rentabilidade da cultivar do gergelim. A produção média de grãos foi maior (1.600 kg/ha) usando água do rejeito dos tanques de piscicultura do que com água do lençol freático (1.400 kg/ha). Esses valores são importantes indicadores de benefícios econômicos e sociais para os assentados. O teor de óleo nas sementes variou de 50 a 52% e o teor de proteína bruta de 21% a 23%;

Em seguida, em relação aos custos de produção do gergelim irrigado, pode-se afirmar que 68% são custos de mão de obra, 24% de insumos e 8% de energia. A taxa de retorno do tratamento irrigado com água do rejeito dos tanques de piscicultura é superior (1,62) àquela para o tratamento irrigado com água do lençol freático (1,29). Dessa forma, conclui-se que, para cada real investido, obtém-se um lucro líquido de R\$ 0,62 utilizando-se água do rejeito e de R\$ 0,29 usando-se água do lençol freático. Isso demonstra que a irrigação da cultura do gergelim com água dos tanques de piscicultura, além de ser economicamente viável é ecologicamente correto, uma vez que economiza-se água do lençol freático;

Além disso, a produção média de grãos foi maior (1.600 kg/ha) usando água do rejeito dos tanques de piscicultura do que com água do lençol freático (1.400 kg/ha). Esses valores são importantes indicadores de benefícios econômicos e sociais para os assentados. O teor de óleo nas sementes variou de 50 a 52% e o teor de proteína bruta de 21% a 23%;

Por fim, o cultivo do gergelim BRS Seda, na agrovila de Canudos em Ceará-Mirim (RN), veio incorporar novos conhecimentos técnicos e práticos para os agricultores que melhoraram a preservação e a sustentabilidade do meio ambiente. Aliados a isso, as condições edafoclimáticas contribuíram para a boa produtividade da cultura do gergelim, BRS Seda, naquela região. Trata-se de uma cultura economicamente viável, podendo constituir-se em fonte alternativa de geração de emprego e renda para as famílias dos pequenos produtores da agrovila e da microrregião de Ceará-Mirim (RN), e conseqüentemente, para melhoria da qualidade de vida dos agricultores.

REFERÊNCIAS

APHA. Standard methods for the examination of wastewater. Washington: APHA-AWWA-WPCF, 2005. p. 1000.

ARRIEL, N.H.C.; FIRMINO, P. T.; BELTRÃO, N.E. M. Gergelim: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 209.

ARRIEL, N. H. C.; FIRMINO, P.T.; BELTRÃO, N. E. M.; SOARES, J. J.; ARAÚJO, A .E.; SILVA, A. C.; FERREIRA, G.B. A cultura do gergelim. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007, 72p. (Cartilha Plantar, 50).

ARRIEL, N. H. C.; VIEIRA, D. J.; FIRMINO, P.T. Situação atual e perspectivas da cultura do gergelim no Brasil. Campina Grande: EMBRAPA, 1998. Disponível em: <www.cpatsa.embrapa.br>. Acesso em: 14 mar. 2012.

BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, J. G. ; PEREIRA, J. R. Fitologia. In: BELTRÃO, N. E. M.; VIEIRA, D.J. O agronegócio do Gergelim no Brasil. Brasília: Embrapa Comunicações para transferência de Tecnologia, 2001. cap.3, p.37- 57.

BELTRÃO, N. E. M. Importância da cultura do gergelim para região Nordeste. CNPA Informa. Gergelim: nova alternativa para o semiárido nordestino. n. 19, p.5, dez. 1994.

BELTRÃO, N.E.M.; NOBREGA, L.B.; AZEVÊDO, D.M.P. ; SILVA, L.C.; ARAUJO, J.D.; SILVA, M.B.; DIAS, J.M. Configurações de plantio e cultivares na sésamocultura no Nordeste brasileiro. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. Relatório técnico anual. Campina Grande, 1994. p.457-459.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://w.w.w.mma.gov.br>> Acesso em: 25 jul. 2011.

_____. Ministério das Minas e Energia. Projeto de fontes de abastecimento por água subterrânea no Estado do Rio Grande do Norte: diagnóstico do município de Ceará-Mirim (RN). Brasília: MME, 2005.

_____. EMBRAPA ALGODÃO. Produção de gergelim orgânico nas comunidades de produtores familiares de São Francisco de Assis do Piauí e outros. Campina Grande: EMBRAPA, 2008.

_____. EMBRAPA ALGODÃO. Cultivo do gergelim. Campina Grande: EMBRAPA, 2006. Disponível em:<sistemas.de.produção.cnptia.embrapa.br> Acesso em: 20 fev. 2012.

FIRMINO, P. T.; BELTRÃO, N. E.M. Valor protéico das sementes de gergelim(Sesamun indicum L.) cultivar CNPA G-2. Campina Grande: EMBRAPA CNPA,1997. 4p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Aquiculture production. Disponível em : < [http:// www.fao.org](http://www.fao.org) >. Acesso em: 23 mar. 2012.

GRILO JUNIOR, J. A. de S. Avaliação dos benefícios socioeconômicos e ambientais do cultivo de gergelim irrigado no assentamento de Canudos, em Ceará-Mirim (RN). 2013. 95f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, PB, 2013.

LIMA, V.I. Crescimento e produção de gergelim cv. G3 em função de zinco e boro. 2006. 72f. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2006.

LIMA, F.V.; PEREIRA, J.R.; ARAÚJO, W.P.; ALMEIDA, S.A.B.; LEITE, A.G. Definição de espaçamentos para o gergelim irrigado. Revista Educação Agrícola Superior, ABEAS, v.26, n.1, p.10-16, 2011.

MARQUELL, W. A. Tensiômetros para controle de irrigação em hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. (Circular Técnica nº57).

MAZZANI, B.; HOROVITZ, M. Base genética del mejoramiento del Sesamum indicum L. de frutos indeiscente. Agronomic Tropical, v. 2, n. 3, p. 197-205,1983.

MESQUITA, J. B. R. Manejo da cultura do gergelim submetida a diferentes lâminas de irrigação, doses de nitrogênio e de potássio pelo método convencional e por fertirrigação. 2010. 82f. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

PEREIRA, E. W. L.; AZEVEDO, C. M. S. B.; LIBERALINO FILHO, J.; DUDA, G.P. Utilização de efluente de viveiro de peixes na irrigação de alface cultivada em diferentes tipos de substratos. Revista Caatinga, Mossoró-RN, v.16, n. 1, p.57-62, dez. 2003.

PEREIRA, R.P.; BELTRÃO, N. E.M; ARRIEL, H.CA. ; SILVA, E.S.B. Adubação orgânica do gergelim no Seridó Paraibano. Revista de Oleaginosas e fibrosas. Revista de Oleaginosas e Fibrosas, v.6, n.3, p.599-608, 2002.

PERIN, A.; CRUVINEL, J. D.; SILVA, W. J. Desempenho do gergelim em função da adubação NPK e do nível de fertilidade do solo. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v. 32, n.1, p. 93-98, 2010.

QUEIROGA, V. P.; SILVA, O. R. R. F. Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. p. 142. (Embrapa Algodão. Documentos, 203).

RINCÓN, C. A.; SALAZAR, N. Descripción de las etapas de desarrollo del ajonjolí. Revista Agronomía Tropical, Maracay, v. 47, n. 4, p. 475-487, 1997.

VIEIRA, D.J.; AZEVÊDO, D.M.P. ; BELTRÃO, N.E.M.; NOBREGA, L.B. Estudo de período crítico de competição de plantas daninhas e da adubação nitrogenada na cultura do gergelim em regime de sequeiro. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. Relatório técnico anual. Campina Grande, p.460- 461,1994.

Sustentabilidade de agroecossistemas familiares de cultivo do abacaxi irrigado versus sequeiro em Touros (RN)

*Gerda Lúcia Pinheiro Camelo⁶
Gesinaldo Ataíde Cândido⁷*

Diante do novo cenário da economia globalizada, o conceito de agricultura familiar emergiu nos estudos acadêmicos na década de 1990, na perspectiva de atender à nova dinâmica que a agricultura estava vivenciando. No Brasil, os agricultores familiares são de fato pequenos agricultores, representando o tamanho das propriedades uma das fortes restrições para o crescimento

6 Graduada em Administração de Empresas e em Ciências Contábeis (Universidade de Fortaleza), mestra em Gestão e Políticas Públicas (Universidade Federal do Rio Grande do Norte) e doutora em Recursos Naturais (Universidade Federal de Campina Grande). Professora do Instituto Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: gerda.camelo@ifrn.edu.br.

7 Graduado em Administração Geral (Universidade Federal da Paraíba), mestre em Administração (Universidade Federal da Paraíba) doutor em Engenharia de Produção (Universidade Federal de Santa Catarina). Professor Titular da Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: gacandido@uol.com.br.

sustentável da agricultura familiar. Outro fator relevante é a aplicação das políticas públicas nos municípios brasileiros por meio do Programa de Desenvolvimento Sustentável de Territórios Rurais (PDSTR) e da articulação de municípios com características semelhantes de solo, clima e vegetação e de comportamentos comuns nos âmbitos social, ambiental e econômico.

A partir de 2003, com a reformulação do Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA) instituída pela gestão federal em vigor na época, criou-se a Secretaria de Desenvolvimento Territorial (SDT), responsável pela gestão do PRONAF. A SDT aliou essa linha de investimento à ideia de desenvolvimento territorial. Dessa forma, a inter-municipalização, ou seja, a interação dos municípios passou a ser valorizada, em detrimento do isolamento municipal (SCHNEIDER, 2004). Entretanto, apesar da política de inter-municipalização, a Secretaria de Informações Territoriais (SIT) apresenta os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável Territorial Rural (IDSTR) por município (BRASIL, 2011).

O município é uma instância decisiva de controle social, mas é insuficiente para responder a um estímulo de desenvolvimento (SCHNEIDER, 2004). É, então, necessária e suficiente a concepção territorial para a aplicação de práticas públicas destinadas ao desenvolvimento sustentável do território. Neste caso específico, o estudo foi realizado no município de Touros – RN, integrante do Território do Mato Grande – RN. Em estudo realizado por Luiz e Ribeiro (2009) sobre os Territórios Rurais do Rio Grande do Norte, o território do Mato Grande é o que se apresenta em pior situação, tendo os piores índices em cinco das seis dimensões – social, demográfica, político-institucional, econômica, ambiental e cultural – analisadas e, logicamente, o pior índice de desenvolvimento sustentável (0,31). Ressalta-se, ainda, que esse território tem o menor desempenho no que diz respeito aos Índices de Desenvolvimento Sustentável dos territórios, contudo levando-se em conta que a agricultura é uma das atividades fundamentais da região, destacam-se, entre as potencialidades de desenvolvimento territorial do Mato Grande – RN, a atividade agrícola familiar e o cultivo do abacaxi, crescente na referida região.

O estado do Rio Grande do Norte é o terceiro produtor brasileiro de abacaxi, com uma produção de 105 milhões de frutos colhidos, em uma área total de 4.000 ha, segundo dados do IBGE (2011). Os municípios de Touros, Pureza e São Miguel do Gostoso, da região do Mato Grande, são responsáveis por 95% da produção do estado. O município de Touros sobressai, com uma produção de 85 milhões de frutos, em uma área plantada de 3.000 ha.

Considera-se, assim que os agroecossistemas de cultivo do abacaxi têm se tornado, no município de Touros – RN, um instrumento de desenvolvimento rural, por meio da atuação direta dos agricultores no sistema de manejo. Neste estudo, foi adotado o modelo Marco para a Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS), proposto por Maser, Astier, Lopez-Ridaura (1999), na década de 1990, por apresentar-se como um ponto de partida para a avaliação de sistemas de manejo de recursos naturais, voltados para agroecossistemas de base familiar. Este estudo teve por objetivo avaliar a sustentabilidade dos agroecossistemas familiares do cultivo de abacaxi, irrigados versus sequeiro mediante aplicação do MESMIS, em Touros – RN.

AGRICULTURA NO CONTEXTO DA SUSTENTABILIDADE

A demanda pelo estabelecimento de agricultura sustentável emerge das disfunções e externalidades dos sistemas de produção apresentadas e difundidas no âmbito dos processos de subordinação da agricultura aos setores industriais, originando o modelo denominado revolução verde, ou modernização da agricultura.

É conhecida a necessidade da formulação de políticas públicas numa perspectiva de solucionar problemas oriundos das relações sociedade-ambiente. Na Conferência de Estocolmo, em 1972, fica evidente para a sociedade moderna a ideia de que os sinais de deterioração emitidos pelo ambiente são inúmeros (GUZMÁN, 1998).

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, em 1992, aprovou

um documento, denominado Agenda 21, que estabelece um pacto pela mudança do padrão de desenvolvimento global para o século XXI.

No Brasil, a criação da Comissão Interministerial de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 norteou a redefinição do modelo de desenvolvimento do país, cuja fundamentação passa pelo conceito de sustentabilidade social e ambiental, com base nas potencialidades e nas vulnerabilidades dos recursos disponíveis no país.

Para a construção da Agenda 21 brasileira foram identificadas áreas temáticas que refletem a complexidade da problemática socioambiental. Dentre os temas centrais da Agenda, está a agricultura sustentável, com as seguintes diretrizes: fortalecimento de mecanismos e instâncias de articulação entre governo e sociedade civil; fortalecimento da agricultura familiar frente aos desafios da sustentabilidade agrícola; incentivo ao planejamento ambiental e ao manejo sustentável dos sistemas produtivos; e incentivo à geração e à difusão de informações e de conhecimentos que garantam a sustentabilidade da agricultura.

A Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OECD), diante das variações nas dimensões sociais, econômicas e ambientais que caracterizam os países e as regiões de um mesmo país, ressalta a dificuldade de se apresentar uma definição concisa para agricultura sustentável. No entanto, considera possível, por meio de consenso, formas sustentáveis de agricultura caracterizadas pela adoção de tecnologias e práticas como: uso de técnicas integradas de manejo, as quais mantêm a integridade ecológica dentro e fora da propriedade; adequação, necessariamente flexível, a locais específicos; preservação da biodiversidade, dos atrativos da paisagem natural e de outros bens públicos não avaliados pelos mercados existentes; lucratividade, para os produtores, em longo prazo; e, por último, eficiência econômica sob o ponto de vista social.

A concepção de agricultura sustentável surge diante da impossibilidade de se dar continuidade às formas de atividades agrícolas vigentes, que vêm exercendo grandes pressões sobre o meio ambiente. Essa mudança de paradigmas na agricultura requer novas maneiras de pensar e novos valores, para que as tendências

autoafirmativas (pensamento racional, analítico, linear e reducionista) da cultura industrial ocidental sejam equilibradas com novas tendências, do tipo integrativo – pensamento intuitivo, sintético, não linear e holístico (CAPRA, 1996).

Agricultura sustentável, sob o ponto de vista agroecológico, é aquela que, tendo como base uma compreensão holística dos agroecossistemas, é capaz de atender, de maneira integrada, aos seguintes critérios: a) baixa dependência de inputs comerciais; b) uso de recursos renováveis localmente acessíveis; c) utilização dos impactos benéficos, ou benignos, do meio ambiente local; d) aceitação e/ou tolerância das condições locais, antes que dependência da intensa alteração ou tentativa de controle sobre o meio ambiente; e) manutenção, em longo prazo, da capacidade produtiva; f) preservação da diversidade biológica e cultural; g) utilização do conhecimento e da cultura da população local; e h) produção de mercadorias para o consumo interno e para a exportação (GLIESSMAN, 1990).

Após essa contextualização teórica da agricultura sustentável, são identificados os desafios, as incoerências, as imprecisões e as ambiguidades presentes nas tentativas de desenvolvimento dessa modalidade de agricultura. As diversidades de interesses perpassam desde a visão economicista de sustentabilidade até os agricultores radicais, que veem na agricultura sustentável oportunidades de mudança no processo produtivo agrário e também em toda a sociedade.

Dentro dessa perspectiva, o Brasil busca um modelo sustentável, e seu setor produtivo agrícola é caracterizado pelo sistema plantation e pelo da agricultura familiar. Ambos vêm buscando a intensificação das atividades agrícolas. Segundo Gliessman (2000), a agricultura em escala global, denominada moderna ou convencional, por meio de técnicas, inovações, práticas e políticas, oportunizou aumento na produção de alimentos, porém intensificou a degradação ambiental, com o mau uso dos recursos naturais, acarretando a destruição do habitat de espécies essenciais para a sobrevivência do planeta.

A Instrução Normativa nº. 01/2009 do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) define, em seu artigo 1º: a) agricultor familiar como sendo um empreendedor familiar rural, aquele que

praticar atividades no meio rural atendendo simultaneamente aos seguintes requisitos: b) não deter, a qualquer título, área menor do que quatro módulos fiscais (o módulo fiscal é uma unidade de medida, também expressa em hectare, fixada em cada município e que foi instituída pela Lei nº. 6.746 de 10/12/79); c) utilizar predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento; c) dirigir seu estabelecimento ou empreendimento com sua família (BRASIL, 2011).

Cassel (2009) afirma que o censo agropecuário de 2005/2006, divulgado em 2009, esclareceu o campo agrário brasileiro, apresentando o setor mais produtivo, gerador de mais empregos e responsável por inserir alimentos mais saudáveis na mesa da população brasileira. Segundo esse autor, mesmo cultivando uma área menor, a agricultura familiar é responsável por garantir a segurança alimentar do país, gerando os principais produtos da cesta básica consumida pelos brasileiros. Diz, ainda, Cassel (2009) que está em curso uma nova dinâmica social e produtiva no campo brasileiro. Na nova dinâmica, em que pequenos e médios produtores são sinônimos de qualidade de vida, apresenta-se uma alternativa concreta que combina: crescimento econômico; luta contra a fome; a pobreza e a desigualdade social; produção de alimentos saudáveis; geração de conhecimento; proteção ao meio ambiente; e a incorporação de milhões de brasileiros e brasileiras ao universo dos direitos.

O desenvolvimento da agricultura familiar pode ser um facilitador para a sustentabilidade territorial e para o desenvolvimento agrícola, sob as diversas dimensões: social, pela redução do êxodo rural; econômica, pelo desenvolvimento da produção, como forma de garantia de sobrevivência, sendo capaz de auxiliar no combate à pobreza e à miséria no campo; ambiental, na perspectiva de aperfeiçoar a utilização dos recursos naturais na agricultura e manter a capacidade de resposta dos agroecossistemas a médio e a longo prazo; e político-institucional, com a articulação entre as posições políticas estabelecidas entre gestores, órgãos públicos e sociedade civil.

Assim, a ciência deve deixar o discurso da neutralidade e assumir a intencionalidade em desenvolver a técnica bem como envol-

ver os atores sociais que atuam em sua aplicabilidade, capazes de medir o resultado de suas ações, mas dentro de uma perspectiva de analisar o presente e projetar o futuro.

SISTEMAS DE INDICADORES DE AGROECOSSISTEMAS: COMO MENSURAR A SUSTENTABILIDADE

A grande discussão em torno da sustentabilidade volta-se para a construção de indicadores que sejam capazes de mensurar as modificações nas características de um agroecossistema – objetivando diagnosticar como ele se apresenta em relação à sustentabilidade. Muitos trabalhos tratando dos diversos sistemas de indicadores de sustentabilidade na agricultura vêm sendo desenvolvidos. Entre eles estão os de Marzall (1999) e Costa (2010).

Os agroecossistemas, conforme a denominação de Hecht (1991) são ecossistemas agrícolas. Neles, o homem exerce a gestão dos recursos naturais de modo a obter a produção de alimentos e outros produtos de origem vegetal e animal. Segundo esse autor, um agroecossistema pode ser uma cultura ou uma criação dentro da unidade produtiva, a própria unidade ou um conjunto de unidades produtivas.

O padrão convencional de agricultura acumulou, por anos, um enorme conhecimento científico e tecnológico, e é perceptível que seu avanço foi essencial para garantir a segurança alimentar de alguns povos. No entanto, garantir a segurança alimentar de toda a população mundial e a conservação dos recursos naturais, como requer a definição de sustentabilidade, exige um conhecimento que integre o saber específico do convencional ao conhecimento sistêmico, associando os vários componentes de um agroecossistema (EHLERS, 1996).

Para se garantir que um agroecossistema seja sustentável, torna-se necessário um monitoramento das dimensões social, econômica e ambiental. Porém, dadas as especificidades concernentes a cada agroecossistema, não há um procedimento universal para avaliar sua sustentabilidade; ela pode ser observada nas diferentes ferramentas metodológicas existentes para tal propósito.

A pesquisa sobre os agroecossistemas de base familiar vem utilizando, há algum tempo, modelos com indicadores de sustentabilidade que contemplam as dimensões ambiental, social e econômica, para mensurar a agricultura familiar.

Os estudos teóricos em torno do MESMIS ressaltam que os autores desse método descrevem a estrutura dele como flexível, dada sua capacidade de adaptação a diferentes níveis de informação e às competências técnicas disponíveis localmente. Os autores entendem que o processo participativo que ele propõe requer adaptações e está sempre em desenvolvimento, e que, com a experiência do uso, ele pode ser melhorado.

Outro aspecto a ser destacado no MESMIS é a compreensão, de forma integral, das ameaças e das oportunidades para a sustentabilidade dos sistemas de manejo resultantes da intersecção de processos ambientais com os dos âmbitos social e econômico.

Esse cenário faz do referido método uma ferramenta que colabora para a avaliação da sustentabilidade de sistemas de manejo de recursos naturais, direcionada para a agricultura familiar com atuação local, como acontece na região Nordeste. Nessa região, a atividade agrícola sempre foi o setor estruturador do desenvolvimento econômico, porém o atual estágio dos recursos naturais e a forma como essa atividade é praticada pelos sistemas agrícolas estão resultando na escassez desses recursos e, portanto, em alguns casos, na inviabilização econômica dos sistemas agrícolas de produção.

METODOLOGIA DA PESQUISA

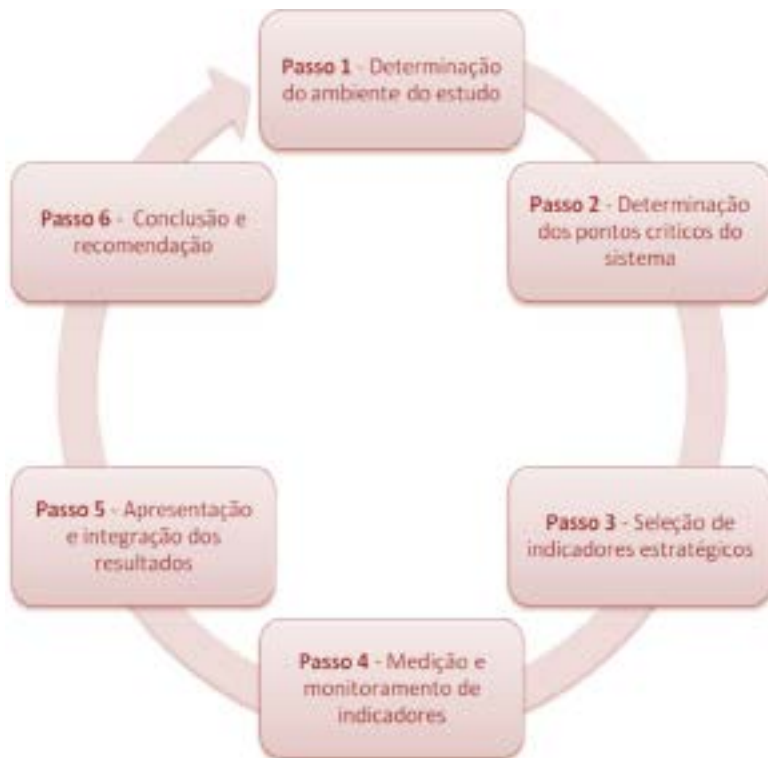
Com o MESMIS, dados qualitativos e dados quantitativos possibilitaram o detalhamento da sustentabilidade do agroecossistema em estudo, definindo-se os pontos críticos e, a seguir, especificando-os. Ressalta-se que, no presente estudo, foram percorridos todos os passos do ciclo avaliativo proposto pelo MESMIS, conforme descrição da coleta de dados e dos passos seguidos: identificação dos dados secundários, na busca de determinar a localização dos agroecossistemas, com consistência das informações em rela-

ção a relevo, solo, recursos hídricos, vegetação, clima, assim como aos aspectos econômicos e aos sociais, o que contribuiu para a execução da primeira etapa do modelo – determinação e caracterização dos agroecossistemas; obtenção de dados primários, fornecidos pelos agricultores e suas famílias, o que possibilitou a geração de conhecimento dos agroecossistemas e a interface com as dimensões ambiental, econômica e social; observação direta da pesquisadora, na busca de subsídios que permitiram confrontar dados primários e dados secundários, com a perspectiva de compreender com maior precisão a realidade dos agroecossistemas; de posse dos indicadores foram feitos levantamento de dados e após foram realizadas as elaborações gráficas para cada dimensão no conjunto de agroecossistemas sob a condição de sequeiro e os agroecossistemas que utilizam técnicas de irrigação; integração gráfica das três dimensões para cada conjunto de agroecossistemas; avaliação individualizada da integração dos agroecossistemas que compõem o cultivo de sequeiro e dos agroecossistemas que utilizam técnicas de irrigação; definição do índice de sustentabilidade dos agroecossistemas participantes da pesquisa, sob a condição de sequeiro e que utilizam técnicas de irrigação; e análise comparativa entre os agroecossistemas sob a condição de sequeiro e os agroecossistemas que utilizam técnicas de irrigação.

Na pesquisa de campo, foi utilizado um roteiro de entrevista semiestruturada, com base nas dimensões social, ambiental e econômica, a partir da percepção dos agricultores e de suas famílias, numa perspectiva de identificar as potencialidades e as limitações existentes para o desenvolvimento sustentável local.

Os interesses no âmbito da pesquisa viabilizaram a adoção do MESMIS, ferramenta que colabora para a avaliação da sustentabilidade dos agroecossistemas de pequena dimensão territorial, como os de base familiar com atuação local. O uso do MESMIS, dada a especificidade metodológica da pesquisa, requer a participação efetiva dos agricultores familiares no processo cíclico, que permite reavaliação de forma sistemática. A metodologia do MESMIS é composta por um ciclo com seis etapas, descritas por Mazera, Astier e López-Ridaura (1999) conforme Figura 01:

Figura 1 – Ciclo avaliativo proposto para o estudo realizado nos agroecossistemas de cultivo do abacaxi.



Fonte: Mazera, Astier e López-Ridaura (1999)

Com o MESMIS, dados qualitativos e dados quantitativos possibilitaram o detalhamento da sustentabilidade do agroecossistema em estudo, definindo-se os pontos críticos e, a seguir, especificando-os. Ressalta-se que, no presente estudo, foram percorridos todos os passos do ciclo avaliativo proposto pelo MESMIS, conforme descrição da coleta de dados e dos passos seguidos:

- 1) identificação dos dados secundários, na busca de determinar a localização dos agroecossistemas, com consistência das informações em relação a relevo, solo, recursos hídricos, vegetação, clima, assim como aos aspectos econômicos e aos sociais, o que contribuiu para a execução da primeira etapa do modelo – determinação e caracterização dos agroecossistemas;
- 2) obtenção de dados primários, fornecidos pelos agricultores e suas famílias, o que possibilitou a geração de conhecimento dos agroecossistemas e a interface com as dimensões ambiental, econômica e social;
- 3) observação direta da pesquisadora, na busca de subsídios que permitiram confrontar dados primários e dados secundários, com a perspectiva de compreender com maior precisão a realidade dos agroecossistemas.
- 4) de posse dos indicadores foram feitos levantamento de dados e após foram realizadas as elaborações gráficas para cada dimensão no conjunto de agroecossistemas sob a condição de sequeiro e os agroecossistemas que utilizam técnicas de irrigação;
- 5) integração gráfica das três dimensões para cada conjunto de agroecossistemas;
- 6) avaliação individualizada da integração dos agroecossistemas que compõem o cultivo de sequeiro e dos agroecossistemas que utilizam técnicas de irrigação;
- 7) definição do índice de sustentabilidade dos agroecossistemas participantes da pesquisa, sob a condição de sequeiro e que utilizam técnicas de irrigação;
- 8) análise comparativa entre os agroecossistemas sob a condição de sequeiro e os agroecossistemas que utilizam técnicas de irrigação.

A interação dos passos 1, 2 e 3 viabilizou o cumprimento das primeira e segunda etapas do MESMIS – caracterização e determinação dos agroecossistemas e identificação dos pontos

críticos. Na pesquisa de campo, foi utilizado um roteiro de entrevista semiestruturada, com base nas dimensões social, ambiental e econômica, a partir da percepção dos agricultores e de suas famílias, numa perspectiva de identificar as potencialidades e as limitações existentes para o desenvolvimento sustentável local. Construída coletivamente pela pesquisadora e pelos atores sociais implicados com a realidade investigada, a pesquisa apoia-se na visão de Barbier (2002, p. 53): “se por muito tempo o papel da ciência foi descrever, explicar e prever os fenômenos, impondo ao pesquisador ser observador neutro e objetivo, a pesquisa participante adota um encaminhamento oposto pela sua finalidade: servir de instrumento de mudança social”, pois a pesquisa participante, segundo Thiollent (1999, p. 83) tem a finalidade de “observar fatos, situações e comportamentos que não ocorreriam ou que seriam alterados na presença de estranhos”. No estudo, a atuação da pesquisadora seguiu passos práticos, de acordo com as concepções teóricas previstas por esses autores.

Os tópicos, determinação e caracterização dos agroecossistemas; sistematização das potencialidades e das limitações dos agroecossistemas; critérios de diagnóstico e indicadores de sustentabilidade agregados por dimensão; parâmetros, sistematização e mensuração dos indicadores a partir dos atributos pertinentes a cada dimensão; integração e mensuração dos indicadores de sustentabilidade agregados e a discussão em torno dos resultados, evidenciam o cumprimento de todas as etapas do modelo MES-MIS viabilizando responder a questão de pesquisa por meio dos índices de sustentabilidade encontrados para os agroecossistemas irrigados e de sequeiro. A finalização foi possível via a comparação entre eles.

No quadro 01 estão sistematizadas as relações existentes entre as dimensões, os indicadores de sustentabilidade agregado, os indicadores e as formas de mensuração possibilitando melhor entendimento, considerando o caráter quantitativo e qualitativo da pesquisa.

Quadro 1 – Relações existentes entre as dimensões, os indicadores de sustentabilidade agregado, os indicadores e as formas de mensuração

Dimensão	Indicador de sustentabilidade agregado	INDICADORES	Formas de mensuração			
			A*	B*	C*	D*
Ambiental	Qualidade do solo	Propriedades químicas e as condições de fertilidade do solo			X	X
		Propriedades físicas do solo		X		X
	Condições da água	Armazenamento da água	X	X		X
		Disponibilidade da água	X	X		X
		Qualidade da água			X	X
	Uso conservação da terra	Grau de uso dos insumos químicos		X		X
		Nível de cobertura do solo	X	X		X
		Grau de contaminação dos recursos naturais	X	X		X
		Porcentagem de degradação da mata nativa	X	X		X
		Prática de pousio	X	X		X
	Existência de rotação de culturas	X	X		X	
Econômico	Recursos Operacionais	Rentabilidade do cultivo do abacaxi	X			X
		Condições de acesso a crédito	X	X		X
		Comercialização realizadas, por meio de associações e/ou cooperativas	X	X		
		Periodicidade na contratação de serviços temporários	X	X		
	Acesso a terra e a capacidade de produção	Formas de acesso à terra	X			X
		Grau de produtividade do cultivo do abacaxi	X			X
		Nível de produção de subsistência	X	X		X

..continuação

Dimensão	Indicador de sustentabilidade agregado	INDICADORES	Formas de mensuração			
			A*	B*	C*	D*
Social	Qualidade de Vida	Disponibilidade de acesso aos serviços de saúde	X	X		X
		Nível de escolaridade da família	X	X		X
		Qualidade da moradia	X	X		X
		Condições dos serviços de infraestrutura				
		Acesso a bens duráveis	X	X		
		Nível de satisfação com a vida no campo	X	X		X
	Participação e gestão	Participação em organizações	X	X		X
		Condição de autogerenciamento	X	X		X

A* - entrevista; B* - Pesquisa de campo; C* - Análises laboratoriais;

D* - Aporte teórico

Fonte: Camelo (2013).

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A maior contribuição desse tópico está no esforço de detalhar os resultados de cada indicador e sua implicação em relação aos agroecossistemas estudados de forma comparativa numa perspectiva de revelar as desigualdades e as similaridades existentes entre eles. Numa perspectiva de melhor ilustração, apresenta-se o gráfico 01, elaborada pelos pesquisadores, a partir dos dados de pesquisa a seguir descritos.

O indicador agregado de dimensão ambiental originado dos indicadores qualidade de solo (propriedades químicas e condição de fertilidade e propriedades físicas), condições de água (armazenamento, disponibilidade e qualidade) e uso e conservação da terra (uso de insumos químicos, cobertura do solo, contaminação dos recursos naturais, degradação da mata nativa, prática de pousio e rotação de culturas) apresentou um índice de sustentabilidade de 2,0 para os agroecossistemas irrigados e

os de sequeiro com índice de sustentabilidade de 1,9. Entende-se que os índices apresentam uma proximidade significativa demonstrando com isso que estão praticamente iguais no nível de sustentabilidade e no nível de transitoriedade que requer monitoramento continuado em relação aos indicadores dessa dimensão.

A composição do indicador agregado da dimensão econômica é resultante do indicador de sustentabilidade agregado de recursos operacionais (rentabilidade, acesso ao crédito, canais permanentes de comercialização e contratação de serviços temporários) e do indicador de sustentabilidade agregado de acesso a terra e capacidade de produção (posse da terra, produtividade da atividade agrícola predominante e produção de subsistência). O índice de sustentabilidade proveniente desse indicador foi de 2,3 para os agroecossistemas irrigados e de 1,7 para os agroecossistemas de sequeiro sinalizando uma situação mais promissora para os irrigados.

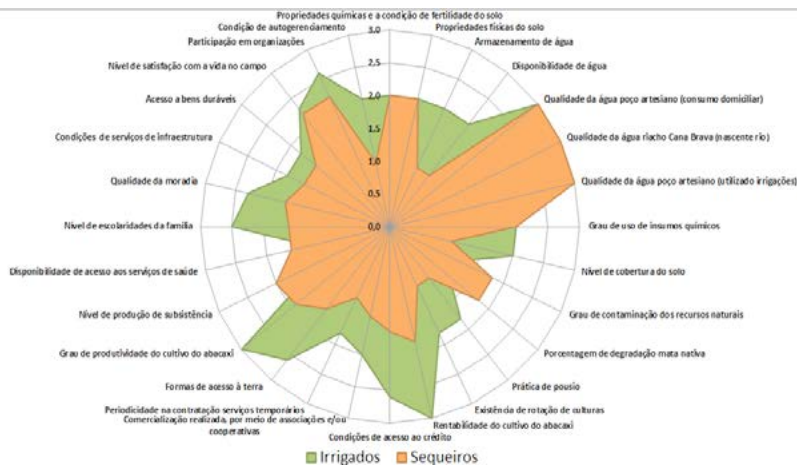
Em relação ao indicador agregado da dimensão social, composto pelo indicador de sustentabilidade agregado de qualidade de vida (serviços de saúde, escolaridade da família, qualidade da moradia, serviços de infraestrutura, bens duráveis e satisfação com a vida no campo) e do indicador de sustentabilidade de participação e gestão (participação nas organizações e autogerenciamento), teve como índices de sustentabilidade 2,2 nos agroecossistemas irrigados e 1,6 nos agroecossistemas de sequeiro.

Inicialmente, são apresentados os indicadores com similaridade entre os graus de sustentabilidade. Entre eles, as propriedades químicas e a condição de fertilidade do solo e as propriedades físicas do solo, com índice de grau 2,0, revelaram existir similaridade entre os solos, independentemente das técnicas de cultivo utilizadas. Porém, não existem análises dos solos promovidos pelos agricultores, tendo sido as análises feitas para esta pesquisa científica.

O estudo evidenciou a existência de maior sustentabilidade econômica e social nos agroecossistemas que utilizam técnicas de irrigação em relação aos agroecossistemas sob a condição de sequeiro, bem como revelou uma uniformidade entre eles, em relação ao índice de sustentabilidade ambiental. Na análise dessa

constatação foi possível perceber, por meio da implementação de técnicas de irrigação que os bons resultados econômicos são conseguidos seguidamente e com repercussão direta nos avanços do social.

Gráfico 1 – Resultados comparativos dos indicadores em relação a cada agroecossistema e o seu respectivo percentual de sustentabilidade



Fonte: Camelo (2013).

Os bons resultados evidenciam que os ganhos econômicos são determinantes nas conquistas dos agricultores familiares, promovendo mudanças no âmbito do social, contudo diante de um conjunto diverso de fatores, a exemplo, cultura existente no ambiente rural onde predomina o sentimento de acomodação e contentamento com o que possuem indiferença em relação às formas de gerenciamento, satisfação com as condições de moradia, constatou-se na percepção de alguns agricultores de uma passividade diante dos fatos mantendo-os acomodados.

Os resultados obtidos evidenciaram maior sustentabilidade nos agroecossistemas irrigados (grau 2,1), ficando abaixo do (grau 3,0), considerado o ideal, contudo são mais sustentáveis que os de sequeiro, com o grau de sustentabilidade de 1,7. Essa diferenciação

decorre pelo fato de que nos agroecossistemas irrigados vem incrementando avanços nos indicadores sociais e econômicos oriundos dos avanços no monocultivo do abacaxi, enquanto nos agroecossistemas de sequeiro os resultados apontam fragilidades nos referidos indicadores, contudo é perceptível, por parte dos seus agricultores o desejo da adoção das técnicas de irrigação como garantia para avanços sociais e econômicos.

A dimensão ambiental apresentou um índice de sustentabilidade numa situação de transitoriedade (grau 2,0) para ambos agroecossistemas, demonstrando a necessidade de monitoramento continuado dos indicadores que compõem a referida dimensão nos respectivos atributos estabilidade, adaptabilidade, eficiência e resiliência, pois um desequilíbrio em torno do ambiental comprometerá a continuidade dos avanços econômicos e sociais já identificados.

Vale destacar, ainda, que os resultados obtidos poderão contribuir para otimizar as articulações políticas e institucionais, por meio da socialização das informações das dimensões social, ambiental e econômica, bem como para definir o índice de sustentabilidade dos agroecossistemas em determinado período – o caso específico anos agrícolas de 2011 e 2012 – possibilitando um estudo comparativo temporal com anos agrícolas futuros nos referidos agroecossistemas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo evidenciou a existência de maior sustentabilidade socioeconômica nos agroecossistemas que utilizam técnicas de irrigação em relação aos agroecossistemas sob a condição de sequeiro, bem como revelou uma uniformidade entre eles, em relação ao índice de sustentabilidade ambiental. A partir da avaliação realizada percebeu-se que, por meio da implementação de técnicas de irrigação, os bons resultados econômicos são conseguidos seguidamente e com repercussão direta nos avanços do social. Essa relação resulta de que o econômico é determinante nas conquistas dos agricultores familiares, promovendo mudanças

no âmbito do social, contudo diante de um conjunto diverso de fatores, a exemplo, cultura existente no ambiente rural onde predomina o sentimento de acomodação e contentamento com o que possuem indiferença em relação às formas de gerenciamento, satisfação com as condições de moradia, constatou-se na percepção de alguns agricultores de uma passividade diante dos fatos mantendo-os acomodados.

Os resultados obtidos evidenciaram maior sustentabilidade nos agroecossistemas irrigados (grau 2,1), ficando abaixo do (grau 3,0), considerado o ideal, contudo são mais sustentáveis que os de sequeiro, com o grau de sustentabilidade de 1,7. Essa diferenciação decorre pelo fato de que nos agroecossistemas irrigados vem incrementando avanços nos indicadores sociais e econômicos oriundos dos avanços no monocultivo do abacaxi, enquanto nos agroecossistemas de sequeiro os resultados apontam fragilidades nos referidos indicadores, contudo é perceptível, por parte dos seus agricultores o desejo da adoção das técnicas de irrigação como garantia para avanços sociais e econômicos.

A dimensão ambiental apresentou um índice de sustentabilidade numa situação de transitoriedade (grau 2,0) para ambos agroecossistemas, demonstrando a necessidade de monitoramento continuado dos indicadores que compõem a referida dimensão nos respectivos atributos estabilidade, adaptabilidade, eficiência e resiliência, pois um desequilíbrio em torno do ambiental comprometerá a continuidade dos avanços econômicos e sociais já identificados.

Com destaque ao estudo realizado, pode-se apontar a aplicabilidade do MESMIS ao objetivo proposto, comprovando a princípio, afirmar a constatação das ponderações feitas por, Masera, Astier, Lopez-Ridaura (1999) de que esse método é flexível, dada sua capacidade de adaptação a diferentes níveis de informação e às competências técnicas disponíveis localmente. Além do mais, ficou evidenciado que o processo participativo enriqueceu a pesquisa possibilitando maior envolvimento dos agricultores na pesquisa de campo, por meio da troca de informações e experiências em todas as etapas, promovendo maior empatia entre a pesquisadora e os participantes da pesquisa, pois enquanto para esses as observações são sistemáticas, para aqueles as observações são

esporádicas. A interação das informações provenientes desses atores garante maior exatidão aos resultados obtidos e em relação a cada objetivo específico proposto para a realização do estudo.

Entende-se que a implementação do desenvolvimento sustentável requer o envolvimento dos diversos atores sociais e que esteja presente em todos os espaços. Este estudo atendeu a esses preceitos e ainda contribui para a continuidade de futuras pesquisas na região, pois os resultados apresentados aqui poderão servir de referência, além de que, apontam-se, a seguir, algumas recomendações, em torno dos indicadores, na perspectiva de tornar os agroecossistemas estudados mais sustentáveis com vistas da implementação da agricultura sustentável na região. Veja estas recomendações:

- propriedades químicas e de fertilidade do solo e propriedades físicas do solo far-se-á necessária uma continuidade das análises em uma periodicidade de tempo com vistas a comparar a condição do índice de sustentabilidade, considerando que outros fatores influenciarão nas condições do solo, a exemplo o uso contínuo de insumos químicos, a ausência de práticas de pousio e de rotação de cultura;
- a qualidade da água poço artesiano, apesar de atender os parâmetros legais para consumo humano atualmente, sugere-se que anualmente seja realizada análise da água do referido poço, pois com os avanços das irrigações nos agroecossistemas, o aquífero da região poderá sofrer contaminação dos insumos químicos, além da precariedade das condições de saneamento existentes na comunidade Cana Brava são fatores que devem ser monitorados periodicamente;
- quanto ao uso de insumos químicos é necessário o apoio de um profissional da área capaz de determinar a quantidade de insumos químicos, fertilizantes e agrotóxicos a ser utilizada no cultivo, pois o uso de forma arbitrária e indiscriminada poderá comprometer a qualidade do solo, contaminar o aquífero, comprometendo a eficácia do cultivo resultando em problemas socioeconômicos, tais como: saúde dos agricultores, qualidade dos frutos e até o

comprometimento da safra, caso o solo sofra um processo de salinização;

- a qualidade da água riacho Cana Brava nascente rio do Maceió, e a do poço artesiano utilizado nas irrigações requer um monitoramento da qualidade das águas nas duas fontes é de extrema importância para a preservação da qualidade das águas, assim como para a preservação do solo e o bom desempenho do cultivo do abacaxi, pois a referida planta não consegue se desenvolver sendo irrigada com água que contenha elevados teores de sais;
- a contaminação dos recursos naturais por ser o indicador que mantém relação direta com água e solo, faz-se necessário, portanto a análise continuada da qualidade química e de fertilidade e análise física do solo, assim como da água provenientes das fontes que servem para irrigação e estão no entorno das áreas de cultivo;
- o monitoramento da preservação da vegetação nativa para atender os parâmetros determinados pela legislação requer uma área preservada para cada agroecossistemas em torno de 20% da área total, evitando com isso o desmatamento indiscriminado. Ainda é de extrema importância a adoção de práticas sustentáveis, evitando as queimadas ainda comuns no preparo da terra para a agricultura. Medidas mitigadoras como essas contribuirão na preservação da cobertura vegetal e da biodiversidade, ajudando a manter a fauna silvestre, os recursos hídricos naturais, a qualidade da água e o equilíbrio do clima e do solo, minimizando riscos de erosão e empobrecimento do solo;
- a produção de subsistência requer o acompanhamento sistemático das áreas de cultivo na região. Por meio de análises da caracterização das formas de produção, se predominantemente de monocultivo do abacaxi, com ou sem produção de subsistência, será possível avaliar a sustentabilidade dos recursos naturais da região;
- o serviço de saúde demanda uma atuação de políticas públicas de forma mais eficaz e garantidora dos direitos

civis dos cidadãos, precisando com isso a conscientização cidadã dos agricultores;

- a disponibilidade de água requer uma atuação do poder público, pois nos agroecossistemas irrigados o consumo desenfreado de água considerado bem privado, na visão ingênua dos agricultores;
- a falta de cobertura do solo com pouca presença de espécies vegetais requer adequações urgentes na perspectiva de conservação do solo, pois diante do referido cenário as áreas poderão sofrer um processo de desertificação;
- a implementação das práticas de pousio e rotação de culturas contribuem para o uso e conservação da terra, além de que o último pode diversificar as culturas garantindo maior sustentabilidade econômica para o agroecossistema;
- o acesso ao crédito nas situações apresentadas no estudo requer algumas alternativas que possam inserir os agricultores sem condições de acesso ao crédito. Dentre essas alternativas destacam-se: a divisão das responsabilidades entre os participantes e as práticas de representações dos agricultores familiares (sindicatos e associações, extensão rural estatal, e organizações não governamentais).

Por fim, convém ressaltar que os resultados obtidos poderão contribuir para otimizar as articulações políticas e institucionais, por meio da socialização das informações das dimensões social, ambiental e econômica, bem como para definir o índice de sustentabilidade dos agroecossistemas em determinado período – o caso específico anos agrícolas de 2011 e 2012 – possibilitando um estudo comparativo temporal com anos agrícolas futuros nos referidos agroecossistemas.

REFERÊNCIAS

BARBIER, R. A pesquisa-ação. Brasília: Plano Editora, 2002.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Secretaria de Desenvolvimento Territorial. Plano territorial de desenvolvimento rural sustentável do Mato Grande. Disponível em: sit.mda.gov.br/biblioteca_virtual/ptdrs/ptdrs_territorio055.pdt . Acesso em: 12 mai. 2011.

CAMELO, G. L. P. Avaliação da sustentabilidade dos agroecossistemas familiares de cultivo do abacaxi irrigado versus sequeiro mediante aplicação do MESMIS em Touros – RN. Campina Grande: UFCG, 2013. 179 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Campina Grande, 2013.

CAPRA, F. A teia da vida. São Paulo: Cultrix, 1996.

CASSEL, G. Um novo modelo de desenvolvimento rural. Folha de São Paulo, 11 de outubro de 2009.

COSTA, A. A. V. M. R. Agricultura sustentável I: Conceitos. Rev. de Ciências Agrárias, dez. 2010, vol.33, nº. 2, p.61-74.

EHLERS, E. Agricultura Sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma, São Paulo: Livros da Terra, 1996.

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2000.

_____. Quantifying the agroecological component of sustainable agriculture: a goal. In: GLIESSMAN, S. R. (ed.). Agroecology: researching the ecological basis for sustainable agriculture. New York : Springer-Verlag,. p. 366-399. 1990

GUZMÁN, E.S. Origem, evolução e perspectivas do desenvolvimento sustentável. In: ALMEIDA, J., NAVARRO, Z. (Org.). Reconstruindo a agricultura: ideias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável. 2.ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, p.19-32, 1998.

HECHT, S.B. La evolución del pensamiento agroecológico. Agroecología y desarrollo. Santiago: CLADES, 1991.

IBGE. Censo agropecuário 2006. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/consagro/>>. Acesso em: 14 mar. 2011.

KERBER, M.; ABREU, L. S. Trajetórias de transição dos produtores de base ecológica de Ibiúna/SP e indicadores sociais de sustentabilidade. Revista Sociedade e Desenvolvimento Rural, v. 4, n. 1, p. 1-37, jun., 2010.

LUIZ, J. M; RIBEIRO, F. F. Desenvolvimento rural sustentável em territórios do Rio Grande do Norte: uma análise multidimensional. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SOBER, 2009. p. 01-23.

MARZALL, K. Indicadores de sustentabilidade para agrossistemas. Rio Grande do Sul, Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999. 130p. (Dissertação de mestrado).

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS. México: Mundi-Prensa, 1999.

ONU. Organização das Nações Unidas. Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento. Agenda 21. 1999.

SCHNEIDER, S. A abordagem territorial do desenvolvimento rural e suas articulações externas. Sociologias, Porto Alegre, ano 6, n. 11, p. 88-125, jan./jun. 2004.

THIOLLENT, Michel. Metodologia da pesquisa-ação. São Paulo: Cortez, 1999.

Produtividade, qualidade e avaliação econômica do capim-elefante e do sorgo irrigados com água do lençol freático e do rejeito de dessalinizadores

*Milton Bezerra do Vale⁸
Pedro Vieira de Azevedo⁹*

As regiões semiáridas se caracterizam por apresentar baixos índices pluviométricos (350 a 700 mm/ano), elevados níveis de evapotranspiração (cerca de 2.000 mm/ano), de insolação (2.800 horas/ano) e temperaturas médias mensais superiores a 25°C

8 Graduado em Engenharia Química graduação e em Licenciatura em Química (Universidade Federal do Rio Grande do Norte), mestre em Engenharia Sanitária (Universidade Federal do Rio Grande do Norte) e doutor em Recursos Naturais (Universidade Federal de Campina Grande). Professor do Instituto Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: milton.vale@ifrn.edu.br.

9 Graduado em Agronomia (Universidade Federal da Paraíba), mestre em Meteorologia (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e doutor em Bioengenharia (University of Nebraska-Lincoln). Professor Associado III da Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: azevedopedrovieira@gmail.com.

(SANTOS et al. 2009). Elas apresentam, dessa forma, condições adversas para a agricultura de sequeiro e para a criação de animais em determinada época do ano devido à falta de umidade no solo e a falta de pastagem. Além dos recursos hídricos dessas regiões serem escassos, as águas subterrâneas apresentam elevados níveis de salinidade. Entretanto, essa fonte de água não doce, pode se tornar necessária para a agricultura irrigada, devido à baixa disponibilidade de água doce e do aumento da demanda (RHOADES et al.,1992; SECKLER et al., 1998).

Sabe-se que, as águas do lençol freático, no semiárido nordestino, mesmo com elevados teores de sais, representam importante suporte de recurso hídrico para atender boa parte da necessidade da população, seja para o consumo humano através do uso da tecnologia de dessalinização da água, seja para dessedentação animal e para a agricultura familiar, através da irrigação de determinadas culturas agrícolas, principalmente aquelas mais adaptadas à salinidade como as halófitas (erva-sal) e outras menos tolerantes. Assim, enquanto o algodoeiro tolera alto nível de sal na água (até 6,4 dS/m), o pimentão suporta apenas 1,5 dS/m.

A água a ser usada na agricultura necessita tanto de quantidade quanto de qualidade. Em relação à qualidade, a água é analisada em função dos parâmetros físicos, químicos e biológicos, tais como: condutividade elétrica (salinidade), relação de adsorção de sódio (RAS), problemas de infiltração, concentração de íons (toxicidade) e pH (AYERS e WESTCOT, 1991; EPA, 1991; ALMEIDA, 2010). Os problemas relacionados à qualidade da água para irrigação podem interferir em cadeia no solo, na planta, no equipamento e na saúde do agricultor e do consumidor.

A FAO, segundo Dias et al. (2011), recomenda a classificação da qualidade da água para irrigação proposta pela University of California Committee of Consultants (1974), divulgada por Ayers e Westcot (1991). No Brasil, o aspecto de sais na água foi estabelecido pela Comissão Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), através da resolução 357/2005, com a classificação das águas como: doces, salobras e salinas.

A água salobra encontrada no subsolo do semiárido tem sido transformada em doce e potável através de sistema de dessalinização, geralmente implantados por órgãos públicos, que utilizam a técnica da osmose reversa no tratamento da água. Essa tecnologia é utilizada no Rio Grande do Norte, como também em todo território Nacional. Esses dessalinizadores apresentam rejeito de água salgada igual ou superior a 50%, o qual, na maioria dos casos, é lançado diretamente no meio ambiente sem nenhum tratamento. O dispositivo mais utilizado para receber esses rejeitos é constituído por tanques, os quais apresentam rachaduras na sua maioria e alguns foram projetados de forma inadequada (FONSECA et al., 2005). Portanto, há a necessidade de aproveitamento desse rejeito, principalmente em projetos de irrigação, evitando a perda dessa água numa região tão carente de água, além de prevenir o impacto ambiental.

No estado do Rio Grande do Norte existem 379 dessalinizadores catalogados pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), os quais foram implantados pela própria SEMARH, como também pelo DNOCS, FUNASA, Fundação Banco do Brasil e prefeituras com recursos próprios ou financiados pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). Entretanto, apenas 142 equipamentos (37,5%) estão em funcionamento e lançam seus efluentes com elevado teor de sais em tanques de evaporação com problemas de construção e de projeto ou então diretamente no solo (SILVA, 2010). A desvantagem da dessalinização da água com o uso da tecnologia da osmose reversa é o rejeito que possui alta concentração de sais que provocam impactos ambientais severos ao solo, haja vista que parte da região já sofre problema de salinização do solo (AMORIM et al., 2007). Vários são os destinos do rejeito do dessalinizador, além da simples infiltração do solo: lagoas de evaporação; tanques de evaporação; processo de salmoura para extrair todos os sais; lançamento no mar; uso na aquicultura, através da criação de camarão, tilápia e artêmia salina; irrigação de culturas agrícolas tolerante e absorvedora de sais, tais como: atriplex e cevada (AHMED et al., 2003),.

No Nordeste do Brasil, a irrigação das plantas halófitas com efluente salino tem sido sugerida como uma alternativa para redução dos impactos ambientais dos sistemas de dessalinização. Estas plantas, além de suportar altos níveis de salinidade do complexo solo-água, sobrevivem em regiões de baixa precipitação e temperatura elevada. O arbusto *Atriplex nummularia* (erva-sal) é uma das principais halófitas que funciona como um dessalinizador biológico do solo, acumulando grande quantidade de sais em seus tecidos (PORTO et al., 2001). Além da fitorremediação do solo, a erva-sal pode também, ser utilizada na alimentação animal (ovinos e caprinos) no semiárido do Nordeste do Brasil (ARAÚJO, 2006).

Atualmente, o semiárido nordestino dispõe de 14 Unidades Demonstrativas (UD) para aproveitamento do rejeito dos dessalinizadores. Essas Unidades Demonstrativas foram implantadas pelo Programa Água Doce (PAD), cujo rejeito possibilita a geração de recursos financeiros e alimentos para as famílias da comunidade, através da gestão dos recursos hídricos com a criação de peixe, principalmente a tilápia tailandesa, e cultivo de *atriplex nummularia*, além da gestão dos recursos hídricos com o fornecimento de água potável de boa qualidade para consumo (INGÁ, 2010). O Rio Grande do Norte possui apenas uma Unidade Demonstrativa implantada em 2006 pela Embrapa, a segunda do país que se localiza no assentamento de Caatinga Grande a 8 km de distância do centro da cidade de São José do Seridó/RN.

A falta da aceitação da *atriplex* como ração única para os animais, particularmente os bovinos e a escassez de alimento na época da seca na região do semiárido, leva à necessidade de pesquisar outras culturas que, consorciadas com a *atriplex*, possam elevar o grau de aceitabilidade pelos animais e de interesse pelos agricultores. Entre as culturas forrageiras se destacam como as de tolerância moderada ao estresse salino, aliada à alta produtividade e adaptação à região do semiárido, o sorgo (RHOADES et al., 1992) e o capim-elefante (DANTAS, 2004).

O sorgo apresenta moderada resistências à seca, possui característica bromatológica semelhante ao milho, favorecendo o processo da silagem (TABOSA et al., 2012) e, elevada produtividade de biomassa com menor custo de produção, permitindo mais de um corte com uma única semeadura. Isto resulta em economia no preparo do solo, na semeadura, no uso de sementes, maior

densidade de plantas e com produção de até 60% do primeiro corte (VON PINHO et al., 2007). Entretanto, o aumento da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) reduz o rendimento em 50% a 15 dS/m e a 13 dS/m na emergência (RHOADES et al., 1992).

O capim-elefante é, reconhecidamente, uma das gramíneas forrageiras mais utilizadas no Brasil e de alto potencial produtivo, adaptando-se bem como ração na alimentação animal, na forma de corte, de pastejo, na silagem e no feno. Segundo Alcântara e Bufarah (1983), o capim-elefante vegeta bem em regiões quentes e úmidas com precipitação anual igual ou superior a 800 mm, porém com boa distribuição ao longo do ano, por ser uma forrageira muito estacional, onde 70-80 % de sua produção ocorre na época das águas. Possui baixa tolerância à seca, mas pode atravessar a estação seca com baixa produção se possuir raízes profundas. Difícil de saturar em relação à radiação solar e, por ser uma planta de metabolismo C₄, possui alta eficiência fotossintética. Tem baixo custo de produção, pelo fato de ser planta perene e de alta produtividade.

O presente estudo objetivou avaliar a produtividade e a qualidade do capim-elefante e do sorgo irrigados com água do lençol freático e do rejeito do dessalinizador, na comunidade de “Riacho Salgado”, município de São Paulo do Potengi/RN, situado no semiárido potiguar.

DESCRIÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Os experimentos de campo foram conduzidos na *microrregião do Agreste Potiguar*, na comunidade Riacho Salgado (6°26'57" S; 53°52'40" W), distante 9 km da sede do município de São Paulo do Potengi – RN, durante a estação seca (outubro a dezembro) de 2012. A comunidade, localizada próximo ao riacho Salgado, apresenta relevo suave ondulado, altitude máxima de 112 m com cerca de 400 hectares de área, onde residem 20 famílias que vivem das atividades de agricultura e pecuária e fazem parte da Associação do Usuário de Água, criada em 2000 pela SEMARH com a implantação do dessalinizador.

A área experimental apresenta *solo do tipo Planossolo Nátrico*, com fertilidade natural alta, textura argilo-arenosa, imperfeitamente drenada e rasa. *O clima da região é muito quente e semiárido, com precipitação anual média de 562,1 mm, umidade relativa do ar média anual de 70% e temperatura do ar média de 27,2 oC.*

Para este estudo foram utilizadas duas áreas experimentais, distantes entre si em 80 m, conforme a Figura 1. A área maior (0,29 ha), foi irrigada com o rejeito do dessalinizador, com condutividade elétrica igual a 3,7 dS/m e produção máxima diária de rejeito de 15 m³. A área menor (0,13 ha), foi irrigada com água proveniente do lençol freático (poço) que abastece o dessalinizador com condutividade elétrica de 2,9 dS/m. Cada área pesquisada foi dividida igualmente para as duas culturas, sorgo e capim-elefante (dividida ao meio para o capim verde e capim roxo). O dessalinizador é constituído por um sistema de osmose reversa com uma membrana, 4 tanques de evaporação e um reservatório de 5 m³ para água potável.

O sistema produz 75% de rejeito que foi enviado para reservatório de 5 m³ e, em seguida, para irrigação das duas culturas agrícolas. O dessalinizador é abastecido por água proveniente de poço tubular com vazão de 4.800 L/h.

Figura 1 – Identificação das áreas experimentais utilizadas na pesquisa na comunidade “Riacho Salgado”, município de São Paulo do Potengi/RN.



Fonte: Vale (2013)

PREPARO DO SOLO

Um trator com grade aradora de 16 discos fez o preparo do solo e em seguida, foi realizada a abertura de sulcos para aplicação da adubação química com fosfato monoamônico (MAP) 41,6 kg/ha para o sorgo e 21,3 kg/ha para o capim, sulfato de amônio, 100,0 kg/ha e 20 kg/ha de FTE BR 12 para cada cultura, e adubação orgânica com esterco bovino, 15 m³/ha para o capim e 10 m³/ha para o sorgo conforme recomendação da EMBRAPA e de acordo com a análise de fertilidade para macro e micronutrientes do solo da área experimental, para a camada de 0–30 cm de profundidade, com os seguintes resultados:

a) solo da área menor: pH = 7,21; Na⁺ = 24,00 cmolc/dm³; K⁺ = 317,00 cmolc/dm³; Al³⁺ = 0,00 cmolc/dm³; Mg²⁺ = 1,95 cmolc/dm³; P = 81,00 mg/dm³; Fe = 38,60 mg/dm³; Cu = 1,05 mg/dm³; Zn = 5,67 mg/dm³; Mn = 23,82 mg/dm³ e B = 7,14 mg/dm³.

b) solo da área maior: pH = 6,76; Na⁺ = 143,00 cmolc/dm³; K⁺ = 646,00 cmolc/dm³; Al³⁺ = 0,0 cmolc/dm³; Mg²⁺ = 3,20 cmolc/dm³; P = 82,00 mg/dm³; Fe = 60,27 mg/dm³; Cu = 0,75 mg/dm³; Zn = 6,41 mg/dm³; Mn = 38,91 mg/dm³ e B = 12,41 mg/dm³.

IMPLANTAÇÃO DAS CULTURAS E TRATOS CULTURAIS

Para a implantação das culturas e dos tratos culturais foram utilizadas as culturas do sorgo BRS Ponta Negra (*Sorghum bicolor* L. Moench) e do capim-elefante : roxo e verde (*Pennisetum purpureum* Schum.). A semente do sorgo foi semeada manualmente num espaçamento de 70 cm entre linhas por 20 cm entre plantas, com 4 sementes por cova a uma profundidade de 3 a 5 cm. A germinação do sorgo ocorreu após 8 dias e o desbaste de plântulas foi realizada 15 dias após a germinação, tendo sido deixadas 10 plantas por metro linear e/ou duas plantas por cova quando possível. A semente de sorgo utilizada (BRS Ponta Negra)

foi fornecida pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte S/A (EMPARN) e foi desenvolvida em conjunto com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Milho e Sorgo) em 2005. A colheita foi efetuada manualmente aos 75 dias após a germinação.

O capim-elefante foi plantado manualmente com estacas com três nós em fileiras simples, num espaçamento de 1,0 m entre linhas por 0,50 m entre plantas, com dois colmos por cova de 15 a 20 cm de profundidade, inclinados em forma de “V”, ficando dois nós enterrados (Figura 2). A brotação das mudas ocorreu após 14 dias. As estacas de capim-elefante verde e roxo foram obtidas na Barragem de Campo Grande em São Paulo do Potengi. A colheita foi realizada manualmente 60 e 75 dias após a germinação, respectivamente.

O controle das plantas daninhas foi realizado manualmente, até os 45 dias após o plantio, com capinas manuais. Em relação ao capim-elefante não houve presença de pragas e doenças, porém no sorgo apareceu o pulgão, a lagarta do cartucho e a mosca branca, mas de forma não danosa ao cultivo que pudesse comprometer a produção, por essa razão, não foi aplicado qualquer agrotóxico, defensivo orgânico ou biológico.

Figura 2 – Representação do sistema de semeadura e plantio do sorgo e do capim-elefante nos experimentos de irrigação no tratamento 2 na comunidade “Riacho Salgado”, município de São Paulo do Potengi/RN.



Fonte: Vale (2013)

A área menor (0,13 ha) foi irrigada com água do lençol freático, coletada diretamente do poço, enquanto que a área maior (0,30 ha) foi irrigada com o rejeito do dessalinizador. As amostras de água foram analisadas no laboratório de Diretoria de Recursos Naturais do IFRN de acordo com a metodologia de análise de água da APHA (2005), onde a classificação da água para irrigação teve com base em proposição do Comitê de Consultores da Universidade da Califórnia (1974) citado por Ayers e Westcot (1991).

Em ambas as áreas, a irrigação foi efetuada com gotejadores, com vazão de 7,5 L/s. Na adutora principal e secundária, foi utilizada uma tubulação de 35 mm e, nas linhas dos gotejadores, fitas de 12 mm. Na área menor, a irrigação foi realizada diariamente, em dois turnos de rega, nas primeiras horas da manhã e ao fim da tarde, enquanto que, na área maior, a irrigação ocorreu em três turnos, manhã, tarde e noite.

ALTURA DAS PLANTAS

A altura média de plantas, correspondente à distância entre a superfície do solo e a curvatura das folhas superiores, foi realizada com amostragem de 20 plantas, aos 30, 45, 60 e 75 dias após a germinação e/ou brotação.

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DAS FORRAGEIRAS

Para a obtenção da produtividade e qualidade das forrageiras, foram utilizadas amostras de 20 plantas (5 por repetição), anteriormente selecionadas e representativas da população da parcela. O período final do ciclo vegetativo de cada cultura foi de 75 dias para o sorgo e de 60 e 75 dias para o capim-elefante. A escolha da época dos cortes do capim-elefante foi baseada no estudo de Dantas (2004) na qual a idade ideal de corte para obter bom valor nutritivo em relação à matéria seca é de 60 dias, então foi realizado dois cortes, o primeiro a 60 dias e o segundo de 75 dias para comparar com a produtividade do sorgo no mesmo período.

Inicialmente, mediu-se a altura média das plantas, as quais foram, em seguida, colhidas com o corte realizado rente ao solo e divididas em três frações: folhas, colmos + bainhas e panícula para a determinação da massa verde em balança eletrônica com precisão de 0,01 g. Para a determinação da massa seca, o material foi triturado e ensacado, para posteriores determinações no laboratório do IFRN, de acordo com a metodologia de SILVA (1999).

PROTEÍNA BRUTA

A determinação da proteína bruta foi realizada com amostragem de 20 plantas no período final do ciclo vegetativo de cada cultura de 75 dias para o sorgo e de 60 e 75 dias para o capim-elefante. Para a determinação da proteína bruta, foram colhidas amostras, em torno de 500 g, de cada fração da planta, inclusive a raiz, as quais foram trituradas, ensacadas e enviadas ao laboratório da EMPARN, para determinação desse parâmetro de acordo com a metodologia de SILVA (1999).

EFICIÊNCIA ECONÔMICA DOS CULTIVOS

Para realização da análise econômica foram levantados dados por meio da produção comercial, custo e receita. Os preços de insumos, mão-de-obra e da venda dos produtos foram os valores vigentes no período de agosto a dezembro de 2012.

Nos dois tratamentos, faz-se a avaliação do desempenho econômico por meio da determinação de indicadores de viabilidade econômica para cada cultura agrícola. Nesta pesquisa foram utilizados os seguintes indicadores: Renda líquida, taxa de retorno, índice de lucratividade e taxa de rentabilidade.

A análise da renda líquida foi obtida subtraindo-se da renda bruta os custos de produção que variam de acordo com o tratamento e a cultura agrícola utilizada e expressa em R\$ ha⁻¹. A taxa de retorno por real investido foi obtida por meio da relação

entre a renda bruta e o custo de produção de cada tratamento. O índice de lucratividade, obtido da relação entre a renda líquida e a renda bruta para cada tratamento. A taxa de rentabilidade também em cada tratamento, obtida pela relação entre a renda líquida e o custo de produção, expressa em porcentagem, conforme procedimento empregado por Pereira et al. (1985).

A receita bruta foi obtida multiplicando a produtividade de cada tratamento pelo seu valor, isto é, multiplica-se o preço unitário médio de venda da cultura (R\$ ha⁻¹) pela produtividade. O custo total do sistema ou o custo total de produção (R\$ ha⁻¹) foram coletadas as informações de custo dos insumos consumidos, o custo da mão-de-obra utilizada e o custo com energia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PESQUISA

A germinação do sorgo iniciou-se no quinto dia após a semeadura (DAS = 5), tendo sido concluída no 8º dia, com a formação de apenas 70% das plântulas nas duas áreas. A formação das panículas teve início no 45º dia após a germinação, e a maioria das plantas estava com as panículas abertas aos 75 dias após a germinação. O Capim-elefante : roxo e verde apresentaram o mesmo ciclo, iniciando a brotação no 8º dia e concluída no 15º dia, com 87% de sobrevivência na área do menor e 80% na área maior, sendo que a cultivar roxo apresentou maior taxa de sobrevivência que o verde.

ALTURA DAS PLANTAS

Os valores médios de altura de plantas, obtidos a cada 15 dias, estão apresentados nas Tabelas 1 e 2. Aos 75 dias, o sorgo atingiu a altura média de 220,8 cm no tratamento T1 (irrigação com água do lençol freático) e 174,0 cm no tratamento T2 (irrigação com o rejeito do dessalinizador). Estudos realizados em Canguaretama/RN por Aguiar et al. (2008) com utilização de vários cultivares de sorgo forrageiro em regime de sequeiro, observaram uma altura

média 320,0 cm, enquanto que o sorgo BR Ponta Negra atingiu a altura média de 218,0 cm. Santos et al. (2007), constatou, para quatro municípios do Rio Grande do Norte, uma altura de 220,0 cm para o sorgo forrageiro BRS Ponta Negra cultivado em condições de sequeiro. A altura média do sorgo do tratamento T1 ficou dentro da média enquanto que aquela do tratamento T2 ficou abaixo dos valores obtidos por Lima (2005) e das recomendações técnicas da distribuidora da semente de sorgo BRS Ponta Negra que estima a altura da planta de 220,0 a 250,0 cm.

A altura das plantas do capim-elefante : roxo e verde apresentou redução não significativa (4,8%) no tratamento de irrigação T1, sendo praticamente igual (redução de 0,2%) no tratamento T2. Foi observada uma redução na altura média do capim-elefante de 22% do tratamento T2 em relação ao tratamento T1, enquanto que para o sorgo essa redução foi de 20% (Tabelas 1 e 2). A altura do capim-elefante é uma importante indicador para se obter melhor condições de pastejo e qualidade nutricional. As alturas do capim-elefante obtidas nesta pesquisa no tratamento I são semelhantes às relatadas por Magalhães (2006), em pesquisa realizada em Parnaíba-PI, com o capim-elefante cv. Napier irrigado com água doce e por Saraiva e Konig (2013) com o capim-elefante cv. Roxo irrigado com efluentes de esgoto tratado em Pendências/RN.

Tabela 1 – Altura média (cm) das plantas de Capim-elefante : roxo e verde e sorgo irrigados com água do lençol freático (poço), obtida a cada 15 dias após a emergência (DAE), com os respectivos desvios padrões (DP) e coeficientes de variação (CV %).

Data de coleta Cultura	Altura das plantas (cm)								
	Capim roxo			Capim verde			Sorgo		
	Média	DP	CV %	Média	DP	CV %	Média	DP	CV %
30 DAE	76,7	12,5	16,3	73,4	15,5	21,2	132,2	12,4	9,37
45 DAE	99,8	30,4	30,5	105,0	20,8	19,8	172,8	37,0	21,4
60 DAE	119,8	24,7	20,6	119,4	22,3	18,7	198,1	14,9	7,5
75 DAE	148,4	14,0	9,5	141,0	22,7	16,1	220,8	10,2	4,6

Fonte: Vale (2013)

Tabela 2 – Altura média (cm) das plantas de Capim-elefante roxo e verde e sorgo irrigados com rejeito do dessalinizador, obtida a cada 15 dias após a emergência (DAE), com os respectivos desvios padrões (DP) e coeficientes de variação (CV %).

Data de coleta Cultura	Altura das plantas (cm)								
	Capim roxo			Capim verde			Sorgo		
	Média	DP	CV %	Média	DP	CV %	Média	DP	CV %
30 DAE	73,7	5,5	7,5	68,1	12,4	18,2	112,1	19,6	19,5
45 DAE	89,9	14,4	16,1	84,0	25,9	30,8	132,5	20,4	15,4
60 DAE	109,7	26,9	24,6	110,8	25,1	22,6	162,1	12,5	7,7
75 DAE	114,8	22,5	19,6	113,0	21,3	18,2	174,3	38,9	22,4

Fonte: Vale (2013)

QUALIDADE DA ÁGUA

A Tabela 3 sumariza as principais características da água de irrigação utilizada na pesquisa. O pH é levemente elevado sobretudo na água de rejeito, porem próximo da neutralidade. A água do rejeito apresentou um aumento na salinidade em torno de 28% em relação à água do lençol freático, o que pode afetar ainda mais o desenvolvimento das culturas. Em relação à condutividade elétrica, as amostras de água foram classificadas, de acordo com tabela da UUUC - University of California Committee of Consultantes (Ayers e Westcot, 1991), como de alto risco de salinidade ($1,5 \text{ dS/m} < C3 < 3,0 \text{ dS/m}$ - água do lençol freático) mas com muito maior risco de salinidade ($C4 > 3,0 \text{ dS/m}$ - água do rejeito). Assim, a água do tratamento de irrigação T1 (lençol freático) apresentou alto risco de salinidade enquanto que a do tratamento T2 (rejeito do dessalinizador) apresentou muito alto risco de salinidade. A razão de adsorção de sódio (RAS) é o indicador mais adequado e adotado para avaliar a sodicidade das águas e sua capacidade de sodificação do solo. A RAS corrigida apresenta classificação de risco mais adequada ao efeito do sódio. Para ambos os tratamentos de irrigação (lençol freático e rejeito do dessalinizador), a RAS apresentou baixo risco de sodicidade (S1) e severo risco de toxicidade em relação ao sódio (T3). Assim como, segundo Holanda et al. (2010), o sorgo tolera 10 a 20 mmol/L

de sódio e de cloreto em água, no experimento, encontrando-se dentro do limite estipulado. O risco sanitário (Coliformes termotolerantes = 4,0 NMP/100 mL) praticamente não existe, pois se encontra muito abaixo do limite estabelecido pela legislação brasileira (BRASIL, 2005) cujo valor não deverá exceder 200 coliformes termotolerantes por 100 mL.

Tabela 3 – Características químicas e microbiológicas das águas utilizadas na irrigação do sorgo e do capim-elefante na comunidade de “Riacho Salgado”, município de São Paulo do Potengi/RN.

Parâmetro	Água do lençol freático Valor médio	Água do rejeito Valor médio
pH	7,40	7,7
Condutividade elétrica, dS/m	2,89	3,69
Cálcio, mmol/L	4,26	5,82
Magnésio, mmol/L	8,61	11,97
Sódio, mmol/L	14,04	17,04
Potássio, mmol/L	0,44	0,58
Bicarbonato, mmol/L	18,31	8,70
Carbonato, mmol/L	0,00	0,00
Cloreto, mmol/L	18,31	26,90
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	4,50	4,00
RAS° (mmol/L) ^{0,5}	6,19	6,64
Classe de água para irrigação	C ₃ S ₃ T ₃	C ₄ S ₃ T ₃

Fonte: Vale (2013)

PRODUÇÃO DE MASSA VERDE E MASSA SECA

Os valores médios da massa: verde e seca do capim-elefante, obtidos no período entre 60 e 75 dias após a emergência e do sorgo aos 75 dias após a emergência, são apresentados na Tabela 4. Verificou-se que o aumento da salinidade diminuiu a massa verde e seca de todas as forrageiras estudadas.

A alta produção de massa verde do sorgo avaliado (Tabela 04) irrigado com água do poço tubular correspondente a um hectare foi estimada em 47,5 t/ha, enquanto a massa verde irrigada com

água do rejeito do dessalinizador ocorreu redução de 20,4%. Entretanto, a produção de biomassa verde de ambos os tratamentos estudados, manteve-se próximo ou superior à média obtida por Cunha e Lima (2010), Aguiar et al. (2008), Santos, et al. (2007) e Paulo et al. (2008) cultivada em sequeiro que obtiveram por corte, 46,7 t/ha, 40,37 t/ha, 51,70 t/ha e 33,70 t/ha, respectivamente. Porém, obtivemos valores inferiores a Vieira et al. (2005) que obteve 57,0 t/ha e 64,7 t/ha de sorgo forrageiro genótipo CSF 18 colhido com 112 dias com uso de água de condutividade elétrica de 0,90 dS/m e 5,80 dS/m, respectivamente. Também ficou aquém da produtividade obtida por Lima et al. (2012) que estudou o comportamento do sorgo forrageiro BRS Ponta Negra irrigado com água doce no Rio Grande do Norte e obtiveram por corte 82 t/ha de massa verde.

Tabela 4. Valores de massa verde (MV) t/ha, massa seca (MS) t/ha e percentual de massa seca (%MS) do capim-elefante e do sorgo obtidos aos 60 e 75 dias após a emergência (DAE).

Área irrigada (época do corte) Cultura	Capim roxo		Capim verde		Sorgo		% MS		
	MV	MS	MV	MS	MV	MS	CER	CEV	S
Lençol freático (DAE = 60)	19,4	3,9	17,8	3,5	ND	ND	20,1	19,7	ND
Lençol freático (DAE = 75)	22,1	4,6	19,1	3,9	47,5	14,5	20,8	20,4	30,5
Rejeito (DAE = 60)	15,3	2,6	13,9	2,6	ND	ND	18,5	18,3	ND
Rejeito (DAE = 75)	16,7	3,4	14,5	2,9	37,8	11,0	20,4	20,0	29,1

ND = não determinado

Fonte: Vale (3013)

A produção da massa verde do capim-elefante foi maior na cultivar roxo em todos os tratamentos e idades de corte. Ocorreu redução na massa verde com o aumento da salinidade, relação capim-elefante roxo e verde foram de 21,1% e 21,9 no corte realizado aos 60 dias e 24,4% e 24,1% no corte 75 dias, respectivamente, em relação aos dois tratamentos. Os valores obtidos foram inferiores aos encontrados na literatura com uso de água doce, tais como, Dantas et al. (2002) obtiveram 35,8 t/ha/

corte, com o cultivar Mott. Entretanto a massa verde do capim-elefante irrigada com água do lençol freático ficou no limite mínimo recomendado por Lima (2007a) que estima a produção de 20 a 30 t/ha no mesmo período.

O sorgo apresentou produção de matéria seca bem superior ao capim-elefante, o resultado obtido de 14,5 t/ha foi superior ao relatado por Aguiar et al. (2008) com corte de 86 dias tendo obtido 11,2 t/ha com 27,5% MS, ficou dentro da faixa de produtividade de Lima et al. (2007b) na qual a massa seca aceita é de 12 a 15 t/ha no ciclo de 105 dias com aplicação da mesma cultivar e uso de água doce.

Para o capim-elefante foi programamos a melhor época para o corte que corresponde aos 60 dias após a emergência, quando a maioria dos cultivares de capim-elefante apresenta uma produção média de matéria seca em torno de 6,5 t/ha (Dantas, 2004). Entretanto, nosso experimento ficou abaixo para as duas cultivares e os dois tratamentos empregados. Também ficou abaixo da produção obtido por Machado et al. (1996) na qual o plantio foi realizado com o mesmo espaçamento com rendimento de 13,0 t/ha cujo corte ocorreu aos 113 dias após a emergência.

PROTEÍNA BRUTA

Os valores acumulados da proteína bruta, obtidos a 60 e 75 dias após a emergência, estão expostos na Tabela 5. O aumento da salinidade da água de irrigação provocou reduções nos teores de proteína bruta nas duas culturas estudadas. Verificou-se que nas gramíneas tropicais, o aumento na idade da planta é acompanhada da queda do valor nutritivo de acordo Acunha et al. (1997). O sorgo apresentou maior teor de proteína do que o capim-elefante na mesma época de corte. Em relação ao capim-elefante a cultivar roxo apresentou maior concentração de proteína. A maior quantidade de proteína bruta encontra-se nas folhas das duas culturas, entretanto sorgo BRS Ponta Negra o desempenho produtivo da panícula foi comprometido devido ao consumo de grãos pelos pássaros existentes na área de estudo. Os resultados de proteínas obtidos para o sorgo BRS Ponta Negra

foram superiores aos observados por Vieira et al. (2005) e atende aos teores mínimos de proteínas nos alimentos dos animais ruminantes. No entanto, foi inferior obtidos por Santos et al. (2007) e Lima et al. (2007b) que foi igual 16,2% para a proteína existente nas folhas do sorgo da mesma cultivar.

Tabela 5. Valores de proteína bruta (%) acumulados nas partes do capim-elefante e do sorgo, folha (F), colmo (C), raiz (R) e Panícula (P) aos 60 e 75 dias após a germinação

Área irrigada e idade do corte/cultura	Capim roxo			Capim verde			Sorgo			
	F	C	R	F	C	R	F	C	R	P
T1 – 60 dias	10,21	7,74	5,38	8,73	7,66	5,27	ND	ND	ND	ND
T1 – 75 dias	7,49	5,51	5,10	7,08	6,01	3,95	12,02	2,72	3,42	8,64
T2 – 60 dias	9,22	6,91	3,62	7,66	5,76	3,62	ND	ND	ND	ND
T2 – 75 dias	5,87	3,68	3,54	4,67	3,18	3,26	7,14	2,49	3,26	5,31

ND = não determinado, T1 = tratamento com água do lençol freático, T2 = tratamento com água do rejeito.

Fonte: Vale (2013)

Em relação ao capim-elefante os valores obtidos para a proteína bruta foram inferiores aos observados por Acunha et al. (1997) utilizando capim-elefante anão cortado em 56 dias registro de 9,5% e 7,9% em 84 dias. No entanto, foram próximos da média de 8% encontrados na pesquisa realizado por Dantas (2004) de vários artigos cuja proteína bruta varia de 4,26 a 15,3%, porém o capim-elefante irrigado com rejeito do dessalinizador ficou abaixo.

VIABILIDADE ECONÔMICA

O aproveitamento do rejeito do dessalinizador visa reduzir o impacto no meio ambiente, mas também a possibilidade de gerar renda e alimentos, através do cultivo de tilápia ou camarão e na irrigação de forrageiras, etc., ou no uso direto de água subterrânea salobra. É necessário avaliar viabilidade econômica do projeto, assim é necessário conhece a produtividade e os custos de produção para cada tratamento e para cada cultura.

Em relação à receita bruta que corresponde o preço unitário multiplicado pela produtividade, o preço do produto comercial das forrageiras de massa fresca, independentemente do tipo vendido, apresentou o mesmo valor unitário de R\$ 0,25 no segundo semestre de 2012, sem custo de transporte, sabendo que no mesmo período o governo estadual na sua distribuição de forrageira (sorgo) aos agricultores comprou no mercado a R\$ 0,75 kg-1, também na forma de massa fresca. Na tabela 6 os valores de receita bruta para o tratamento 01 (irrigado com água subterrânea) e tratamento 02 (irrigado com rejeito do dessalinizador).

Tabela 6 – Receita bruta da massa fresca em 75 dias do capim-elefante roxo (CER) e verde (CEV) e do sorgo BRS Ponta Negra nos dois tratamentos (T1 e T2) na comunidade de Riacho Salgado

Culturas	Tratamento 1 (R\$)		Tratamento 2 (R\$)	
	Receita bruta da Área pesquisada	Receita bruta por hectare	Receita bruta da Área pesquisada	Receita bruta por hectare
CER	165,75	5.525,00	315,63	4.175,00
CEV	167,13	4.775,00	274,05	3.625,00
Sorgo	748,13	11.875,00	1.323,00	9.375,00
TOTAL	1.080,01	22.175,00	1.912,68	17.175,00

Fonte: Vale (2013)

A área do tratamento 1 mesmo sendo menor que a área do tratamento 2 apresentou maior receita bruta, isto ocorreu por apresentar maior produtividade para as três culturas.

O custo de produção é a soma do custo de mão de obra somado ao custo de insumos e o custo de energia que no tratamento 2 (R\$ 1.396,00) foi 92,0 % superior que do tratamento 1 (R\$ 726,00), isto era esperado, pois a sua área é mais que o dobro. Verifica-se que o maior custo de produção para os dois tratamentos foi com os insumos, sendo 40% para o tratamento 1 e 44% para o tratamento 2, principalmente a compra do capim-elefante, seguido pela mão de obra, 38% para o tratamento 1 e 39% para o tratamento 2 e o último o custo foi com a energia, 22% para o tratamento 1 e 17% para o tratamento 2.

A Tabela 7 contém os resultados da análise econômica de cada tratamento e da totalidade do projeto. As culturas do tratamento 1 irrigado com água de menor salinidade resultou parâmetros econômicos superiores ao tratamento 2. Os tratamentos individualizados não apresentaram prejuízo, mas pouco rentável, o projeto global apresentou resultado satisfatório com renda líquida próxima ao salário mínimo. Porém estes parâmetros econômicos podem ser melhorados em virtude que o custo com energia em sistema de dessalinização, geralmente, é custeado pela prefeitura, e também o custo com o corte da terra, em virtude das prefeituras disponibilizam o trator, aumentando assim, a renda líquida do projeto global em 63%. Outra forma de aumentar os parâmetros econômicos dos dois tratamentos seria a substituição do capim-elefante pelo sorgo BRS Ponta Negra, essa mudança resulta um aumento de 183% no primeiro ciclo da cultura. Outro dado importante é o tempo da transação comercial que é de 75 dias, o que corresponde dizer que teremos pelos menos 4 repetições ao ano. Se o projeto cultivasse apenas o capim-elefante resultaria resultados econômicos no primeiro ciclo da cultura, porém apresentaria valores positivos no segundo ciclo.

Tabela 7 – Análise econômica dos tratamentos (T1 e T2): receita bruta (RB), custo de produção (CP), renda líquida (RL), índice de lucratividade (IL) e taxa de rentabilidade (TRent)

Tratamento	RB (R\$)	CP (R\$)	RL (R\$)	TR	IL	TRent
T 1 projeto	1.081,01	726,00	355,01	1,49	0,33	1,15
T 2 projeto	1.912,68	1.396,00	516,68	1,37	0,27	0,37
Total	2.993,69	2.122,00	871,69	1,41	0,29	0,41

Fonte: Vale (2013)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da análise da produtividade e da qualidade do capim-elefante e do sorgo irrigados com água do lençol freático e do rejeito de dessalinizador, utilizados na comunidade de “Riacho Salgado”, no município de São Paulo do Potengi/RN, permitem estas seguintes considerações finais ou conclusões: os efeitos

da salinidade da água se refletiram sobre sorgo BRS Ponta Negra e o capim-elefante roxo e verde, reduzindo a altura, o teor de proteína bruta e o acúmulo de biomassa verde e seca, de modo que a irrigação com rejeito da dessalinização da água apresentou valores inferiores em todos os parâmetros estudados em relação à água do lençol freático; o sorgo BRS Ponta Negra foi mais produtivo que o capim-elefante em relação à biomassa verde e seca, e a proteína bruta para o mesmo período de corte, sendo a produtividade do capim-elefante roxo relativamente superior àquela do capim-elefante verde; os resultados obtidos, tanto em termos qualitativo como quantitativos, sugerem o uso potencial de sorgo forrageiro BRS Ponta Negra em relação ao capim-elefante quando irrigado com águas com moderados níveis de salinidade. O sorgo Ponta Negra por possuir características apropriadas ao semiárido nordestino e apresentar tolerância moderada à salinidade, apresenta-se como alternativa para o aproveitamento do rejeito da dessalinização de água por osmose reversa desde que apresente condições de salinidade da água igual ou inferior à estudada, gerando uma fonte alternativa de renda aos associados de Usuários de Água, habitantes do semiárido nordestino; e os resultados da análise econômica do capim-elefante e do sorgo irrigados com água do lençol freático e do rejeito do dessalinizador apresentaram valores positivos. O tratamento 1 apresentou maior viabilidade econômica em todos os parâmetros analisados.

Os resultados obtidos sugerem a substituição do capim-elefante roxo e verde pelo sorgo forrageiro BRS Ponta Negra, assim aumentaria a viabilidade econômica e o projeto tornaria autossustentável. O sorgo Ponta Negra por possuir características apropriadas ao semiárido nordestino e apresentar tolerância moderada à salinidade, apresenta-se como alternativa para o aproveitamento do rejeito da dessalinização de água por osmose reversa ou águas salobras subterrâneas com as mesmas condições de salinidade da água estudada, gerando uma fonte alternativa de alimentos para o gado ou de renda aos associados de Usuários de Água, habitantes do semiárido nordestino.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, E.M.; LIMA, J.M.P.; CUNHA, E.E.; FREITAS, M.O.; GOUVEIA, H. S. A.; MELO, A.B.; CASTRO, O.P. C.M. Caracterização de acessos, repetibilidade e herdabilidade de características produtivas de sorgo forrageiro cultivado no litoral potiguar. Anais do 45ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Lavras, Mg, 2008.

ACUNHA, J.B.V; COELHO, R.W. Efeito da altura e intervalo de corte do capim-elefante anão: produção e qualidade da forragem. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 32, n. 1, p. 117-122, 1997.

AHMED, M.; ARAKEL, A.; HOEY, D.; THUMARUKUDY, M. R.; GOOSEN, M. F. A.; HADDABI, M. A.; BELUSHI, A. A. Feasibility of salt production from inland RO desalination plant reject brine: a case study. Desalination, Amsterdam, v.158, n.1-3, p.109-117, 2003.

ALMEIDA, O.A. Qualidade da água para irrigação. Dados eletrônicos – Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.

ALCÂNTARA, P.B., BUFARAH, G. Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas. São Paulo, Editora Nobel, 2ª ed., 1983, 150p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA) et al. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th edition. Public Health Association Inc., New York, 2005.

AMORIM, M. C. C.; SILVA JÚNIOR, L. G. A.; PORTO, E. R. Efeito de sais no solo provenientes de rejeitos da dessalinização por osmose inversa no semi-árido Pernambucano. Anais. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola; 26, 1997, Campina Grande. Anais... Campina Grande: SBEA, 1997. CD Rom

ARAÚJO, G. G. L. de. Produção e uso do feno da erva sal na alimentação de caprinos e ovinos no semiárido. Petrolina, PE. Embrapa Semiárido, 2006. 33 p. (MMA/SRH, Embrapa Semiárido. Cartilha do PAD).

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Traduzido por H.R. Gheyl, J.F. de Medeiros, F.A.V. Damasceno.

Campina Grande: UFPB, 1991, 218p. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29, rev. 1).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.

CUNHA, E.E. LIMA, J.M.P. Caracterização de genótipos e estimativa de parâmetros genéticos de características produtivas de sorgo forrageiro, Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n.4, p.701-706, 2010.

DANTAS, J.A.; BEZERRA NETO, E.; AGUIAR, E.M. Efeito da adubação nitrogenada no desenvolvimento vegetativo do capim-elefante cv. "mott" em dois tipos de solos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39ª. Recife, 2002; UFRPE. Anais. Forragicultura.

DANTAS, J.A. Seleção e avaliação de clones de Pennisetum sob estresse salino. Tese em Zootecnia na Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2004

DIAS, N.S.; SILVA, M.R.F.; GHEYI, H,R. (Org.). Recursos hídricos usos e manejos. São Paulo, Editora Livraria da Física, 2011, 152p.

EPA Environmental Protection Agency. In: National Primary Drinking Water Regulations Current Driking Water Standards. Office of Water. 1991.

FONSECA, A. L.; VALE, M. B.; ARAÚJO, A. L. C.; FERNANDES, A. K. S.; GADELHA, C. P. F. Avaliação dos sistemas de dessalinização de águas no semiárido no Rio Grande do Norte. Anais ... 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande/MS, 2005.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2010. p. 43-61.

INGÁ - Instituto de Gestão das Águas e Clima. Plano estadual do programa água doce: estado da Bahia (2010-2019). Salvador, 2010, 158p.

LIMA, G.F. C; ARAÚJO, G.G.L; MACIEL, F.C. Produção e conservação de forragens em escala para sustentabilidade dos rebanhos caprinos e ovinos na agricultura de base familiar. In: Simpósio Internacional Sobre Caprinos e Ovinos de Corte, 3., 2007, João Pessoa. Anais... João Pessoa: SEBRAE-PB: EMEPA-PB, 2007a. 1 CD-ROM.

LIMA, J.M.P. BRS Ponta Negra - Sorgo com grande potencial forrageiro. Emparn/Embrapa. Folder. Natal, RN, 2005.

LIMA, J. M. P.; LIMA, M. L.; LIRA, M. A.; DANTAS, J. A. Nova Cultivar de sorgo forrageiro de dupla finalidade para o Semiárido Nordeste. Parnamirim: EMPARN: 2007b. Disponível em: <<http://www.emater.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/emparn/arquivos/publicacoes/Jo%E3o%20>>. Acesso em: 13 nov, 2012.

LIMA, J.M.P.; LIMA, M.L.; DANTAS, J.A.; FREITAS, M.O.; OLIVEIRA, J.S.F. Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro irrigado no Rio Grande do Norte. Disponível em: <<http://www.emparn.rn.gov.br/links/publicações>>. Acesso em 11 de dezembro de 2012.

MACHADO, A.N., SIEWERDT, L., SILVEIRA JÚNIOR, P., SIEWERDT, F. Efeito do espaçamento de plantio na produção e qualidade de forragem capim-elefante cv. Três Rios. Rev. Bras. de Agrociência, v.2, n.1, p.57-62, 1996.

MAGALHÃES, J. A.; LOPES, E. A.; RODRIGUES, B. H. N.; COSTA, N. L.; BARROS, N. N.; MATTEI, D. A. Influência da adubação nitrogenada e da idade de corte sobre o rendimento forrageiro do capim-elefante, Revista Ciência Agronômica, v.37, p.91-96, 2006.

PAULO, J. L. A.; FREITAS, M. O. Desempenho produtivo do sorgo forrageiro (sorghum bicolor (L.) moench) variedade BRS Ponta Negra no litoral do RN. In: ZOOTEC 2008, João Pessoa. Anais.. João Pessoa: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2008. 3p.

PEREIRA, E.B.; CARDOSO, A.A.A.; VIEIRA, C.; LURES, E.G.; KUGIRARI,Y. Viabilidade econômica do composto orgânico na cultura do feijão. Cariacica: EMCAPA, 1985. 4p. Comunicado Técnico

PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C.; SILVA JÚNIOR, L. G. A. Uso do rejeito da dessalinização de água salobra para irrigação da erva-sal

(Atriplex nummularia). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 111-114, 2001.

RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. The use of saline waters for crop production. Rome: FAO, 1992. 133p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48).

SANTOS, O. O.; ARAÚJO, G. G. L. de; MISTURA, C.; PEREIRA, L. G. R.; PORTO, E. R.; ARAÚJO, J. R. de; BRANDÃO, L. G. N. Ácidos orgânicos em silagens de erva-sal com diferentes proporções de capim-elefante . In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. Anais... Inovação científica e tecnológica em zootecnia: anais dos resumos. Maringá: SBZ: UEM, 2009b. 1 CD-ROM.

SANTOS F. G.; RODRIGUES, J. A. S.; SCHAFFERT, R. E.; LIMA, J. M. P.; PITTA, G. V. E.; CASELA, C. R.; SILVA, FERREIRA, A. S. BRS Ponta Negra Variedade de Sorgo Forrageiro. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. (Comunicado Técnico, 145).

SARAIVA, V. M. e Konig, A. Produtividade do capim-elefante-roxo irrigado com efluente doméstico tratado no semiárido potiguar e suas utilidades. Revista Holos. Vol 1, p28-46, 2013.

SECKLER, D.; AMARASINGHE, U.; MOLDEM, D.; SILVA, R. & BAKER, R. World water demand and supply, 1990 to 2025: Scenarios and Issues. Colombo, International Water Management Institute, 1998. 41p. (Research Report, 19).

SILVA, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

SILVA, E. V. Diagnóstico da situação dos dessalinizadores do Estado do Rio Grande do Norte. Monografia em Tecnologia em Gestão Ambiental, IFRN, Natal, 2010, 47p.

TABOSA, J.N.; SILVA, F.G.; NASCIMENTO, M.M.A.; BARROS, A.H.C.; BRITO, A.R.M.B.; SIMPLÍCIO, J.B.. Genótipos de Sorgo Forrageiro no Semiárido de Pernambuco e Alagoas – Estimativas de Parâmetros Genéticos de variáveis de Produção. XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO - Águas de Lindóia, São Paulo, 2012.

VALE, M. B. do. Eficiência econômica e tolerância à salinidade do capim-elefante e sorgo no Agreste Potiguar. 2013, 87p. Tese (Doutorado em Recursos Naturais), Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande.

VIEIRA, M.R; LACERDA, C.F; CÂNDIDO M.J.D; CARVALHO, P.L; COSTA R.N.T;TABOSA, J.N. Produtividade e qualidade da forragem de sorgo irrigado com águas salinas. Rev. Bras. Eng. Agric. Amb. 9:42-46,2005.

VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C.; BORGES, I. D.; RESENDE, A. V. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. Bragantia. v.66, n.2, p.235-245, 2007.

Sustentabilidade da produção moderna de bananeira de Ipanguaçu-RN: algumas considerações

*Leci Martins Menezes Reis¹⁰
Gesinaldo Ataíde Cândido¹¹*

Desde a crise ambiental oriunda da década de 1970 até às atuais instabilidades financeiras, brasileira e mundial, a projeção da fruticultura de produção moderna, alicerçada na revolução verde, vem sendo objeto de estudo, por alguns estudiosos, sobre como se tem dado a expansão das áreas de cultivo, a formação de ilhas tecnológicas, o desenvolvimento local e os índices de sustentabilidade, mediante ao uso dos recursos naturais como a água mediante a técnica de irrigação; o solo com a formação estéril e a vegetação mediante o desmatamento e as queimadas, além de questões socioeconômicas como desemprego e escoamento da produção no mercado tanto local e quanto global.

10 Graduada em Estudos Sociais (Universidade Federal de Santa Maria) e em Geografia (Universidade Federal de Roraima), mestra em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Universidade Federal da Paraíba) e doutora em Recursos Naturais (Universidade Federal de Campina Grande). Professora do Instituto Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: leci.reis@ifrn.edu.br.

11 Graduado em Administração Geral (Universidade Federal da Paraíba), mestre em Administração (Universidade Federal da Paraíba) doutor em Engenharia de Produção (Universidade Federal de Santa Catarina). Professor Titular da Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: gacandido@uol.com.br.

Essa forma de agricultura irrigada, alicerçada na revolução verde caracteriza-se por avanços científicos e tecnológicos o que tem possibilitado a produção e o uso de agroquímicos, a maximização produtiva e o lucro, mas também gerado impactos, traduzidos em efeito estufa, desmatamento, chuvas ácidas, dentre outros, que têm ameaçado a sobrevivência e a qualidade da vida humana e apontado como responsável pelos ciclos de degradação e pobreza observados em grandes regiões do planeta (ALTIERI, 2002). Porém, tem sido defendido por outros como promotora de resultados à produção de alimentos, à geração de renda e emprego qualificado e ao incentivo a pesquisa e tecnologia (BORLAUG, 1997; 2008; BENTON, 2012; PRIMAVESI, 2013).

A fruticultura irrigada, mais precisamente a bananeira, que utilizam alta tecnologia¹² tem sido amplamente questionado devido ser embasada nos princípios da revolução verde. Talvez seja por isso que, no curso dos últimos tempos, têm surgido dúvidas sobre a produtividade, em longo prazo, da fruticultura moderna, baseada nos insumos externos e quanto à sustentabilidade dessa agricultura (TISDELL, 1999).

Entretanto, não se desconsidera que a atividade agrícola intensiva tem se voltado basicamente para a produção de alimentos, fibras e energia, visando atender, sobretudo, o aumento populacional e, por conseguinte, o crescimento do consumo e a sobrevivência humana. Estudos como os de Borlaug (1997), abordando a reprodução vegetal, têm permitido o aumento da produção agrícola em diversas regiões. Somando-se a isso, pesquisas sobre a disseminação de variedades de cereais de alto rendimento podem ter contribuído para evitar o aumento da fome causado pela baixa disponibilidade de alimentos de origem agrícola.

Os agroecossistemas (termo abreviado neste artigo como AGROS) de produção moderna, ou irrigados, têm recebido diversas adjetivações. Fala-se em agricultura de produção moderna, intensiva, comercial, convencional, tecnológica, científica, plan-

12 Utiliza insumos externos (agrotóxicos, herbicidas, maquinários, sementes selecionadas, conhecimento técnico científico, dentre outros). Nesse processo podem ser percebidos níveis, distintos quanto ao uso de tecnologias e manejo nos AGROS, formando subsistemas, o que emprega: baixa e alta tecnologia, tendo como base inovação científica e tecnológica, modernização da agricultura (DINIZ, 1986, p. 218).

tation, dentre outras denominações (BORLAUG, 1997; SANTOS; SILVEIRA, 2002). Juntamente com essas denominações, surgiram às discussões sobre sustentabilidade, que trazem para o debate a importância da inclusão das dimensões ambiental, econômica e social, tendo como eixo norteador as práticas e os manejos dos recursos naturais que podem delinear sistemas agrícolas sustentáveis (SACHS, 2004). No pensar Schultz (1965) esses sistemas devem considerar à relação homem-natureza, isto é, a interação entre os aspectos sociais e os recursos naturais, definidos como o conjunto das atividades realizadas, considerando-se elementos biofísicos e socioeconômicos.

Algumas dessas práticas são vivenciadas, empiricamente, nos AGROs de produção moderna de Ipanguaçu-RN e, teoricamente, em estudos como o de Sampaio (2003) discutindo o agronegócio na economia brasileira; o de Gomes (1999) abordando a instalação da fruticultura no Vale do Açu; o de Albano (2008) refletindo a globalização e concentração fundiária no município de Ipanguaçu-RN; o de Antas (2011) analisando o índice da qualidade da água para irrigação do Rio Piranhas-Açu.

Com a construção da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, mais conhecida como Barragem do Açu, surgiu um novo sistema produtivo no vale do rio Piranhas-Açu, o que contribuiu para a estruturação do polo fruticultor, impulsionado, dentre outras razões, pelo incremento tecnológico hídrico instalado na região, a qual outrora sofria com a escassez de água. No sistema produtivo de Ipanguaçu-RN, ocorreram transformações, surgindo novas formas de produção, as quais promoveram um novo sistema agrícola, do tipo moderno, de fruticultura, diferente do que historicamente era desenvolvido pelo complexo agropecuário: agricultura de subsistência (feijão, milho e batata-doce), cultivo do algodão, criação de gado e extração da cera de carnaúba.

Em consonância com a contextualização da temática exposta a questão problema partiu da seguinte indagação: dos AGROs de produção moderna, situado em Ipanguaçu-RN, qual o mais sustentável? Como o objetivo geral foi o de avaliar a sustentabilidade dos agroecossistemas de produção moderna de bananeira, do município de Ipanguaçu, estado do Rio Grande do Norte, no ano agrícola de 2011 e 2012. A metodologia caracterizou-se como pes-

quisa bibliográfica (GIL, 2009) e estudo de caso (YIN, 2007), utilizando a ferramenta para avaliação o desenvolvimento integrado sustentável (IDS3), sistematizado por Sepúlveda (2008).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com o intuito de avaliar a sustentabilidade dos AGROs de produção moderna, traz-se à tona uma discussão conceitual sobre sustentabilidade. A palavra sustentabilidade tem sua origem no latim *sustentare*, que significa suportar, ou seja, no caso de nosso estudo, manter em situação de harmonia as relações do homem com os recursos naturais. O termo foi citado pela primeira vez, com essa acepção em 1972, no livro *Blueprint for Survival* (GOLDSMITH, ALLEN, ALLABY, 1972). Contudo, discuti-se que o entendimento de desenvolvimento sustentável surgiu no início dos anos de 1970, na crítica da sociedade ao modelo de desenvolvimento até então dominante, exclusivamente à base de crescimento econômico (BELLEN, 2005).

De acordo com esse autor, o termo desenvolvimento sustentável foi debatido em dois eventos internacionais. O primeiro foi a Conferência de Estocolmo, de 1972, sobre meio ambiente humano, onde foi apreciado o relatório *The limits to growth* (MEADOWS et al., 1972), ressaltando-se que os problemas ambientais ocorriam numa escala global e aumentavam de forma exponencial. O segundo foi o Relatório da Comissão Brundtland, no qual desenvolvimento sustentável é descrito como capaz de satisfazer as necessidades presentes sem impedir que gerações futuras possam suprir as suas (CMMAD, 1988). Essa foi a primeira definição mundialmente aceita; a segunda, bem mais aceita atualmente, foi a do documento, de 40 capítulos, intitulado *Agenda 21* (UNITED NATIONS, 1993).

Após a difusão desse documento, o termo sustentabilidade foi se tornando mundialmente conhecido, e cada vez mais utilizado em todos os setores da economia. No entanto, não há um consenso quanto ao conceito, pois o significado é distinto para diferentes pessoas e revelam valores e percepções, na maioria das vezes, conflitantes sobre a utilização dos recursos naturais, e o desenvolvimento econômico e social. Desse modo, não há

uma única definição de sustentabilidade, ou desenvolvimento sustentável, e nem agricultura sustentável. Porém, corroborando a construção da definição de sustentabilidade pelo viés da agricultura, destacam-se as ideias de autores clássicos e contemporâneos: Schultz (1965), Conway (1993), Tisdell (1999), Hammond et al., (1995) Sachs (2004); Sepúlveda (2008) e Benton (2012).

Inicialmente, o clássico Schultz (1965), defende a premissa de que a adoção das novas tecnologias agrárias permite a elevação da renda de AGROs de forma de produção moderna, através do aumento da produção, da produtividade e do lucro, podendo gerar bons níveis de sustentabilidade nos AGROs de forma da produção moderna. Para esse autor, situações como inundação de áreas férteis, esterilização no solo, alteração na qualidade da água, redução da mata nativa e perda da biodiversidade tenham originado problemas socioambientais avassaladores e com o emprego de técnicas de manejo adequado e gestão dos recursos naturais, dentre outras práticas, poderiam adequar-se à sustentabilidade.

No pensar do contemporâneo Conway (1993), a sustentabilidade deve ser percebida pela visão genérica, por isso mesmo adaptável às diversas atividades antrópicas, sem perder a referência da escala local ao longo do tempo. Esse autor define sustentabilidade como a habilidade de um sistema em manter sua produtividade quando está sujeito a intenso esforço ou a alterações. Isto é, sustentabilidade seria a capacidade de um sistema de manter ou melhorar sua produtividade de acordo com o potencial de seus recursos naturais e com a aptidão socioeconômica local.

Como Tisdell (1999), reconhece-se aqui que sustentabilidade de sistemas agrícolas é mais um atributo a ser considerado no desempenho dos AGROs, e que outros devem ser considerados, como produtividade e distribuição de renda. Além disso, no que diz respeito à sustentabilidade, deve-se esperar que a manutenção de determinado sistema agrícola tivesse continuidade, não apenas dos fatores biofísicos, mas também dos sociais.

Na percepção de Hammond et al. (1995) e Sachs (2004) conceituam sustentabilidade como um processo multidimensional e intertemporal entre homem-natureza. Portanto a sustentabilidade deve ser praticada na escala local, tendo como eixos de ligação

as dimensões ambiental (sustentabilidade), econômica (competitividade), social (equidade).

E por fim, Sepúlveda (2008) expõem que desenvolvimento sustentável é considerado como um processo multidimensional e intertemporal, interligados pelo eixo dos princípios da equidade, resiliência, competitividade e governança, desde que haja interações nas dimensões social, econômica, ambiental e político-institucional, mantendo-se em harmonia por aproximadamente 20 anos.

Refletindo às relações homem-natureza, não há apenas um limite mínimo para o bem-estar da sociedade humana, mas também um limite máximo para o uso e o manejo dos recursos naturais, de modo que os sistemas agrícolas sejam sustentáveis. Neste estudo, entende-se que praticar sustentabilidade deve ser um processo que vise transformar a dinâmica do desenvolvimento in loco por meio de uma gestão sustentável de atividades produtivas, considerando o potencial dos recursos naturais, sociais e econômicos, e que se sustente por longo período. Isto é, o uso dos recursos naturais deve ser elemento-chave de qualquer estratégia que objetiva o desenvolvimento sustentável, não só por sua importância para gerações futuras, mas por serem elementos cruciais para sustentação da vida neste planeta.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Ipanguaçu-RN com área de 374,236 Km² e clima semiárido, com precipitação pluviométrica anual observada de 662.1mm, período chuvoso entre fevereiro e maio, e temperaturas médias de 27,9 °C (IDEMA, 2008). A população residente é de aproximadamente 13.856 habitantes – assim distribuída: 5.383 na área urbana e 8.473 na área rural – resultando numa densidade demográfica de 37,02 hab./Km² (IBGE, 2011). Distante da capital Natal, aproximadamente 211 km, tem como acesso rodoviário a BR-304, e no trecho de Itajá–RN em congruência, à direita, a RN–118.

Geograficamente, Ipanguaçu–RN situa-se nos domínios da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu, numa altitude, aproxima-

mente, de 24 metros. No trecho que fica à margem direita do rio Piranhas-Açu à rodovia estadual RN-118, localizam-se os 4 AGROs de forma de produção moderna, objetos deste estudo.

A maior parte da população desse município reside na zona rural, com total de habitantes 13.856 hab., aproximadamente 61% concentram-se nas áreas rurais 8.473 hab., os 38,92% restantes residem na zona urbana somando 5.383 hab. e com densidade demográfica 37,02 hab./km² (IBGE, 2012). Quanto aos aspectos sociais e econômicos da população local, aproximadamente 39,4% estão acima da linha de pobreza, 31,1% entre a linha de indigência e de pobreza e 29,5% abaixo da linha de indigência, o que tem demonstrado ser um município muito carente no tocante a aspectos socioeconômico, mesmo sendo considerado grande produtor de fruticultura irrigada e localizado na rota de produção petrolífera onshore.

Nos AGROs de forma de produção moderna de Ipangaçu-RN, o cultivo da bananeira tem tido certa hegemonia quanto à dimensão das áreas plantadas (Tabela 1) e à produtividade (Tabela 2). Neles, o novo processo de produção tem se voltado para ações dinamizadoras, como: redução do custo unitário de produção, utilização do solo por meio de manejo adequado, padronização da qualidade dos produtos agrícolas, promoção de segurança alimentar, empregabilidade, redução do fator de risco de produção relacionado à escassez de água e competitividade interna e externa (IBGE, 2011; FIERN, 2011).

Com o intuito de mostrar a evolução da ocorrência de áreas plantadas de fruticultura permanente – bananeira e mangueira – no município de Ipangaçu-RN, apresenta-se, na Tabela 1 a área plantada, por hectare (ha.), no período de 1990 a 2011. No início, predominou áreas de mangueira, até 1996; a partir de então, essas vêm sendo superadas pelas de bananeira.

Tabela 1 – Área plantada de fruticultura permanente de Ipanguaçu-RN

Ano	Permanente (ha.)		Ano	Permanente (ha.)	
	Bananeira	Mangueira		Bananeira	Mangueira
1990	185	340	2001	560	500
1991	185	340	2002	1086	500
1992	185	340	2003	1086	500
1993	140	340	2004	1248	500
1994	140	380	2005	1293	480
1995	140	340	2006	1273	506
1996	100	340	2007	1330	500
1997	400	340	2008	783	500
1998	400	500	2009	757	500
1999	560	500	2010	786	200
2000	560	500	2011	786	350

Fonte: IBGE (2011).

Nessa tabela, observa-se que, embora, no curso dos últimos anos, o cultivo da bananeira tenha tido notoriedade no que diz respeito à área de produção, em relação a mangueira há certa redução do número de hectares plantados nos anos de 2008, 2009 e 2010, em relação ao ano de 2007. Essa redução tem sido atribuída ao excesso de chuvas precipitadas nos anos agrícolas de 2008 e 2009, no semiárido potiguar – Ipanguaçu-RN –, dificultando a realização adequada do manejo de produção e colheita dos AGROs de bananeira. Apesar dessa intempérie pluvial, muitos AGROs já apresentaram certa recuperação no ano de 2010.

Na Tabela 2, são apresentadas a produção de banana considerando escalas nacional, regional, estadual, microrregional, municipal e dos AGROs, no ano agrícola de 2011, bem como o percentual da produção dos AGROs em relação às escalas mencionadas referentes à produção de banana, em toneladas, no ano de 2011 (IBGE, 2011; campo, 2012).

Tabela 2 – Produção de banana, 2011

Escalas	Toneladas (ton.)	%
Brasil	7.329.471	0,46
Nordeste brasileiro	2.862.505	1,19
Rio Grande do Norte	142.750	23,87
Microrregião Vale do Açu-RN	76.523	44,52
Município de Ipangaçu-RN	29.475	115,6
AGROs de forma de produção moderna	34.074*	100

Fonte: IBGE (2011), MDIC (2011).

*Pesquisa de campo (2011).

CARACTERIZAÇÃO DOS AGROS DE PRODUÇÃO DE BANANEIRA

Os quatro AGROs pesquisados estão localizados à margem direita do Rio Piranhas Açu – de onde captam água para irrigação –, na planície fluvial, com altitude média de 23,7m e dominada por solos aluviais. Abrangem mais de 786 ha. de área plantada e têm rendimento médio de 37,5 ton./ ha. de banana (IBGE, 2011).

Esses AGROs estão distribuídos espacialmente nas seguintes comunidades:

Baldum – no sudoeste municipal, está o AGRO 1, distando 6,6 km da sede administrativa municipal, entre a latitude 9384210.00 no hemisfério sul e a longitude 735317.00 no hemisfério oeste; principais características: dimensões de 113.11, produtividade de 43,93 ton./ha., empregabilidade:172 pessoas (Pesquisa de campo, 2012).

Base Física – no oeste municipal, está o AGRO 2, distando 4,6 km da sede administrativa municipal, entre a latitude 9387012.00 no hemisfério sul e a longitude 734887.00 no hemisfério oeste; principais características: dimensão 150,92 ha. produtividade 37,92ton./ha., empregabilidade: 152 pessoas (Pesquisa de campo, 2012).

Olho D'água – no centro municipal, está o AGRO 3, distando 1 km da sede administrativa municipal, entre a latitude 9389526.00 no hemisfério sul e a longitude 736379.00 no hemisfério oeste,

principais características: dimensão de 274.39 ha. 58,45 ton./ha. empregabilidade: 310 pessoas (Pesquisa de campo, 2012).

Baldum – no sudoeste municipal, está o AGRO 4, distando 5,6 km da sede administrativa municipal, entre a latitude 9385094.00 no hemisfério sul e a longitude 735800.00 no hemisfério oeste; principais características: dimensões de 173.56 ha. produtividade de 42,32 ton./ha., empregabilidade: 180 pessoas (Pesquisa de campo, 2012).

Pode ser observado na tabela, 2 a elevada participação produtiva dos quatro AGROs modernos de bananeira (pesquisa de campo, 2011) quanto à produção agrícola municipal (IBGE,2011), em relação à escala nacional (0,46%), à regional (1,19%), à estadual (23,87%), à microrregional (45,85%) e à municipal (115,6%). Os dados percentuais revelam elevada produção de banana nos AGROs, em relação ao município, à microrregião e ao estado.

Porém, tal característica, apesar de contribuir para a geração de empregos local, promove diferença quantitativas no tocante à distribuição do número de empregos por gênero, predominando os homens, isto é, a distribuição de emprego não é equitativa (Tabela 3).

Tabela 3 – Distribuição de empregos por agroecossistema e gênero

Gênero	AGRO 1	AGRO 2	AGRO 3	AGRO 4
Mulheres	12	14	41	15
Homens	160	138	269	165
Soma	172	152	310	180
Total de empregos			814	

Fonte: Pesquisa de campo (2011).

A Tabela 3 expõe a quantidade reduzida de empregos disponíveis para mulheres em relação aos disponíveis para os homens. Apesar das peculiaridades na distinção entre trabalho de homem e trabalho de mulher e das exigências de redução do trabalho manual em momentos de ocorrência das intempéries climáticas ou nas crises econômicas da fruticultura, observa-se, efetivamente, um número de 82 mulheres, que estão desenvolvendo atividades

no setor administrativo, na secretaria, na recepção, na linha de produção empacotadeira, no serviço geral, dentre outros setores (pesquisa campo, 2011).

A principal característica desses AGROs é a produção de banana centrada em princípios da maximização da produtividade, da comercialização e do lucro (VEIGA, 2006; BORLAUG, 1997; 2008). A média de produtividade de 46 ton./ha. é superior ao rendimento médio obtido no município, 37,5 ton./ha. (IBGE, 2011). Setenta e cinco por cento é destinado à comercialização ao mercado externo, 8% é destinado ao mercado interno, isto é, às indústrias de beneficiamento – de doces e de bananas secas – e 17% são destinados à comercialização in natura (Pesquisa de campo, 2012).

CARACTERÍSTICAS DA METODOLOGIA

A metodologia deste estudo caracteriza-se como pesquisa bibliográfica (GIL, 2009) e estudo de caso (YIN, 2007), com idas a campo visando a realização das entrevistas e observações não participante. Utilizou-se na avaliação da sustentabilidade a ferramenta IDS3, de caráter multidimensional, considerando-se determinado espaço-tempo e sob o viés da resiliência ambiental, da equidade social e da produtividade econômica (HAMMOND et al., 1995).

Os 4 (quatro) AGROs pesquisados de produção moderna correspondeu ao percentual de 100% da amostra do universo de pesquisa (KREJCIE; MORGAN, 1970). Após a definição desses estabelecimentos, seguindo o critério de forma de produção, foram elaboradas as entrevistas estruturadas e o roteiro de observação não participante, com vista à coleta dos dados primários, para a análise quantitativa e qualitativa.

TRATAMENTO DOS DADOS

A metodologia para o tratamento dos dados partiu da definição de sustentabilidade, incorporando as seguintes características:

sustentabilidade, produtividade, equidade, em relação às dimensões ambiental, econômica e social, estruturadas por meio de quinze indicadores e respectivos parâmetros (Quadro 1). Foi excluída deste estudo a dimensão político-institucional, devido à dificuldade na obtenção de indicadores confiáveis e robustos para análise semelhante aos aplicados para as outras dimensões, no período da pesquisa. A operacionalização dos dados deu-se no programa informatizado, planilha Microsoft Excel 2007, por meio do método de valores observados (SEPÚLVEDA, 2008), definindo-se, para todos os indicadores, os valores máximos e os mínimos.

Após a operacionalização, foram calculados os índices dos indicadores pelas médias aritmética e ponderada. Antes, porém, eles foram submetidos à função relação: positiva (+), quando o aumento no valor da variável resulta na melhoria do sistema agrícola; negativa (-), quando aumento no valor da variável resulta na piora do sistema agrícola. Para isso, realizou-se o procedimento de ajuste dos valores observados, conforme uma escala cujo valor mínimo era 0 (zero) e o máximo era 1 (um), tendo uma variação crescente de níveis, que simbolizava o estado de sustentabilidade: colapso, crítico, instável, estável e ótimo (Figura 2).

Figura 2 – Níveis do estado de sustentabilidade



Fonte: Adaptado de Sepúlveda (2008).

No quadro 1 foram sistematizados, e em seguida e descritos as dimensões, com indicadores que definidos para a avaliação de sustentabilidade dos AGROs, bem como a função relação de cada indicador, considerando-se, ainda, parâmetros e fontes.

Quadro 1 – Dimensões, indicadores e parâmetros e fontes

Dimensão	Indicador	Função	Relação	Parâmetros e fontes
Ambiental A	A1 – consumo de água	–	≤ 30 L/planta (BORGES; SOUZA, 2004)	
	A2 – pH da água de irrigação	–	6,0-9,5 (APHA et al.2005)	
	A3 – consumo de energia	–	0,36Kwh/ha.(campo 2011; 2012)	
	A4 – pH do solo	–	7,5-7,4 (APHA et al.,2005; BORGES; SOUZA, 2004)	
	A5 – área de reserva legal	+	20% (BRASIL, 2012)	
Econômica E	E1 – produção total	+	29.475 ton.(IBGE, 2011)	
	E2 – produtividade	+	37,5ton./ha.(TRIOMPHE,1996; IBGE, 2011)	
	E3 – confiança econômica	+	0 a 1 (pesquisa de campo 2011)	
	E4 – comercialização	+	30.147.849 kg (IBGE, 2011)	
	E5 – empregabilidade	+	1.813 (IBGE, 2010)	
Social S	S1 – escolaridade	+	90,4% (IBGE, 2010; PORTAL ODM, 2011)	
	S2 – adequação moradia	+	3.265 (IBGE, 2010);	
	S3 – equipamento de proteção individual	+	NR nº 06, 2001 (MAPA, 2005)	
	S4 – ocorrência de sinistro	–	0 a 1 (SESP,2011; pesquisa de campo)	
	S5– acesso à justiça trabalhista	+	149 (MT, 2011)	

Fonte: Pesquisa de campo, 2012.

A dimensão ambiental foi mensurada utilizando-se os seguintes indicadores: consumo de água – orçado por meio da quantidade de água usada diariamente pelo AGRO, considerando-se litro por planta, tendo como parâmetro a média de ≤ 30 litro/planta, conforme Borges e Souza (2004) –; potencial hidrogeniônico (pH) da água – medido conforme a concentração de íons hidrogênio H+, tendo como limites permissíveis valores que variam entre 6,0 e 9,5 conforme Apha et al. (2005) –; consumo de energia – calculado pelo consumo de energia em quilowatt-hora ao ano, tendo como parâmetro 0,36 Kwh/ha./a.a (pesquisa de campo 2012)–; potencial hidrogeniônico (pH) do solo – avaliado conforme a concentração de íons hidrogênio H+, tendo como limites permissíveis valores entre 7,5 e 7,4, segundo Apha et al. (2005), Borges e Souza, (2004) –; área de reserva legal – contado conforme o percentual vegetação natural por hectare, tendo como limite legal o parâmetro 20% ha., mínimo da área total (BRASIL, 2012).

A dimensão econômica foi mensurada por meio dos seguintes indicadores: produção – orçada mediante volume produzido, em

toneladas, no ano agrícola de 2011, tendo como parâmetro a produção do município de 29.475 toneladas (IBGE, 2011) –; produtividade – avaliada por meio da capacidade de produção do AGROs, toneladas por hectare (TRIOMPHE, 1996), tendo como parâmetro 37,5 ton./ha. (IBGE, 2010) –; confiança econômica – medida pela ponderação da importância do resultado líquido da produção, na situação, quando o preço dos produtos tem oscilação mais que 15% (COSTA, 2010), e quando o preço dos insumos sobe em igual proporção, conforme parâmetro de ponderação, 0 a 1 (pesquisa de campo, 2012) –; comercialização externa – mensurada pelo percentual comercializado de banana, no exterior, conforme exportação do município e parâmetro de 30.147.849 kg (MDIC, 2011) –; empregabilidade permanente – quantificada do percentual de geração de emprego no agroecossistema com carteira assinada, em relação ao município, tendo como parâmetro 1.813 empregos (IBGE, 2010).

A dimensão social foi mensurada utilizando-se indicadores: escolaridade – calculada do percentual de trabalhadores rurais que com formação de educação básica, nos AGROs, em relação ao número do município, conforme o parâmetro 90,4% (IBGE, 2010; ODM, 2010) –; adequação de moradia própria – estimada pelo percentual de ocupação de domicílio próprio dos trabalhadores, em relação ao parâmetro municipal de 3.265 domicílios próprios (IBGE, 2010); uso de equipamento de proteção individual (EPIs) – avaliado o percentual de trabalhadores que fazem uso de EPIs, tendo-se como parâmetro a norma regulamentadora nº 06, 2001 (MAPA, 2005); ocorrência de sinistro – quantificado o percentual, conforme parâmetro municipal (IBGE, 2010); acesso à justiça trabalhista – calculado pelo percentual de acessos à justiça trabalhista dos trabalhadores dos AGROs, conforme parâmetro municipal (IBGE, 2011; MT, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO DA INVESTIGAÇÃO

Os índices de sustentabilidade são números que permitem a comparação entre diferentes indicadores, dentro deles e entre

diferentes dimensões (Tabela 4). Dessa forma, foi possível uma análise comparativa entre índices, compostos por uma parte de dados ambientais, outra parte econômica e uma terceira parte social. Como resultado, tem-se que os AGROs 2 e 4 apresentaram índices de 0,33 e 0,24, respectivamente, indicando um estado crítico de sustentabilidade; o agroecossistema 1 apresentou o índice de 0,47, apontando estado instável, e o AGROs 3 apresentou o índice de 0,94, demonstrando um estado ótimo. Conclui-se, portanto, que esse último agroecossistema é o mais sustentável. Entretanto, mesmo tendo nível de sustentabilidade ótimo, o AGRO 3, no indicador fertilidade do solo, obteve baixo o mais baixo índice (0,06), em relação aos AGROs 2 e 4. Na Tabela 4, sistematizamos as dimensões, os indicadores, e os índices de sustentabilidade dos AGROs.

Tabela 4–Dimensões, indicadores e índices de sustentabilidade

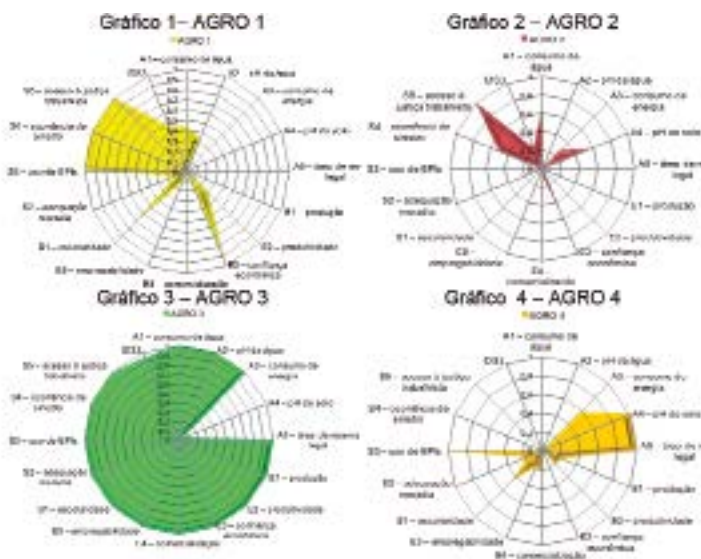
Dimensão	Indicador	AGRO 1	AGRO 2	AGRO 3	AGRO 4
Ambiental (A)	A1 – consumo de água	0,43	0,62	1	0
	A2 – pH da água	0,34	0	1	0
	A3 – consumo de energia	0	0,27	1	0,57
	A4 – pH do solo	0	0,56	0,06	1
	A5 – área de reserva legal	1	0	1	1
Econômica (E)	E1 – produção	0	0,07	1	0,21
	E2 – produtividade	0,29	0	1	0,2
	E3 – confiança econômica	1	0,50	1	0,0
	E4 – comercialização	0	0,07	1	0,21
	E5 – empregabilidade	0,13	0	1	0,18
Social (S)	S1 – escolaridade	0,69	0	1	0,44
	S2 – adequação moradia	0,13	0	1	0,18
	S3 – uso de EPIS	1	0	1	1
	S4 – ocorrência de sinistro	1	0,5	1	0
	S5 – acesso à justiça trabalhista	1	1	1	0
	IDS ³	0,47	0,24	0,94	0,33

Fonte: Os autores (2014).

Nos gráficos 1, 2, 3 e 4, está exposto o estado de sustentabilidade dos AGROs de forma de produção moderna no ano agrícola de 2011 a 2012. Observa-se um nítido desequilíbrio dos AGRO 1, AGRO 2 e AGRO 4 em relação ao AGRO 3, revelado nas dimensões

ambiental, econômica e social. A seguir, os gráficos 1, 2, 3, e 4, mostram com mais consistência a contribuição de cada indicador de sustentabilidade dos AGROs, até mesmo quais indicadores de desenvolvimento da cultura de banana devem ser objeto de políticas públicas. Quanto maior e mais homogênea área colorida, maior o desempenho sustentável dos AGROs.

Após a visualização individual dos quatro gráficos dos AGROs 1, 2, 3 e 4 deve-se observar a lógica comparativa dos índices dos indicadores de cada um, percebendo que a maior área sombreada corresponde ao AGRO3 e a menor ao AGRO2. A seguir, são apresentados os índices de cada dimensão, o que possibilita comparação entre as dimensões de um mesmo AGRO, observando situações de desarmonia ou harmonia socioambiental.



Fonte: Reis (2013).

O gráfico 1 expõe a situação do AGRO 1, estado instável de equilíbrio, em relação às demais unidades de análise, conforme a Tabela 4. Entretanto, na dimensão social, os indicadores S3, S4 e S5 estão no nível ótimo, quando essa dimensão é comparada às demais, excetuando-se à dimensão econômica, em que o indicador E3 apresentou índice ótimo. O AGRO 1 apresentou índice de sustentabilidade 0,47, estado instável.

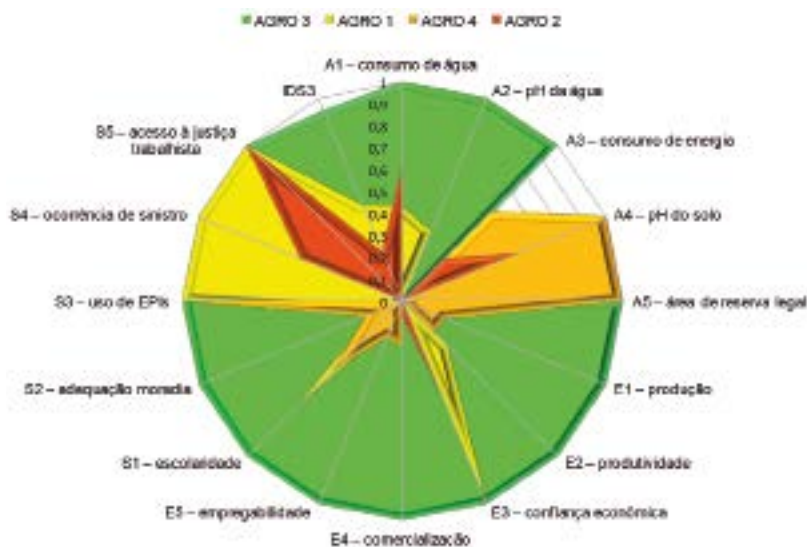
O gráfico 2 expõe a situação do AGRO 2, estado instável de equilíbrio, em relação às demais unidades de análise, conforme Tabela 4. Entretanto, na dimensão social, o indicador S5 está no nível ótimo, quando essa dimensão é comparada às demais. O AGRO 2 apresentou índice de sustentabilidade 0,24, estado crítico.

O gráfico 3 expõe a situação do AGRO 3, estado ótimo de equilíbrio, em relação às demais unidades de análise, conforme dados da tabela 4. Entretanto, na dimensão ambiental, o indicador A4 está no nível colapso quando essa dimensão comparada às demais. Portanto, o AGRO3 apresentou índice de sustentabilidade 0,94, estado ótimo.

O gráfico 4 expõe a situação do AGRO 4, estado instável de equilíbrio, em relação às demais unidades de análise, conforme dados da Tabela 4. Entretanto, na dimensão ambiental, os indicadores A4 e A5, assim como na dimensão social o indicador S3, estão no nível ótimo, quando essa dimensão é comparada às demais. O AGRO 4 apresentou índice de sustentabilidade 0,33, estado crítico.

Por fim, no gráfico 5 sintetizam-se os IDS3 dos quatro AGROS modernos, para visualização, e sobrepor os distintos estados de sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Faz-se importante destacar que o gráfico do tipo biograma é a imagem, mas não expressa às trajetórias traçadas, ou seja, a dinâmica das unidades de análises, evolutivamente. Este estudo corresponde temporalmente ao ano agrícola de 2011 e 2012.

Gráfico 5 – Sistematização do IDS3 dos AGROs



Fonte: Reis (2013).

A aplicação do instrumento de avaliação de IDS3 (SEPÚLVEDA, 2008), neste estudo, permitiu a compreensão dos processos de desenvolvimento, dos aparentes desequilíbrios dimensionais dos AGROs de produção moderna.

Quanto ao indicador produtividade, por exemplo, os AGROs apresentaram os seguintes resultados: AGRO1 obteve uma produtividade 43,93 ton./ha.; AGRO2 obteve uma produtividade 37,92 ton./ha.; AGRO3 obteve uma produtividade 58,45 ton./ha.; AGRO4 obteve uma produtividade 42,32 ton./ha. Esses AGROs avaliados superaram o parâmetro local dimensionado de 37,5 ton./ha. (IBGE, 2011; BORGES; SOUZA, 2004). Nesse sentido o AGRO 1 superou a produtividade do município em 17,15% ton./ha.; o AGRO 2 superou a produtividade do município em 1,12% ton./ha.; o AGRO 3 superou a produtividade do município em 55,86% ton./ha. e por fim, o AGRO 4 obteve uma produtividade 12,85% ton./ha. de banana (pesquisa de campo 2012). Dentre eles, o AGRO 2 foi o que teve o mais baixo desempenho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados dos índices de sustentabilidade dos indicadores, mesmo estando distante um consenso sobre sustentabilidade de AGROs modernos, considera-se a importância de se trabalhar com os conceitos de sustentabilidade, produtividade e resiliência nos sistemas de cultivo de bananeira locais.

Quanto à produtividade, o nível de sustentabilidade dos AGROs configuram-se num estado ótimo, e quanto à sustentabilidade no que diz respeito aos recursos naturais – água, solo e vegetação nativa – considera-se de uma maneira geral, que esses AGROs demonstram nível de sustentabilidade estado instável. No entanto, quanto à equidade, no que diz respeito à justa distribuição social e da produtividade entre os AGROs, configura-se um nível de sustentabilidade em estado colapso.

Ademais, o AGRO3 aparece como o mais sustentável, estado ótimo, em comparação aos demais. Em contrapartida o AGRO2 mostra ser o menos sustentável, em estado de colapso. A interpretação das imagens projeta a necessidade de diferentes formas de intervenção na gestão de manejo de produção da banana e dos recursos naturais, bem como da adoção de práticas socioeconômicas que assegurem a sustentabilidade local ao longo do tempo.

Por fim, percebe-se a necessidade de desenvolver instrumentos metodológicos de avaliação da sustentabilidade que contemplem os AGROs de produção moderna – entendendo-se a importância do esclarecimento de questões como sustentabilidade, equidade e produtividade local em longo prazo, por serem esses sistemas agrícolas também difusores da segurança alimentar e nutricional – além de desenvolver tecnologias e práticas no manejo que possam promover caminhos sustentáveis para fruticultura de Ipanguaçu-RN.

REFERÊNCIAS

ALBANO, G. P. Globalização da agricultura e concentração fundiária no município de Ipanguaçu-RN. Recife: UFPE, 2008.

ALTIERI, M. Biotecnologia agrícola. Porto Alegre: ASCAR-

EMATER/RS, 2002.

ANTAS, F. P. de S. Avaliação da composição iônica e aplicação de um índice de qualidade para água de irrigação no rio Açu, RN. 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado Irrigação e Drenagem)– Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2011.

APHA et al. Standard methods for the examination of water and waste-water, 21 th. Washington, DC: American public health Associations, 2005.

BELLEN, H. M. V. Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: Editora FGV, 256p. 2005.

BENTON, T. Sustentabilidade agrícola requer abordagem sistêmica. Ecodebate. Rio de Janeiro: FAPESP, Jun.2012. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/>>. Acesso em: 20 set. 2012.

BORGES, A.L.; SOUZA, L. S. O cultivo da bananeira. Cruz das Almas: Embrapa mandioca e fruticultura, 2004.

BORLAUG, N. E. Factual errors and misinformation: Norman Borlaug defends the green revolution. Ecologist, v. 27, n. 5, p. 211, 1997.

_____. Agriculture's global hero continues to inspire. In: _____. Confronting crisis: agriculture and global development in the next fifty years. Des Moines, Iowa: 2008.

BRASIL. Medida provisória no 2.166-67/2001. Disponível em:<<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 10 maio 2012.

_____. Lei federal nº 9.985/2000. Disponível em: <www.planalto.gov.br>. Acesso em: 11 jan.2012.

_____. Lei federal nº 12.727/12. Disponível em:<<http://www.in.gov.br>>. Acesso 29 out. 2012.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso futuro comum. Relatório Brundtland. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.

CONWAY, G.R. Análise participativa para o desenvolvimento agrícola sustentável. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. Disponível em: <<http://www.fiern.org.br>>. Acesso em: 10 mar. 2011.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2009.

GOLDSMITH, E, ALLEN, R., ALLABY, M. A blueprint for survival. Boston: Penguin, 1972.

GOMES, A. S. O emprego parcial na agricultura: a pluriatividade no polo fruticultor do Rio Grande do Norte. São Paulo: FEA/USP, 1999.

HAMMOND, A., et al. Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development. Washington DC: World Resources Institute, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção agrícola municipal 2011. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 29 out. 2012.

KREJCIE, R. V. ; MORGAN, D. W. Determining sample size for research activities. Educational and Psychological Measurement, Vol.30. n.3. 1970. p. 607-610. Disponível em: < <http://freedownloadb.com/pdf/determining-sample-size-for-research-activities-krejcie>>. Acesso em: 10 maio 2012.

MEADOWS, D.H., MEADOWS, D.L., RANDERS, J., BEHRENS III, W.W. The limits to growth: a report for the club of Romés project on the predicament of Mankind. New York: Universe books, 1972.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Exportação municípios. Brasília: MDIC, 2011. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br>. Acesso em: 10 jan. 2011.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução normativa nº 001/2005. Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br>>. Acessado em: 20 jun. 2012.

PORTAL ODM. Relatório dinâmico RN Ipangaçu, 2011. Disponível em: < <https://www.portalodm.com.br>>. Acesso em: 14 maio 2011.

PRIMAVESI, O. Manejo ambiental agrícola: para agricultura tropical agrônômica e sociedade. São Paulo: Editora Agrônômica Ceres, 2013.

REIS, L. M. M. Avaliação de sustentabilidade de agroecossistemas de bananeira irrigada de formas diferentes de produção moderna e tradicional: o caso de Ipangaçu–RN. 2013. 210 f. Tese (Doutorado em

Recursos Naturais)–Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2013.

RIO GRANDE DO NORTE. Perfil do seu município: Ipanguaçu. Natal: IDEMA, 2008.

SACHS, I. Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado. R J: Garamond, 2004.

SAMPAIO, Y. Programas e projetos de apoio ao desenvolvimento da agricultura irrigada: polos e culturas principais, destino da produção. Recife: PIMES, 2003.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M.L. O Brasil: território e sociedade no início do século XXI. Rio de Janeiro: Record, 2002.

SCHULTZ, T. W. A transformação da agricultura tradicional. Rio de Janeiro: Zahar, 1965.

SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE PÚBLICA. Estatística dos agravos relacionados ao trabalho acidente de trabalho. Natal, RN: SINAN, 2011.

SEPÚLVEDA, S. S. Biograma: metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios. San José, C.R.: IICA, 2008.

SILVA, A. F. Município de Ipanguaçu-RN. Natal: IFRN-NESA, 2012. 1 mapa. Escala 1: 160.000.

TISDELL, C. Biodiversity, conservation and sustainable development: principles and practices with Asian examples. Reino Unido e Estados Unidos: Edward Elgar, 1999.

TRIOMPHE, B. Rendimiento de maíz en milpas de campesinos. Red Gestión de Recursos Naturales, v. 5, p. 22-31, 1996.

UNITED NATIONS. Report of the united nations conference on environment and development. Rio de Janeiro: UN, 1993.

VEIGA, J. E. Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.

YIN, Robert K. Estudo de caso: planejamento e métodos. São Paulo: Bookman, 2007.

Uso racional da fertirrigação nitrogenada na cultura do melão da microrregião de Mossoró (RN)

*Nelson Silveira Vasconcelos¹³
José Dantas Neto¹⁴*

A prática da irrigação, sem os controles necessários, associada ao regime irregular das chuvas e às elevadas taxas de evaporação nas regiões semiáridas, tende a aumentar os teores de sais nos solos e nas águas. Devido a fatores climáticos, a condições edáficas e aos métodos de irrigação, os sais dissolvidos na água podem se acumular no perfil do solo ou for carreado para as águas subterrâneas (RODRIGUES et al., 2007; ANDRADE et al., 2009).

13 Graduado em Engenharia Química (Universidade Federal do Rio Grande do Norte) e em Licenciatura Plena em Química (Universidade Federal do Rio Grande do Norte), mestre em Geociências (Universidade Federal do Rio Grande do Norte) e doutor em Recursos Naturais (Universidade Federal de Campina Grande). Professor do Instituto Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: nelson.vasconcelos@ifrn.edu.br.

14 Graduado em Agronomia (Universidade Federal da Paraíba) e em Direito (Universidade Estadual da Paraíba), mestre em Engenharia Agrícola (Universidade Federal da Paraíba) e doutor em Agronomia (Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho). Professor Associado IV da Universidade Federal de Campina Grande-PB. E-mail: zedantas1955@gmail.com.

A implantação da irrigação tem promovido, em larga escala, mudanças no regime hidrológico local, resultando no acúmulo de sais na superfície do solo, ascensão do lençol freático, depleção dos aquíferos e contaminação dos recursos hídricos (ANDRADE, 2009). O acúmulo de sais solúveis, além de reduzir o potencial osmótico da solução do solo, produz alteração no pH, desbalanceamento nutricional e desestruturação de seus agregados (MEDEIROS et al., 2010).

Para se conseguir altas produtividades agrícolas, se tem combinado a técnica da irrigação com o uso indiscriminado dos fertilizantes químicos. A produção de fertilizantes artificiais e sua intensificação na agricultura globalizada têm incrementado o surgimento de nitrogênio, em ecossistemas aquáticos e terrestres, numa ordem de magnitude nunca vista desde a revolução industrial (GALLOWAY et al., 2008). Diante dessa constatação e, segundo García-Garizábal et al. (2012), a contaminação de nitrato tem se tornado o maior problema para a agricultura da atualidade. O íon nitrato (NO_3^-) não é adsorvido pelos componentes das frações do solo, razão pela qual se desloca facilmente na solução do solo, podendo ser absorvido pelas raízes e translocado às folhas, onde se acumula pela transpiração, ou ser lixiviado aos mananciais subterrâneos (AYERS; WESTCOST, 1999).

A produtividade das culturas pode ser influenciada por diversos fatores, entre os quais o modo de aplicação de fertilizantes, especificamente os nitrogenados, e a dosagem utilizada. O desenvolvimento da agricultura irrigada, a intensificação dos cultivos e os aspectos técnico-econômicos requerem maior eficiência concernente à aplicação de nutrientes, visando à manutenção da capacidade produtiva dos solos, a obtenção de frutos de boa qualidade, que atendam às exigências dos mercados consumidores (PINTO et al., 1996).

A região Nordeste é a maior produtora de melão no Brasil, destacando-se o Rio Grande do Norte, onde sua maior produção se concentra no município de Mossoró, que apresenta altas temperaturas (variando entre 25 a 35°C), luminosidade, baixa umidade relativa e baixos índices pluviométricos condições características de clima semiárido, ideal para o desenvolvimento e produção do meloeiro.

A cultura do melão em Mossoró e municípios circunvizinhos tem sido de grande importância socioeconômica para o Nordeste brasileiro, sendo de alto valor comercial, tanto para o mercado interno, quanto para exportação. Os cultivos dos melões nos Estados do Rio Grande do Norte e do Ceará são realizados, principalmente, no período de julho a janeiro, quando as condições climáticas favorecem o crescimento e o desenvolvimento da cultura, onde existem condições climáticas favoráveis a seu cultivo o ano todo, contribuindo para uma alta produtividade e qualidade, favorecendo a aparência e o sabor da fruta. Entre os produtores mossoroenses, a produtividade (t/ha) da cultura do melão varia muito, e na maioria das vezes, é baixo em relação ao potencial produtivo da cultura para a região, fato que evidencia a necessidade de pesquisas para definir as melhores tecnologias de adubação, de irrigação e de manejo da cultura capazes de aumentar a produtividade e a qualidade dos frutos, fazendo com que o produto seja mais competitivo nos mercados nacional e internacional (MEDEIROS, 2006).

A grande preocupação dos produtores é procurar satisfazer as exigências e a valorização dos requisitos de qualidade dos frutos pelos mercados consumidores, especialmente o internacional, ao mesmo tempo, buscando definir um sistema produtivo que satisfazendo essas exigências, aumente a eficiência dos adubos nitrogenados, conseqüentemente, reduzindo as perdas por lixiviação do NO_3^- que, além de comprometer os lençóis freáticos, pelo uso indiscriminado desses fertilizantes, acarreta prejuízos econômicos para o produtor e principalmente pondo em risco a sustentabilidade ambiental.

Para tanto, é indispensável à pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias que possam melhorar o atual sistema de produção do melão, principalmente quanto ao aumento da produtividade e à redução no custo de produção. É sobre isso que o texto em pauta objetiva elucidar, pois o uso eficiente da fertirrigação nitrogenada poderá elevar à produtividade do melão. Isso permite, portanto a competição favorável no cenário internacional, de produtores e exportadores de melão, com benefícios socioeconômicos para os municípios produtores e para o País.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de 10 de agosto a 20 de outubro de 2012, na Fazenda Dinamarca Agroindustrial LTDA, situada na comunidade de Pau Branco, a uma distância de aproximadamente 30 km da cidade de Mossoró/RN (Figura 1), apresentando as seguintes coordenadas geográficas 04054'26" de Latitude Sul e 370,24'05" de longitude Oeste do meridiano de Greenwich e altitude de 38 m. O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é do tipo BSw_h, quente e seco, com precipitações pluviométricas irregulares, concentradas nos primeiros meses do ano, com média anual de aproximadamente 700 mm e com temperatura média de 27,50 C e umidade relativa do ar média de 69%. Os dados climáticos diários durante os experimentos foram obtidos do INMET da estação automática de Mossoró. Nos meses de novembro e dezembro não ocorreram precipitações pluviométricas. As maiores precipitações registradas ocorreram nos meses de fevereiro e março de 2012, respectivamente com os totais acumulados de 58 e 40 mm.

Figura 1 – Localização da área experimental na Fazenda Dinamarca. Mossoró-RN, 2012



Fonte: Vasconcelos (2013)

CLASSIFICAÇÃO DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL

As análises químicas, físico hídricas e granulométricas do solo foram realizadas no Laboratório de Análises de Água, Solo e

Planta da EMPARN, segundo a metodologia métodos de análises de solos e água da EMBRAPA (1997), o solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico Argissólico (EMBRAPA, 1999).

No dia 21 de agosto de 2012, procederam-se à coleta de amostras do solo com o objetivo de analisar a fertilidade e suas características produtivas adequando as necessidades nutricionais da cultura do melão. Para uma maior representatividade das características do solo, as amostras foram coletadas em profundidades de 20; 40; 60; 80; 100; e 120 cm. (Tabela 1).

Tabela 1 – Análises químicas, físico-hídricas e granulométricas de amostras de solo da área experimental para efeito de fertilidade nas profundidades de 20 cm a 120 cm. Mossoró-RN, 2012.

PARÂMETROS	RESULTADOS ANALÍTICOS					
	20 cm	40 cm	60 cm	80 cm	1 m	1,20 cm
pH em água (1 : 2,5)	7,14	6,87	6,93	7,12	7,16	7,32
Cálcio (cmolc.dm ⁻³)	2,88	2,42	2,49	2,15	2,34	2,23
Magnésio (cmolc.dm ⁻³)	0,60	0,61	0,67	0,59	0,64	0,65
Al ³⁺ (cmolc.dm ⁻³)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
H ⁺ + Al ³⁺ (cmolc.dm ⁻³)	0,0	0,17	0,0	0,0	0,0	0,0
Fósforo (mg.dm ⁻³)	51	32	4	2	3	2
Potássio (mg.dm ⁻³)	129	93	83	80	75	73
Sódio (mg.dm ⁻³)	31	24	20	17	15	13
Densidade Global (kg.dm ⁻³)	1,54	1,49	1,51	1,45	1,41	1,52
Saturação c/ Sódio, % (PST)	3,30	2,82	2,60	1,67	1,55	1,92
Umidade %	8,02	8,19	11,51	10,18	9,88	8,17
Nitrogênio (g.dm ⁻³)	0,19	0,33	0,36	0,27	0,33	0,23
Matéria Orgânica (g.dm ⁻³)	10,14	7,03	5,79	4,55	5,79	4,14
	GRANULOMETRIA					
Areia (g.kg ⁻¹)	832	762	659	693	644	645
Argila (g.kg ⁻¹)	80	140	200	180	240	200
Silte (g.kg ⁻¹)	88	98	141	127	116	155
Classificação Textural	Areia	Franco	Franco	Franco	F. Argilo	Franco
	Franca	Arenoso	Arenoso	Arenoso	Arenoso	Arenoso

Fonte: EMPARN (2012).

Pelos resultados analíticos apresentados (Tabela 1), observam-se os maiores teores do cátion potássio na profundidade de 20 cm

(129 mg.dm⁻³) e 40 cm (93mg.dm⁻³) diminuindo, gradativamente com o aumento da profundidade. Evidencia-se, também, uma evolução gradual e correlação dos teores de nitrogênio e percentuais de umidade até a profundidade de 60 cm. Nas profundidades de 80 cm e 120 cm, ocorre um decréscimo na umidade que pode ter influência no teor de nitrogênio.

PREPARAÇÃO DO SOLO E ADUBAÇÃO DE FUNDAÇÃO

O procedimento de preparo do solo visa proporcionar condições favoráveis para o desenvolvimento do sistema radicular da cultura. Iniciou-se o preparo do solo no dia 02 de agosto de 2012, e, como a área não tinha sido cultivada anteriormente, o preparo incluiu a limpeza da área por desmatamento, através da retirada da vegetação.

Os demais procedimentos como aração, gradagem, abertura dos sulcos e preparação dos camalhões seguiu a metodologia da Fazenda. Devido ao solo não ter sido cultivado anteriormente e apresentar certa compactação foi efetivada uma subsolagem numa profundidade de 40 cm, que é um procedimento que objetiva quebrar as camadas compactadas do solo. Para o revolvimento do solo, foi feita uma aração e, depois, uma gradagem, para o nivelamento e, conseqüentemente, melhorar as condições para o plantio.

Para a colocação da adubação química de fundação, foi feita a abertura de sulcos a uma profundidade de aproximadamente 25 cm com o auxílio de um trator, sendo utilizada a dose de 450 kg/ha de um composto (Biotubo) de formulação 2-12-6 (N-P2O5-K2O) que equivalem, respectivamente às quantidades de 20 kg de uréia (9 kg de N), 270 kg de superfosfato simples (54 kg de P2O5) e 54 kg de cloreto de potássio (27 kg de K2O).

Em seguida, procedeu-se ao fechamento dos sulcos e preparo dos camalhões, através da utilização de uma grade de discos acoplada a um trator. Os camalhões foram confeccionados com as dimensões de 20 cm de largura e 50 cm de altura para cada parcela de 25 m em toda a área experimental, para o plantio do melão.

ÁGUA DE IRRIGAÇÃO DO EXPERIMENTO

A água utilizada no trabalho de pesquisa para irrigação e fertirrigação foi originária do poço de número 5, com aproximadamente 70 m de profundidade aberto no aquífero calcário Jandaíra. Para caracterização físico-química, foi efetivada uma coleta no dia 21 de agosto de 2012. A análise foi se procedeu no laboratório de Análises de Água e Solo da UFERSA. A água apresentou salinidade média igual a $CEa=2,38$ dS/m, com maiores teores dos cátions Ca^{+2} e Na^{+1} e dos ânions Cl^{-} e HCO_3^{-} , característicos da sua origem, (Tabela 2). Deve-se ressaltar, de acordo com a tabela, o elevado teor de NO_3^{-} , acima dos padrões permissíveis (10 mg/L de NO_3^{-} -N) para consumo humano.

Tabela 2 – Características físico-químicas da água de irrigação do poço 5, da área experimental. Mossoró-RN, 2012.

Identificação	pH (água)	CE dS/m	K^{+}	Na^{+}	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Cl^{-}	CO_3^{-2}	HCO_3^{-1}	RAS*	$NO_3^{-}N$
			----	-----mmol/L -----				(mmol.L ⁻¹) ^{0,5}		mg.L ⁻¹	
Poço 5	7,4	2,38	0,09	5,81	14,20	1,1	13,5	0,0	5,81	2,1	14,35

Fonte: UFERSA (2012). RAS* – Razão de Absorção de Sódio

CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

O manejo da irrigação foi baseado em critérios da empresa. A quantidade de água aplicada na área foi de 3390 m³/ha, que equivale a uma lâmina bruta de 339,0 mm.

Essencialmente, o sistema de irrigação compreende os gotejadores, tubulações, cabeçal de controle e conjunto motor bomba. O cabeçal de controle prepara a água que será distribuída no sistema, no qual é instalado o sistema de filtragem, que visa reduzir o entupimento dos emissores, os manômetros e as válvulas de controle de pressão, que permitem maior controle da lâmina de irrigação. Além disso, no cabeçal de controle podem ser inseridos

os sistemas de injeção de fertilizantes e de automação. O conjunto motor bomba exerce o importante papel de impulsionar água no sistema com pressão e vazão adequadas. Na saída da água do poço, foi acoplado um filtro de disco de 120 mesh (número de aberturas por polegada). As linhas de irrigação foram delimitadas na superfície de cada camalhão de plantio através da disposição e estabelecimento das mangueiras. A partir do estabelecimento das mangueiras, se avaliou o sistema para verificar se havia vazamentos de água.

O sistema de irrigação utilizado foi o localizado por gotejamento, constituído por um conjunto motor bomba trifásica 220-380 V, com a potência de 20 CV, diâmetro de 8 polegadas e vazão de 60 m³/h; um cabeçal de controle que compreende um conjunto de 6 tambores de plástico, com capacidade para 20 litros cada, acoplados a 6 injetores de fertilizantes do tipo tanque de derivação de PVC, denominados na região de “pulmão” independentes, um para tipo de tratamento, com dimensões de 2m de comprimento e 100 mm de diâmetro, com capacidade para 15,7 litros; uma tubulação de recalque acoplada a 6 linhas principais, em que cada uma tinha um medidor de pressão, linhas de derivação, 18 linhas laterais, por bloco e 62 emissores por linha (62 plantas).

Cada linha lateral tinha 25 m de comprimento, com gotejadores espaçados de 0,4 m e uma planta por gotejador com vazão média de 1,5 L h⁻¹, a uma pressão de serviço de 0,8 kgf/cm² (80 kPa), na entrada da área de cultivo e nas extremidades das linhas laterais. Da saída da bomba, partia uma tubulação com 100 mm de diâmetro, tendo sido acopladas 6 linhas principais de PVC rígido com diâmetro nominal de 50 mm, com conexões para as linhas laterais flexíveis de polietileno, de 16 mm de diâmetro interno (Figura 2).

Figura 2 – Visão panorâmica do sistema de fertirrigação na Fazenda Dinamarca em Mossoró-RN, 2012



Fonte: Vasconcelos (2013).

TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento foi de blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando vinte e quatro parcelas experimentais. Dos 6 tratamentos, 5 consistiam da aplicação de doses nitrogenadas de fertilizantes tendo um, como base nitrogenada o teor de nitrato proveniente da água de irrigação T0 (Tabela 3).

Tabela 3 – Tipos de tratamentos e sua caracterização quanto ao fertilizante nitrogenado.

Tratamentos	Características do Tratamento Nitrogenado
T0	Parcelas adubadas com nutriente nitrogenado proveniente da água do poço. T0 = NP
T1	Parcelas adubadas com N (uréia) + N(poço). T1= NU + NP
T2	Parcelas adubadas com o fertilizante nitrato de cálcio.T2= NNCa + NP
T3	Parcelas adubadas com o fertilizante nitrato de potássio.T3=NP + NK
Adubação do Produtor (T4)	Parcelas adubadas com os fertilizantes uréia, nitrato de cálcio, nitrato de potássio, MAP e KSC1.T4= NP + NU + NK + NNCa + NMAP + NKSC1
T5	Parcelas adubadas com os fertilizantes uréia e nitrato de potássio. T5= NP+ NU + NK

Nota: NP- Nitrogênio(NO₃-) proveniente da água do poço(P); NU-Nitrogênio da uréia; NNCa- Nitrogênio proveniente do nitrato de cálcio; NK- Nitrogênio proveniente do nitrato de potássio;NMAP-Nitrogênio proveniente do Mono-Amônio- Fosfato (NH₄H₂PO₄); Nitrogênio proveniente do fertilizante KSC1 PHYTACTYL.

Fonte: Vasconcelos(2013)

QUANTIDADE DE PLANTAS POR TRATAMENTO E BLOCO

Cada bloco foi formado por 18 linhas de 25 m, sendo que para cada tratamento correspondia 3 linhas, com espaçamento de 2m entre linhas e 0,4 m entre plantas, sendo uma planta por emissor. Foram consideradas para cada tratamento, 03 fileiras, cada uma de 10 m de comprimento. A Tabela 4 apresenta as quantidades de plantas por bloco e linha para cada tratamento. Nem todas as linhas que compõem os quatro blocos tiveram a mesma quantidade de plantas, devido, na fase inicial de desenvolvimento, algumas morrerem ou serem retiradas por não apresentarem um desenvolvimento satisfatório de acordo com os dias após transplântio (DAT).

Tabela 4 – Quantidade de plantas por tratamento e bloco em Mossoró-RN, 2012.

BLOCOS	TRATAMENTOS					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
	Número de plantas					
B1	56	56	53	56	53	52
	58	55	52	56	52	53
	58	56	53	58	54	52
B2	53	50	56	57	55	53
	54	50	57	58	57	55
	55	53	57	58	58	56
B3	64	60	58	60	61	61
	63	61	59	60	62	64
	64	60	60	61	62	63
B4	63	58	63	63	61	58
	64	60	63	64	62	58
	63	60	63	63	62	59
Total/Tratamento Plantas	715	679	694	714	699	684
Média/Tratamento	60	57	58	60	59	57

Fonte: Vasconcelos (2013)

DESCRIÇÕES DOS TRATAMENTOS

Para a determinação das quantidades diárias dos macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, pelo meloeiro foram tomadas como base, quantidades preestabelecidas desses macronutrientes, com base em estimativas de produtividade obtida através das práticas de adubação pelos produtores da região, com o melão amarelo, no Agropolo Mossoró.

Os tratamentos nitrogenados consistiram no uso parcelado de quantidade pré-determinadas de fertilizantes artificiais nitrogenados, considerando o teor de N para cada fertilizante, e as necessidades nutricionais diárias do meloeiro para cada fase fenológica da cultura. Paralelamente, foram definidas as quantidades diárias dos fertilizantes não nitrogenados com base nos teores de macro e micronutrientes pré-existentes nos fertilizantes nitrogenados.

Posteriormente, essas quantidades foram dissolvidas dentro de um recipiente, numa quantidade de água de acordo com a solubilidade e compatibilidade dos fertilizantes na diluição das soluções e na temperatura local, sendo definido o número de aplicações via fertirrigação para cada fase e quantidade de plantas por tratamento.

As fontes nitrogenadas artificiais foram: uréia [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$], nitrato de potássio (KNO_3), nitrato de cálcio [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$], Mono-Amônio-Fosfato-MAP ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) e Phytactyl [$\text{KSC1}(14\%\text{N}; 40\%\text{P}_2\text{O}_5; 5\%\text{K}_2\text{O})$]. Além dessas fontes, foram utilizados fertilizantes não nitrogenados para complementar as necessidades nutricionais do meloeiro, em nível de macro e micronutrientes tais como: PEKACID (60% P_2O_5 ; 26%P; 20% K_2O ; 17% K), K_2SO_4 (50% K; 18% S), MgSO_4 (20% Mg; 26% S), H_3BO_3 (18% B).

A cultivar pesquisada foi o melão amarelo híbrido Soleares, que pertence ao grupo dos melões inodoros, com casca amarela e polpa variando de branca a creme. Seus frutos têm formato redondo ovalado cujo meloeiro produz em média 2 frutos por planta o que corresponde a 25 mil frutos/ha . O grau Brix varia entre 10 a 13, dependendo do tempo de colheita. Apresenta

Excelente vida útil após colheita em torno de 35 dias em condições ambientes, alto potencial produtivo, acima de 20 t/ha, com peso variando entre 1,25 a 2,3 kg.

O controle da adubação via fertirrigação se fundamentou na marcha de absorção dos nutrientes, recomendada para o meloeiro, com base na produtividade esperada (≥ 30 t) a partir de uma estimativa das quantidades dos macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio tomando como base as recomendações de Crisostomo et al. (2002).

As fontes nitrogenadas foram: uréia [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$], nitrato de potássio (KNO_3 - 14%N), nitrato de cálcio [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$], Mono-Amônio-Fosfato=MAP ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) e Phytactyl [KSCl (14%N; 40% P_2O_5 ; 5% K_2O)].

De acordo com as necessidades nutricionais do melão híbrido Soleares e tomando como base adubação do produtor foram determinadas as quantidades diárias de nutrientes por planta, diferindo, apenas, nos tipos de tratamentos nitrogenados, mas fundamentada nas necessidades nutricionais do melão Amarelo Soleares.

Para um melhor acompanhamento das fases fenológicas da cultura, o ciclo do melão amarelo Soleares foi dividido em 07 fases para onde a primeira fase se iniciou 14 dias após a semeadura (DAS) e a última aos 67 DAS. Foram determinadas as doses dos fertilizantes nitrogenados e não nitrogenados para cada tratamento. A dosagem de cada nutriente por planta foi estipulada a partir da quantidade de dias de acordo com a duração da fase. Nos tratamentos T0, T1 e T2, as fontes não nitrogenadas de fósforo (P) e potássio (K) foram originadas dos compostos PEKACID (0% N 60% P_2O_5 20% K_2O) e K_2SO_4 (50% de K_2O).

Para os tratamentos de T3 e T5, as necessidades nutricionais de fósforo e potássio tiveram como fontes o PEKACID (0% N 60% P_2O_5 20% K_2O) e o fertilizante nitrogenado KNO_3 (37% K ou 45% de K_2O , 14% N).

Na adubação da Fazenda (Tratamento T4), as fontes não nitrogenadas foram o sulfato de potássio (K_2SO_4), o sulfato de magnésio (MgSO_4) e o ácido bórico (H_3BO_3), este como fonte

do micronutriente, Boro (B). A aplicação da quantidade dos fertilizantes foi realizada conforme a fase fenológica do meloeiro, iniciada aos 140 DAS, prolongando até 67º DAS.

MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO

A irrigação da área experimental teve início no dia 21/08/2012 e término em 17/10/2012, totalizando 59 dias. No sentido de atender às necessidades hídricas e nutricionais do meloeiro o sistema de irrigação da área experimental funcionou durante 59 dias, totalizando 170,75 h, que corresponde à média de 3,1 h/dia de irrigação e 4,6 h/dia/gotejador.

Após a preparação de cada solução foram feitas a filtragem e transferência para os seis tambores de plásticos, cada um acoplado a um injetor de fertilizantes, tanque de derivação ou “pulmão”, como é conhecido na região. Cada um desses tanques tinha 2 m de comprimento e 100 mm de diâmetro o que correspondia a um volume de 15,7 litros. A parte inferior do tambor era provida de uma válvula de passagem que se conectava ao “pulmão” correspondente ao tratamento. A saída da solução fertilizante do tambor para o respectivo tanque de fertirrigação ocorria com a abertura da válvula de passagem.

A tubulação de recalque (tubulação após a bomba) conduzia a água de irrigação para os tanques de solução fertilizante que, após a diluição, era levada pela tubulação de saída e incorporada na tubulação principal do sistema de irrigação. Esses tanques de solução foram colocados em paralelo em relação à linha de irrigação.

Inicialmente, se procedia à irrigação, sem a injeção dos fertilizantes até que o sistema entrasse em equilíbrio hidráulico, com a uniformização da pressão, através de uma válvula reguladora de pressão que mantinha o sistema operando com uma pressão de serviço de 0,8 kgf/cm², observadas nos seis manômetros de entrada facilitando maior uniformidade de distribuição dos fertilizantes. A normalização da pressão ocorria em, aproximadamente, 10 minutos, com a abertura de 25% da válvula reguladora de pressão acoplada à tubulação de recalque.

As fertirrigações foram efetivadas a partir do dia 26 de agosto de 2012. Os fertilizantes foram aplicados via água de irrigação, diariamente, a partir do 3º DAT, estendendo-se até 54º DAT. O ciclo total de produção da sementeira à colheita foi de 68 dias. O volume total de água aplicado, durante toda a fase fenológica foi de 339 mm.

A quantidade total de nitrogênio (kg/ha), para cada tratamento, com exceção do tratamento T₀, corresponde ao teor de N na água de irrigação diária mais o percentual de N no fertilizante relacionado ao total de plantas para cada tratamento e para a área utilizada.

Com exceção do tratamento T₀, nos demais, o total de N foi obtido pelo somatório do teor de N da água de irrigação, para cada fase de adubação, incluindo o percentual de N, do(s) fertilizante(s) nitrogenado(s), relacionados à quantidade de plantas por hectare, tendo como base a quantidade de N(g/planta/dia), constante da Tabela 5.

No manejo da irrigação foram utilizadas como as seguintes fontes nitrogenadas: uréia [CO(NH₂)₂], nitrato de potássio (KNO₃), nitrato de cálcio [Ca(NO₃)₂], Mono-Amônio-Fosfato –MAP (NH₄H₂PO₄) e Phytactyl [KSC1(14%N; 40% P₂O₅; 5% K₂O)].

As quantidades totais de nitrogênio, lâminas de irrigação por tratamento para cada fase fenológica do meloeiro, duração da fase (DF) e total de dias estão representados na Tabela 5.

A tabela apresenta os teores de N (kg/ha), para cada tratamento, o tratamento T₀ os teores de NO₃- para cada fase corresponderam ao somatório do teor de NO₃- obtidos das lâminas de irrigação correspondente a fase, relacionado a quantidade de plantas por hectare.

Com exceção do tratamento T₀ que o nutriente nitrogenado corresponde ao teor de N da água de irrigação, os demais tratamentos o percentual de N foi obtido pelo somatório do teor de N da água de irrigação mais o percentual do(s) fertilizante(s) nitrogenado

Tabela 5 – Quantidades totais de nitrogênio e lâminas de irrigação por tratamento para cada fase de adubação da cultura de Mossoró-RN, 2012.

FASES DE ADUBAÇÃO	DF DIAS	DAT	TRATAMENTOS						
				TO	T1	T2	T3	T4	T5
			Lâmina	N-TOTAL					
(mm)	----- (kg ha ⁻¹)-----								
14-20	7	7	52,03	7,47	25,47	25,47	25,47	19,8	25,42
21-27	7	14	25,31	3,69	28,19	28,19	28,19	24,5	28,11
28-37	10	24	42,19	6,49	25,24	25,24	25,24	32,0	25,12
38-42	5	29	19,69	3,04	16,79	16,79	16,79	16,0	16,63
43-55	13	42	87,19	13,18	53,80	53,80	53,80	47,3	53,36
56-60	5	47	35,63	5,47	11,72	11,72	11,72	9,9	14,27
61-67	7	54	52,50	8,06	8,06	8,06	8,06	8,1	17,82
68-70	3	57	24,38	3,65	3,65	3,65	3,65	3,7	3,65
Total	57	-	338,91	51,05	172,93	172,93	172,93	161,3	184,40

DF: Duração da Fase (dias)

DAT: Dias Após Transplântio

Fonte: Vasconcelos (2013)

RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PESQUISA

Na avaliação estatística dos parâmetros físico-químicos do extrato de solução do solo, o banco de dados foi construído em formato xlsx, e, para a construção de tabelas, utilizou-se excel 2010. Para os gráficos e testes estatísticos, foi usado o software livre estatístico R, versão 2.15.

A tabela 6 apresenta um resumo da Anova dos resultados analíticos da solução do solo de pH, condutividade elétrica e nitrato e dos percentuais de umidade do solo, nas profundidades de 20, 40 e 60 cm. Mossoró-RN, 2012

De acordo com a tabela, temos evidência que existe diferença estatisticamente significativa em pelos menos um dos tratamentos na concentração de condutividade elétrica e nitrato. Enquanto que na variável umidade houve diferença estatisticamente significativa

no tratamento aplicado e nível de profundidade. Para identificar quais dos tratamentos e nível de profundidade são diferentes entre si, nas respectivas variáveis, foi aplicado o teste de Tukey. Na condutividade elétrica, percebe-se que o tratamento T4 apresentou maior concentração de sólidos solúveis, seguido pelo tratamento T2. Deve-se ressaltar que no tratamento T4 a aplicação de sais fertilizantes foi maior.

As profundidades não apresentaram efeitos significativos em relação as concentrações de nitrato. Os maiores teores de nitrato foram obtidos nos tratamentos T4 (40,68 mg/L), T2 (41,79 mg/L) e T5 (46,06mg/L).

Em relação a umidade, os tratamentos T0 e T5 apresentaram os maiores percentuais respectivamente, 7,68% e 7,40%. Nas profundidades de 40 e 60 cm os percentuais de umidades foram respectivamente de 6,95% e 7,19%, superiores a profundidade de 20 cm (6,31%).

Deve-se ressaltar que apesar de não haver diferença estatisticamente significativa entre os teores de nitrato e a profundidade, sabe-se que abaixo de 40 cm de profundidade, a presença de NO₃⁻, está relacionada com a sua lixiviação, o que pode ocasionar prejuízos para o produtor e comprometimento do lençol freático.

Tabela 6 – Resumo da ANOVA dos resultados analíticos da solução do solo de pH, condutividade elétrica e nitrato e dos percentuais de umidade do solo, nas profundidades de 20, 40 e 60 cm.

Fonte de Variação	pH	CE	Nitrato	Umidade
Teste F				
Tratamento	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Profundidade	0,048*	0,163 ^{ns}	0,142 ^{ns}	0,000**
Interação	0,002*	0,984 ^{ns}	0,999 ^{ns}	0,717 ^{ns}
CV %	4,83	17,42	39,27	22,82
Quadrado Médio				
Bloco	0,3441	1,0280	201,6	54,9
Resíduo	0,0944	0,2815	136,5	2,08
Tratamentos	pH	dS/m	mg/L	%

T0	7,19	2,43bd	18,42f	7,68a
T1	6,90	2,58b	33,68e	6,22cde
T2	7,51	2,75abc	41,79abd	6,13cde
T3	7,39	2,56b	39,93bcd	6,60cd
T4	7,63	2,89a	40,68acd	6,86bc
T5	7,25	2,68ab	46,06a	7,40ab
Profundidade	pH	dS/m	mg/L	%
20	7,27	2,60	35,44	6,31b
40	7,29	2,65	36,64	6,95ab
60	7,38	2,69	38,19	7,19a

**significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$); *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = p < .05$); ns não significativo ($p \geq .05$). As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Vasconcelos(2013)

Em relação ao pH, além de identificar diferença estatisticamente significativa no tratamento e nível de profundidade, também ocorreu efeito significativo na interação do tratamento com a profundidade.

Sabendo que o pH ótimo de absorção pela planta dos micro e macronutrientes situa-se entre 6,5 e 7 e que o sistema radicular do meloeiro no seu estágio de maior desenvolvimento vegetativo esta compreendido em média entre 40 e 50 cm, a escolha de um ou mais dos tratamentos em relação as profundidades e o pH, ora apresentadas, deve ser devidamente analisada face as dificuldades das condições adversas, em campo, para manter, um pH ótimo, dentro da sua faixa de máxima absorção dos macro e micronutrientes pelo meloeiro, levando-se em conta que o pH das águas de irrigação dos poços perfurados no calcário Jandaíra, normalmente apresentam caráter básico, o que acentua as perdas de N, no solo, por volatilização de amônia(NH₃) proveniente dos fertilizantes que contenham N amoniacal, como por exemplo a uréia.

Em relação ao pH, O tratamento T1(uréia) pode ser o mais indicado, desde que haja um controle racional da lâmina de irrigação aplicada, e quantidades de uréia, no sentido de evitar o aumento

do cátion NH_4^+ , deslocando o equilíbrio da reação no sentido da formação de NH_3 , favorecidos pelo aumento da umidade do solo.

PRODUÇÃO DE FRUTOS

A colheita foi realizada no dia 18/10/2012, no início da manhã, com 69 dias após o plantio e 56 DAT. Nessa idade a maior parte dos frutos, 70%, já tinha atingido o ponto de maturação fisiológica, ideal para comercialização, apresentando grau Brix, maior ou igual a 10%, obtidos através de observações em campo, com a utilização de um refratômetro portátil com função de compensação automática de temperatura. A coloração uniforme e predominantemente amarela da casca do melão foi outro critério de seleção através da observação visual, fundamental para averiguar o ponto de amadurecimento do fruto.

Os frutos foram selecionados pela empresa obedecendo aos padrões de qualidade exigidos para o mercado externo (exportação) e para o mercado nacional. Aproximadamente 95% da produção se destinam ao mercado externo.

A Tabela 7 apresenta um resumo da Anova de valores médios do número de frutos comerciáveis para o mercado externo (NFCEXT), por hectare (NF.ha-1), produtividade (t/ha), peso médio dos frutos (kg) e grau brix (0 Brix), em função dos tratamentos. No número de melões por hectare, o tratamento T4 mostrou maior quantidade de frutos por hectare, com uma produtividade de 14% acima da obtida pelo tratamento T5. Em relação à produtividade (t.ha-1), os tratamentos T2, T3, T4 e T5, ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), não demonstraram diferenças significativas.

Quanto ao peso médio dos frutos (kg), nota-se efeito não significativo ($p \geq 0,05$), ou seja, os tratamentos não revelaram significância em relação ao peso médio dos melões.

No que tange aos sólidos solúveis (0 Brix), os tratamentos T2, T3, T4 e T5, ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$), não diferiram, estatisticamente, no grau Brix.

De acordo com a Tabela 7, se verifica que a produtividade média (t.ha-1), obtida dos tratamentos aplicados, foi de aproxi-

madamente 35,6 t/ha. Essa produtividade é superior aos resultados encontrados por Costa et al. (1999), que fizeram pesquisas no Campo Experimental, EMBRAPA, localizado em Petrolina/PE, com a cultura do melão, cultivar Valenciano Amarelo, com fontes de fertilizantes nitrogenados e de suas combinações, obtendo produtividade de 27,72 kg.ha⁻¹. Cardoso et al. (2006) desenvolveram um trabalho na Fazenda Cajazeiras, localizada no município de Tibau/RN, para avaliar os efeitos de quatro fontes de nitrogênio, na dosagem de 80 kg.ha⁻¹, parceladas em 2, 3,4 e 5 vezes, aplicadas via água de irrigação, por gotejamento, na produção e qualidade dos frutos do meloeiro, cultivado em condições de campo. A produtividade variou entre 27,50 a 36,46 t.ha⁻¹. (média entre todas as aplicações de 31,2 t.ha⁻¹).

Tabela 7– Resumo da Anova, e valores médios, para número de frutos por hectare (NFCEXT.ha⁻¹), produtividade (t/ha), peso (kg) médio do fruto (PMF), grau brix (°Brix), em função dos tratamentos em Mossoró-RN, 2012.

Fonte de variação	Número de frutos (NFCEXT.ha ⁻¹)	Produtividade (t.ha ⁻¹)	Peso médio (PMF)	° Brix
Teste F	9,390*	6,1942*	1,2503 ^{ns}	16,6489*
Resíduo	7,0 x 10 ⁶	34,868	0,031783	0,14920
CV %	16,41	19,71	11,57	4,89
Tratamentos	NF/ha	(t.ha ⁻¹)	PMF(kg)	°Brix
T0	17991,67 bd	30,51 bd	1,70	11,00 b
T1	18841,67 b	31,45 b	1,66	11,11 b
T2	20125,00 b	34,28 b	1,71	11,64 a
T3	19916,67 b	35,76 a	1,80	12,05 a
T4	24629,17 a	41,81 a	1,70	12,04 a
T5	21187,50 bc	38,25 ac	1,80	11,81 a

**significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01); *significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 ≤ p < .05); ns não significativo (p ≥ .05). As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Vasconcelos(2013)

A Tabela 8 apresenta um resumo da Anova, com os valores médios, da quantidade de frutos por hectare (NF.ha-1), a produtividade (t.ha-1) média total dos frutos (PTMF), o número de frutos refugo (NFR.) por hectare e produtividade média total dos frutos refugo (PMTRF) por hectare, em função dos tratamentos.

O tratamento T4 produziu mais frutos para o mercado nacional e apresentou maior produtividade (PTMF), em contrapartida produziu a maior quantidade e produtividade de frutos refugo (PMTRF).

Tabela 8 – Resumo da ANOVA, com os valores médios, da quantidade de frutos por hectare (NF.ha-1), a produtividade (t.ha-1) média total dos frutos (PTMF), o número de frutos refugo (NFR) e produtividade média total dos frutos refugo (PMTRF) em função dos tratamentos em Mossoró-RN, 2012.

Fonte de variação	Número de melões (NF/ha)	PTMF (t.ha ⁻¹)	Número de frutos refugo	PMTRF
Teste F	10, 2963 *	52,0215*	98,3516 *	100,5839**
Resíduo	26301	0,0920	23255	0,0588
CV %	16,75	31,18	28,83	29,01
Tratamentos	NF/ha	PTMF	NF/ha	PMTRF
T0	1082,92 bd	1,60 b	1125,00 e	1,80 e
T1	1130,00 b	1,69 b	1183,33 de	1,87 de
T2	1207,92 b	1,61 b	1312,50 cd	2,10 cd
T3	1166,67 b	1,84 b	1375,00 c	2,19 c
T4	1500,00 a	2,58 a	2312,50 a	3,70 a
T5	1291,67 bc	1,76 b	1562,50 b	2,50 b

**significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$); *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$); ns não significativo ($p \geq .05$). As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Vasconcelos (2013)

A Tabela 9 apresenta um resumo da análise de variância (Anova) das quantidades de frutos produzidos por tamanho nos tipos 6,7,8,9,10 e 12, de acordo com os tratamentos aplicados.

O tratamento T4, com exceção da quantidade de melões tipo 6, apresentou maior produtividade do número de frutos nas caixas 7,8,9,10 e 12 em relação aos demais tratamentos. Implica dizer que o tratamento T4, sua produtividade satisfaz tanto ao mercado nacional (7 e 8) quanto ao mercado externo (9 a 12). Essa maior variabilidade da produção qualitativa, em praticamente todos os tipos de tamanho dos frutos, pode estar, provavelmente, relacionada com os diversos tipos de fertilizantes utilizados no tratamento. O tratamento T5 se destacou na produção de frutos de maior tamanho (Tipo 6), característica mais aceitável para o mercado nacional. O tratamento T0, com exceção do tratamento T4, se destacou na produção de frutos do tipo 8 e 12, características dentro das preferências respectivamente dos mercados nacional e externo.

Tabela 9 – Resumo da Anova, e valores médios, para número de frutos 6, 7, 8, 9, 10 e 12, em função dos tratamentos em Mossoró-RN, 2012.

Fonte de variação	Caixa 6	Caixa 7	Caixa 8	Caixa 9	Caixa 10	Caixa 12
Teste F	1,0x10 ⁸ ***	43535,62**	67477,43**	19542,56**	13267,93**	56484,55**
Resíduo	2,00	2,00	1,00	1,50	3,00	1,00
CV %	26,07	17,73	19,63	10,72	13,09	20,66
Tratamentos	NC/ha	NC/ha	NC/ha	NC/ha	NC/ha	NC/ha
T0	250,01 f	291,66 f	391,73 b	415,95 d	399,65 d	391,73 b
T1	291,93 e	332,95 e	366,89 c	333,18 f	435,93 b	366,89 c
T2	460,15 d	452,17 c	300,07 d	410,09 e	350,25 e	300,07 d
T3	480,05 c	471,87 b	266,78 e	430,02 c	420,18 c	266,78 e
T4	512,43 b	482,07 a	450,49a	467,18 a	480,04 a	450,49 a
T5	530,01 a	437,33 d	259,40 f	465,00 b	324,04 f	259,40 f

**significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$); *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$); ns não significativo ($p \geq .05$). As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o

Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Vasconcelos(2013)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a aplicação abusiva de fertilizantes nitrogenados tem efeitos negativos na biodiversidade dos solos, na qualidade das águas subterrâneas e na sustentabilidade ambiental. A elevada dinâmica das formas de N no solo em condições satisfatórias de umidade talvez explique a eficiência semelhante da lixiviação entre as fontes de N e suas combinações utilizadas nesta pesquisa. Em todos os tratamentos os íons nitrato lixiviaram abaixo do sistema radicular do meloeiro. Além disso, o tratamento To, tendo como fonte nitrogenada apenas o N proveniente da água de irrigação não apresentou diferença significativa em relação aos demais tratamentos no tocante, ao peso médio dos frutos. Pode ser recomendado, com critérios, quando se almejar a produção de frutos com peso entre 1,25 a 1,50 kg, dentro da margem de classificação para o mercado externo. A utilização da uréia como fonte de fertilizante nitrogenado deve levar em consideração, os fatores relacionados com o pH da água de irrigação e do solo; da lâmina de irrigação aplicada, no sentido de evitar as perdas por lixiviação do nitrato e volatilização da amônia (NH₃), favorecida pelo aumento do pH e da umidade do solo. Alguns critérios, principalmente em relação a lâmina de irrigação e uso abusivo de fertilizantes, devem ser avaliados visando evitar a lixiviação do nitrato, abaixo do sistema radicular do meloeiro, com possíveis riscos para o meio ambiente. A combinação de fontes nitrogenadas, na cultura do melão Soleares, propiciou maior produtividade de frutos.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, R. D. et al. Crescimento de cultivares de melão amarelo irrigado com água salina. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 7, p. 221-226, 2003.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard methods for the examination of water and wastewater. United States of America: APHA, 2005.

ANDRADE, E. M. A irrigação e suas implicações sobre o capital

natural em regiões áridas e semiáridas: uma revisão. Revista CERES, Viçosa, v. 56, n. 4, p. 390-398, 2009.

_____. et al. Impacto da lixiviação de nitrato e cloreto no lençol freático sob condições de cultivo irrigado. Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.1, p.88-95, 2009.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p.

_____. Water quality for agriculture. Rome: FAO, 1976. 97 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 29).

CARDOSO NETO, F.; GUERRA, H. O. C.; CHAVES, L. H. G. Natureza e parcelamento de nitrogênio na qualidade dos frutos do meloeiro. Revista Caatinga, v.19, p.153-160, 2006.

COSTA, N. D. A cultura do melão. Brasília: EMBRAPA, 2008. 191 p. (Coleção Plantar).

CRISÓSTOMO, L. A. et al. Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 21 p. (Circular Técnica 14).

EMBRAPA. Manual de análises químicas de Solos, plantas e fertilizantes. Brasília: EMBRAPA, 2009. 627 p.

_____. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: CNPS, 1999. 412p.

_____. Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 212 p. (Documentos 1).

GALLOWAY, J. N. et al. Transformation of the nitrogen cycle: recent trends, questions, and potential solutions. Science, USA, v. 320, p.889-892, 2008.

GARCÍA-GARIZÁBAL, I. et al. Nitrate contamination and its relationship with flood irrigation management. Journal of Hydrology, USA, v. 442, p. 15-22, 2012.

GONDIM, R. S.; FREITAS, J. A. D.; MIRANDA, F. R. Eficiência na irrigação para a produção integrada do meloeiro (*Cucumis melo* L.). Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003.40 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documento 70).

MAGALHÃES, M. N.; LIMA, A. C. P. de. Noções de probabilidade e estatística. São Paulo: Edusp, 2010.

MEDEIROS, J. F de; LISBOA, R. de A.; OLIVEIRA, M. de. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 7, p. 469-472, 2003.

MEDEIROS, J. F de; LISBOA, R. de A.; OLIVEIRA, M. de. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 7, p. 469-472, 2003.

PINTO, J. M. et al. Sistema de cultivo de melão com aplicação de fertilizantes via água de irrigação. Brasília: EMBRAPA, 1996. 24 p. (Circular Técnica, 36).

RIO GRANDE DO NORTE. Empresa de pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte S/A.(EMPARN). Previsão Climática. Disponível em:<<http://189.124.135.176/monitoramento/2012/acumulapr.htm>>. Acesso em: 12 jan. 2012.

RODRIGUES, J. O. et al. Modelos da concentração iônica em águas subterrâneas no Distrito de Irrigação Baixo Acaraú. Revista Ciência Agronômica, Ceará, v.38, n.4, p.360-365, 2007.

SILVA, F. de A. S. Versão 7.6 beta (PT) do programa computacional assistat para o sistema operacional windows. Campina Grande: UGCG, 2012.

Vasconcelos, N.S. Riscos ambientais da fertirrigação nitrogenada no cultivo do melão na região de Mossoró-RN. 2013.124p. Tese (Doutorado em Processos Ambientais) – Pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande.

Sustentabilidade da hortifruticultura familiar do município de Ceará-Mirim (RN) sob a ótica do método IDEA

*Luiz Eduardo Lima de Melo¹⁵
Gesinaldo Ataíde Cândido¹⁶*

A partir do final do século XX, o aprofundamento da crise ambiental, juntamente com a reflexão sistemática sobre a influência da sociedade nessa crise, conduziu a um novo conceito, o de desenvolvimento sustentável (VAN BELLEN, 2004).

É de suma importância lembrar que, após a II Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento

15 Graduado em Ciências Biológicas (Universidade Federal do Rio Grande do Norte), mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Universidade Federal da Paraíba) e doutor em Recursos Naturais (Universidade Federal de Campina Grande). Professor do Instituto Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: luiz.melo@ifrn.edu.br.

16 Graduado em Administração Geral (Universidade Federal da Paraíba), mestre em Administração (Universidade Federal da Paraíba) doutor em Engenharia de Produção (Universidade Federal de Santa Catarina). Professor Titular da Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: gacandido@uol.com.br.

Humano, a “Rio-92”, a necessidade de elaboração de indicadores para a mensuração da sustentabilidade tornou-se um dos principais desafios para os gestores públicos, conforme assinalam Tayra e Ribeiro (2006).

A partir de então, a avaliação, a mensuração e o monitoramento da sustentabilidade exigem indicadores que contemplem as dimensões ambiental, social e econômica, sendo, portanto, capazes de avaliar, simultaneamente, resiliência ecossistêmica, qualidade de vida e desempenho econômico, como pontua Veiga (2010),

Em seu trabalho, Guimarães e Feichas (2009) falam sobre os desafios a serem superados na construção de indicadores de sustentabilidade, de modo a agregar concomitantemente aspectos considerados imprescindíveis para promover mudanças na sociedade e subsidiar decisões de políticas públicas.

Da mesma maneira, Malheiros et al. (2008) apontam as falhas e lacunas geradas pela falta de integração no momento da elaboração da Agenda 21 brasileira e da construção dos “Indicadores de Desenvolvimento Sustentável do Brasil” (IDS - Brasil).

A agricultura, como qualquer outra atividade humana, para se manter sustentável, também deve levar em conta, simultaneamente, as dimensões “econômica”, “ambiental” e “social”, ou seja, deve ser uma atividade economicamente viável, ecologicamente saudável e socialmente equitativa (ANGLADE, 1999).

Nas últimas décadas, a agricultura familiar passou a ser mais revalorizada e reconhecida por muitos especialistas como um espaço privilegiado na discussão sobre o setor agrícola em nosso país, pelas seguintes razões: abrange mais de 80% dos estabelecimentos rurais do país; responde por parcela significativa do valor bruto da produção agropecuária; absorve cerca de 3/4 da população ocupada pela agricultura e é a fonte principal de produtos de consumo massivo da população brasileira (CÂNDIDO, 2010).

A sustentabilidade da agricultura familiar está vinculada à capacidade dos agricultores conservarem ou aumentarem sua qua-

lidade de vida, mantendo e garantindo recursos para as próximas gerações, como afirma Gomes (2004).

Um modelo de desenvolvimento rural sustentável é defendido por Assis (2010), a partir da integração de ações públicas e privadas, com base nos princípios agroecológicos, partindo da premissa de que a agroecologia busca uma produção agrícola não agressiva ao meio ambiente, ao mesmo tempo em que se adequa mais facilmente à realidade de sistemas de produção agrícola familiar.

Por sua vez, Cândido (2010) chama a atenção para a necessidade urgente da realização de estudos e pesquisas que levem em conta os aspectos da sustentabilidade nas atividades agrícolas, considerando a agricultura como uma base fundamental da sociedade, onde a sua sustentabilidade é de crucial importância para que se atinja a meta de uma sociedade sustentável em sua integralidade.

Atualmente, existe uma grande diversidade de indicadores e metodologias usadas para avaliação da sustentabilidade ambiental de agroecossistemas. Isso decorre dos inúmeros enfoques teóricos sobre a temática e da própria multiplicidade de realidades a serem avaliadas (PASSOS; PIRES, 2008).

Segundo Verona (2010), a avaliação dos agroecossistemas, de forma sistêmica, com o uso de indicadores, mesmo que apresentando algumas imperfeições, é extremamente importante para se poder quantificar e descrever, concretamente, a real situação dos sistemas agrícolas.

Speelman et al. (2007) dão um bom exemplo disso, descrevendo os resultados de dez anos de avaliação de sustentabilidade de sistemas agrícolas, através da aplicação da metodologia “Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad” (MESMIS) em 28 estudos de caso na América Latina.

Gómez-Limon e Riesgo (2009) descrevem uma análise comparativa entre métodos alternativos de construção de indicadores compostos, a análise de componentes, a análise hierárquica e a técnica de multicritérios, usados para medir a sustentabilidade do setor agrícola na Espanha.

Entre as diversas metodologias de avaliação, temos o Indicadores de Durabilidade das Explorações Agrícolas (IDEA), um método desenvolvido na França, que consiste em um conjunto de indicadores que trabalham dentro de uma perspectiva agroecológica, avaliando a sustentabilidade das práticas agrícolas em três escalas ou dimensões: a “agroambiental”, a “socioterritorial” e a “econômica” (Vilain et al., 2000).

Vieira (2005) enfatiza que este método considera a dimensão que apresenta o menor valor como sendo “limitante” à sustentabilidade, e sobre a mesma devem ser direcionadas as principais medidas corretivas e mitigadoras dos problemas detectados. Para tanto, o IDEA deve ser utilizado ano após ano, avaliando a evolução ou o retrocesso da sustentabilidade de uma propriedade agrícola.

O IDEA também tem se mostrado útil como ferramenta pedagógica. Ao ser aplicado na França em um estudo sobre a sustentabilidade de vinhedos, contribuiu para elevar o nível de conscientização ambiental dos produtores em relação ao uso de agrotóxicos (DEL’HOMME; PRADEL, 2005).

Conforme Zahm et al. (2008), o método tem sido amplamente utilizado na França, apresentando mais de 1500 aplicações desde sua criação até o ano de 2007. Eles destacam que a abordagem científica do IDEA apoia fazendeiros e formuladores de políticas públicas na busca por uma agricultura mais sustentável, e concluem que o método pode ser utilizado para comparar fazendas com o mesmo tipo de produção e contextos locais similares em termos de solo e clima.

Esses autores, também, atestam a aptidão do método no sentido de comparar a sustentabilidade entre diferentes sistemas de produção, tais como o convencional e o orgânico. Eles ressaltam que a segunda versão do método, lançada em 2003, assimilou adaptações para atender às especificidades de algumas culturas, tais como horticultura, jardinagem, arboricultura e viticultura (ZAHM et al., 2006).

Ainda, de acordo com esses autores, para que o IDEA seja adotado por outros países da União Europeia, ou para que seja aplicado em tipos de agricultura diferentes daqueles praticados na

França, faz-se necessário adaptá-lo aos contextos locais em termos de clima, paisagem, e outras especificidades (ZHAM et al., 2008).

Várias adaptações do método já foram propostas e realizadas, anteriormente, por diversos autores. Cadilhon et al. (2006), por exemplo, propuseram uma generalização do método IDEA, a ser utilizada anualmente pelos órgãos públicos franceses na avaliação da sustentabilidade das práticas agrícolas locais, utilizando dados estatísticos disponíveis.

No Brasil, alguns autores, ao fazerem uso desse método, tiveram de adaptá-lo às especificidades das produções agrícolas locais. Jesus (2003), por exemplo, fez uma aplicação do IDEA na avaliação da sustentabilidade de quinze propriedades agrícolas de diferentes regiões do estado do Rio de Janeiro, com diferentes sistemas de manejo agrícola.

Vieira (2005) aplicou este método na Zona da Mata mineira, em três propriedades agrícolas familiares com características produtivas distintas, utilizando modificações que haviam sido efetuadas anteriormente por Jesus (2003).

Aragão (2006) propôs o desenvolvimento de uma metodologia voltada para a avaliação da sustentabilidade de unidades agrícolas familiares, através de um conjunto de indicadores de sustentabilidade agrícolas, compostos a partir do IDEA e do “Método para Avaliação de Indicadores de Sustentabilidade Organizacional (MAIS).

Tavares (2004), por sua vez, desenvolveu uma metodologia de análise da sustentabilidade baseado no IDEA, com o objetivo de avaliar a situação do sistema agrário da citricultura familiar do tipo convencional em Sergipe.

No município de Ceará-Mirim, área de estudo deste trabalho, conforme dados do Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA), existem, atualmente, 21 projetos de assentamento rural, contemplando, aproximadamente, 1.069 famílias e ocupando um total de 12.946 hectares de área (BRASIL, 2010).

Nesse município, são encontrados, basicamente, três modelos de hortifruticultura familiar: o “convencional”, dependente do uso de pesticidas e fertilizantes químicos; o “orgânico”, que segue os

princípios da produção agroecológica e obedece aos padrões de qualidade estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); e o “em transição agroecológica”, que possui características híbridas dos dois primeiros modelos.

Este trabalho, portanto, objetivou avaliar, de forma comparativa, os níveis de sustentabilidade existentes nos diferentes sistemas de hortifruticultura de base familiar praticados no município de Ceará-Mirim - RN, utilizando, para tanto, uma versão modificada do método IDEA, adaptada às particularidades da agricultura familiar local.

MATERIAL E MÉTODOS

Determinou-se, como população alvo desta pesquisa, aquela composta pelas 855 propriedades agrícolas familiares do município que, no momento da pesquisa, dedicavam-se à prática da hortifruticultura, que é o cultivo predominante de frutas e hortaliças. Desta população total, delimitou-se três subpopulações ou grupos a serem estudados, de acordo com o seu sistema de produção agrícola.

Devido às diferenças observadas entre os três grupos estudados, optou-se por se realizar uma amostragem do tipo “probabilística estratificada proporcional”. Para determinação dos tamanhos das amostras representativas para cada grupo de propriedades, foi utilizada a metodologia geral proposta por Krejcie e Morgan (1970).

Sendo assim, os tamanhos das amostras foram definidos como sendo de 113 propriedades convencionais, 74 propriedades em transição agroecológica, e 32 propriedades orgânicas, perfazendo um total de 219 propriedades, distribuídas por 16 assentamentos rurais, nas quais se realizou a aplicação do método IDEA.

Como o método IDEA é essencialmente quantitativo e trabalha, predominantemente, com dados primários, a coleta de dados foi feita na forma de entrevista do tipo “estruturada” com os próprios agricultores, usando um questionário com perguntas fechadas, apresentadas de forma clara e objetiva.

No município de Ceará-Mirim, foi utilizada uma versão modificada do IDEA, desenvolvida, especificamente, de acordo com as características locais. Desta forma, vários indicadores tiveram de ser excluídos da metodologia, por apresentarem pouca ou nenhuma relação com a realidade das práticas agrícolas do município.

Ao mesmo tempo, novas variáveis de sustentabilidade foram inseridas nos indicadores restantes, com o intuito de torna-los mais sensíveis e relevantes em relação ao contexto local, possibilitando uma maior eficiência no processo de avaliação. Fez-se necessário, também, ajustar-se as pontuações das variáveis, bem como a forma de cálculo de vários indicadores.

Mesmo buscando adaptar o IDEA às particularidades locais, esta pesquisa teve o cuidado de tentar se manter o mais fiel possível à estrutura original do método, evitando, portanto, descaracterizá-lo. A proporção entre as pontuações máximas possíveis de serem obtidas em cada dimensão da sustentabilidade, bem como entre os seus diferentes componentes, foi mantida o mais próximo possível da versão oficial, garantindo-se assim, a manutenção do enfoque predominantemente agroecológico proposto pelo autor do método.

A última versão oficial do método IDEA, desenvolvida por Vilain et al. (2008), contém um total de 42 indicadores, distribuídos da seguinte forma: 18 indicadores na dimensão agroambiental, 18 indicadores na dimensão socioterritorial e 6 indicadores na dimensão econômica.

Após as modificações efetuadas, a versão adaptada do método, aplicada no município de Ceará-Mirim, ficou da seguinte maneira: um total de 32 indicadores, sendo 13 na dimensão agroambiental, 14 na dimensão socioterritorial e 5 na dimensão econômica, como mostram as tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1 – Dimensão “Agroambiental”: componentes e indicadores, com suas pontuações máximas.

Componentes	Indicadores	Pontuação Máxima
Diversidade Local	A1. Diversidade Vegetal das Culturas Anuais e Temporárias	14
	A3. Diversidade Animal	14
	A4. Valorização e Conservação do Patrimônio Genético Local	6
	A5. Padrões de Cultivo	8
Organização do Espaço	A6. Dimensão das Parcelas Cultivadas	6
	A7. Gestão da Matéria Orgânica	5
	A9. Preservação de Áreas Naturais	4
	A12. Fertilização	8
Práticas Agrícolas	A13. Gestão dos Resíduos Orgânicos	3
	A14. Controle de Pragas	13
	A16. Proteção do Solo	5
	A17. Gestão dos Recursos Hídricos	4
	A18. Dependência Energética	10

Fonte: Melo (2013).

Tabela 2 – Dimensão “Socioterritorial”: componentes e indicadores, com suas pontuações máximas.

Componentes	Indicadores	Pontuação Máxima
Qualidade dos Produtos e da Região	B1. Qualidade dos Alimentos	10
	B3. Gestão dos Resíduos Não Orgânicos	5
	B4. Acessibilidade ao Espaço	5
	B5. Integração Social	6
	B6. Valorização da Venda Direta Local	7
	B7. Autonomia e Valorização dos Recursos Locais	10
Empregos e Serviços	B8. Serviços e Pluriatividade	5
	B9. Contribuição à Geração de Empregos	6
	B10. Trabalho Coletivo	5
	B11. Perenidade Provável	3
Ética e Desenvolvimento Humano	B14. Educação e Capacitação Profissional	6
	B16. Qualidade de Vida	6
	B17. Isolamento	3
	B18. Saúde e Segurança do Trabalhador	4

Fonte: Melo (2013).

Tabela 3 – Dimensão “Econômica”: componentes e indicadores, com suas pontuações máximas.

Componentes	Indicadores	Pontuação Máxima
Viabilidade	C1. Viabilidade Econômica	20
	C2. Diversificação Econômica	10
Independência	C3. Autonomia Financeira	5
	C4. Dependência de Auxílios Financeiros	10
Eficiência	C6. Eficiência do Processo Produtivo	25

Fonte: Melo (2013).

Passos e Pires (2008) atentam para a dificuldade de se realizar avaliações comparativas de sustentabilidade entre diferentes áreas agrícolas usando sistemas de indicadores, devido à especificidade das características locais, que geralmente exige que sejam feitas adaptações das metodologias originais.

Após a realização das entrevistas e aplicação dos questionários nas 219 propriedades familiares pesquisadas, as informações obtidas foram tabuladas e convertidas em valores absolutos, respeitando-se as pontuações máximas de cada um dos 32 indicadores de sustentabilidade.

Em seguida, calculou-se, por sistema produtivo, os percentuais de sustentabilidade dos componentes, a partir da soma das pontuações obtidas nos indicadores. Na sequência, foram determinados os percentuais médios de sustentabilidade, para cada dimensão, a partir dos valores obtidos nos componentes.

Feito isso, as médias percentuais obtidas nos três sistemas produtivos foram, então, submetidas a uma “análise de variância”, seguida pelo teste de comparação de médias de “Tukey”, a um nível de significância de 5%, com o intuito de se verificar se elas eram estatisticamente iguais ou diferentes entre si.

Por fim, seguindo-se os princípios metodológicos do IDEA, o nível final de sustentabilidade de cada sistema produtivo estudado foi determinado a partir do valor percentual obtido em sua dimensão “limitante”, ou seja, aquela dimensão que apresentou o menor valor de sustentabilidade entre as três dimensões avaliadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 4 mostra os percentuais médios de sustentabilidade encontrados em cada dimensão, nos três diferentes sistemas produtivos estudados, a partir dos valores obtidos nos indicadores após a aplicação da metodologia de avaliação adaptada.

Tabela 4 – Percentuais de sustentabilidade calculados a partir das pontuações médias obtidas nos indicadores.

Dimensões e Respectivos Componentes	Propriedades Convencionais	Propriedades em Transição	Propriedades Orgânicas
DIMENSÃO AGROAMBIENTAL			
Diversidade Local	51,5%	68,8%	84,7%
Organização do Espaço	70,9%	77,8%	80,0%
Práticas Agrícolas	43,7%	66,3%	82,3%
Média da Dimensão	55,4%	71,0%	82,3%
DIMENSÃO SOCIOTERRITORIAL			
Qualidade dos Produtos e da Região	28,5%	40,8%	66,2%
Empregos e Serviços	64,2%	63,1%	71,9%
Ética e Desenvolvimento Humano	69,5%	62,1%	82,1%
Média da Dimensão	54,1%	55,3%	73,4%
DIMENSÃO ECONÔMICA			
Viabilidade	46,3%	39,3%	32,3%
Independência	95,2%	76,0%	77,2%
Eficiência	65,6%	86,8%	34,8%
Média da Dimensão	69,0%	67,4%	48,1%

Fonte: Melo (2013).

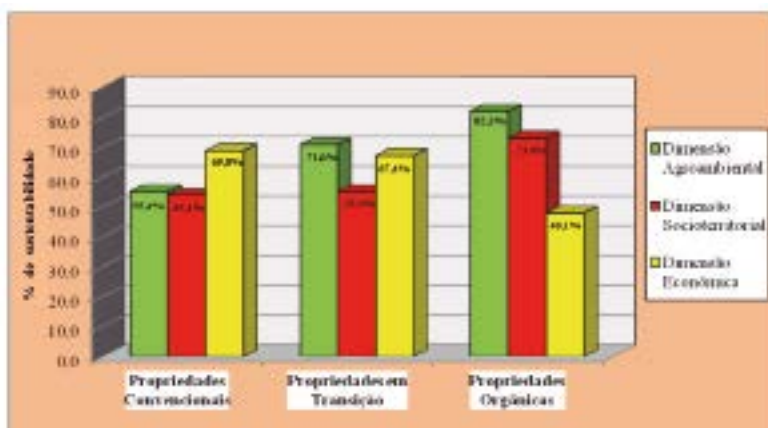
Os autores do método IDEA são enfáticos ao afirmarem que, se deve considerar como o nível “final” de sustentabilidade de uma propriedade agrícola ou de um sistema produtivo como um todo, o valor da sua dimensão “limitante”, ou seja, a que apresentou o menor valor entre as três dimensões avaliadas (VILAIN et al., 2008).

A dimensão limitante, portanto, seria aquela onde os indicadores apontaram a existência de um maior número de aspectos ou características que se encontram interferindo ou comprometendo

o desenvolvimento sustentável das práticas agrícolas do sistema produtivo.

A figura 1 mostra, de forma comparativa, os percentuais médios finais de sustentabilidade encontrados nas dimensões agroambiental, socioterritorial e econômica, nos três sistemas de hortifruticultura familiar praticados no município.

Figura 1 – Níveis de sustentabilidade encontrados em cada dimensão, nos diferentes sistemas produtivos.



Fonte: Melo (2013).

Como as médias obtidas nas dimensões limitantes, nos três sistemas produtivos, apresentaram valores muito próximos, optou-se por submetê-las a uma análise de variância, seguida por um teste de comparação de médias (teste de Tukey).

Tanto a análise de variância como o teste de Tukey apresentaram o mesmo resultado: nos sistemas produtivos convencional e em transição, as médias obtidas na dimensão socioterritorial são estatisticamente “iguais”, e ambas diferem da média obtida na dimensão econômica no sistema produtivo orgânico.

A partir dos resultados obtidos, e seguindo-se os princípios conceituais e metodológicos do método IDEA, pode-se concluir que, no atual contexto da hortifruticultura familiar local, os sistemas produtivos “convencional” e em “transição agroecológica” são os que se apresentam mais sustentáveis, ambos com o mesmo nível final de sustentabilidade. O sistema produtivo orgânico, portanto, no momento, é o menos sustentável dos três modelos agrícolas estudados no município de Ceará-Mirim.

À primeira vista, o sistema orgânico se apresenta para a sociedade como um modelo de produção mais sustentável, uma vez que suas práticas agrícolas são baseadas nos princípios da agroecologia. De fato, se analisarmos os resultados obtidos a partir da avaliação dos três sistemas produtivos, podemos constatar que o sistema orgânico apresentou-se como o mais sustentável em duas das três dimensões avaliadas, a agroambiental e a socioterritorial.

Este baixo valor encontrado na dimensão econômica do sistema orgânico, que acabou por comprometer o seu nível geral de sustentabilidade, se deve, em boa parte, à menor produtividade agrícola dessas propriedades, o que é uma característica do próprio sistema, que não utiliza fertilizantes químicos nem agrotóxicos nos seus cultivos.

Já no sistema convencional, como já era esperado, o maior valor de sustentabilidade foi encontrado em sua dimensão econômica, tendo as suas dimensões agroambiental e socioterritorial como as limitantes de seu desenvolvimento sustentável.

No caso do sistema em transição agroecológica, que se encontra em uma situação intermediária entre os dois outros modelos produtivos, o maior valor de sustentabilidade foi obtido na dimensão agroambiental, à semelhança do que ocorreu com o orgânico, sendo a socioterritorial a sua dimensão limitante.

Segundo Vilain et al. (2008), é sobre a dimensão limitante que devem ser empreendidos todos os esforços, no sentido de mitigar ou corrigir os aspectos negativos encontrados, de forma a possibilitar o desenvolvimento agrícola sustentável em sua totalidade.

Esses autores chamam atenção para o fato de que a sustentabilidade geral de um agroecossistema depende, igualmente, dos valores obtidos nas três dimensões consideradas. Dessa forma, um valor elevado obtido em uma dimensão não pode compensar um valor baixo obtido em outra.

Ir em direção à agricultura sustentável implica em progredir, simultaneamente, em cada uma dessas três dimensões. Ou seja, em uma perspectiva de desenvolvimento agrícola e rural sustentável, a rentabilidade econômica de um sistema de produção não é suficiente para compensar elevados custos ecológicos e sociais que possam estar ocorrendo em um agroecossistema (VILAIN, 1999).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos pela aplicação da versão adaptada do método IDEA apontaram, dentro do atual contexto da hortifruticultura familiar praticada em Ceará-Mirim, os sistemas “convencional” e em “transição agroecológica” como sendo os mais sustentáveis, ambos apresentando o mesmo nível final de sustentabilidade.

A adaptação do método para o município em estudo se deu de forma pormenorizada e contextualizada, buscando-se desenvolver uma metodologia de avaliação simplificada, pertinente e sensível às particularidades locais, que fosse de fácil compreensão e aplicação, tanto por parte dos gestores públicos, como também pelos agricultores, como recomenda a versão oficial do IDEA (VILAIN et al., 2008).

A metodologia adaptada, usada no processo de avaliação, possibilitou que fossem determinados os diferentes níveis de sustentabilidade existentes em cada um dos componentes e dimensões dos diferentes sistemas produtivos. Permitiu, também, identificar-se os níveis finais de sustentabilidade para cada sistema de produção da hortifruticultura local.

Portanto, a adequação do método às especificidades locais, sem, contudo, descaracterizá-lo, mostra-se conveniente na medida

em que possibilita serem feitas comparações entre valores de sustentabilidade obtidos em propriedades agrícolas ou sistemas produtivos de diferentes municípios dentro de um mesmo Território Rural, como é o caso do Território de Mato Grande.

Espera-se que os diagnósticos de sustentabilidade gerados por esta pesquisa sirvam como subsídio para que os gestores públicos e os agricultores familiares do município possam intervir, de forma positiva, nas práticas agrícolas da hortifruticultura local, buscando modificar as características que estejam comprometendo a sustentabilidade das propriedades agrícolas ou do sistema produtivo como um todo.

REFERÊNCIAS

ANGLADE, J. Agriculture durable et écologie: les indicateurs de durabilité de la IDEA. Paris: Mémorie de maîtrise de biologie des organismes à L'Université d'Orsay (Paris-Sud XI), 1999.

ARAGÃO, M.A.G. Proposta de adaptação de indicadores de sustentabilidade para a unidade de produção agrícola familiar (UPAF) a partir dos métodos IDEA e MAIS. Ciências Sociais em Perspectiva, v.9, n.5, p. 81 – 94, 2º sem. 2006.

ASSIS, R.L. Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia. Econ. Aplic., v.10, n.1, p.75-89, jan/mar 2006.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo Agropecuário. Brasília, 2006.

_____. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Plano territorial de desenvolvimento rural sustentável – PTDRS – Território do Mato Grande – RN. 2010.

CADILHON, J; BOSSARD, P.; VIAUX, P.; GIRARDIN, P.; MOUCHET, C.; VILAIN, L. Caractérisation et suivi de la durabilité des exploitations agricoles françaises : les indicateurs de la méthode IDERICA. Notes et Études Économiques, n.26, p. 127-158, décembre 2006.

CÂNDIDO, G. A. Rede de estudos e pesquisas em sistemas de

indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas baseados em práticas de agricultura familiar e da agricultura baseada nos princípios da revolução verde no nordeste brasileiro. Projeto de pesquisa apresentado para avaliação e julgamento em conformidade Edital CNPq 022/2010). Campina Grande, 2010.

DEL’HOMME, B.; PRADEL, M. Evaluation de la durabilité des exploitations viticoles dans le vignoble bordelais – Méthode et résultats. *Oenometri XII*, Macerata (Italie), p. 27-28, mai 2005.

GOMES, I. Sustentabilidade social e ambiental na agricultura familiar. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 5, n. 1, 1º Semestre de 2004.

GÓMEZ-LIMÓN, J.A.; RIESGO, L. Alternative approaches to the construction of a composite indicator of agricultural sustainability: An application to irrigated agriculture in the Duero basin in Spain. *Journal of Environmental Management*, v.90, p.3345–3362, 2009.

GUIMARÃES, R.P.; FEICHAS, S.A.Q. Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade. *Ambiente & Sociedade.*, Campinas, v. 12, n. 2, p. 307-323, jul./dez. 2009.

JESUS, E. L. Avaliação da sustentabilidade de propriedades agrícolas do Estado do Rio de Janeiro, utilizando o método IDEA. Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo) – Universidade Federal Rio Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

KREJCIE, R. V.; MORGAN, D. W. Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, Vol.30. n.3. 1970. p. 607-610. Disponível em: < <http://freedownloadb.com/pdf/determining-sample-size-for-research-activities-krejcie>>. Acesso em: 15 fev. 2012.

MALHEIROS,T.F.; PHILIPPI Jr., A.; COUTINHO, S.M.V. Agenda 21 Nacional e Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: contexto brasileiro. *Saúde Soc.*, São Paulo, v.17, n.1, p.7-20, 2008.

MELO, L. E. L. Avaliação da sustentabilidade da hortifruticultura familiar no município de Ceará-Mirim – RN: um estudo comparativo entre os diferentes sistemas de produção agrícola. 2013. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2013.

PASSOS, H.D.B.; PIRES, M.M. Indicadores ambientais para

avaliação de agroecossistemas. Informe Gepec, v. 12, n.1, jan./jun. de 2008.

PEREIRA, V.S.; MARTINS, S.R. Indicadores de sustentabilidade do agroecossistema arroz orgânico com manejo de água contínuo na bacia do Araranguá (SC) mediante aplicação da metodologia MESMIS. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, n. 15, março de 2010.

SPEELMAN, E.N.; LÓPEZ-RIDAURA, S.; COLOMER, N.A.; ASTIER, M.; MASERA, O.R. Ten years of sustainability evaluation using the MESMIS framework: Lessons learned from its application in 28 Latin American case studies. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, v.14, p.345–361, 2007.

TAVARES, E. D. Da agricultura moderna à agroecológica: análise da sustentabilidade de sistemas agrícolas familiares. 2004. 229f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

TAYRA, F.; RIBEIRO, H. Modelos de Indicadores de Sustentabilidade: síntese e avaliação crítica das principais experiências. Saúde e Sociedade, v.15, n. 1, p.84-95, janeiro/abril de 2006.

VAN BELLEN, H. M. Desenvolvimento Sustentável: Uma Descrição das Principais Ferramentas de Avaliação. Ambiente & Sociedade, v. 7, n. 1, janeiro/junho de 2004.

VEIGA, J.E. Indicadores de sustentabilidade. Estudos avançados, São Paulo, v.24, n.68, 2010.

VERONA, L.A.F. A real sustentabilidade dos modelos de produção da agricultura: indicadores de sustentabilidade da agricultura. Hortic. bras., v. 28, n. 2, julho de 2010.

VIEIRA, M. S. C. Aplicação do método IDEA como recurso didático-pedagógico para avaliação da sustentabilidade de propriedades agrícolas no município de Rio Pomba – MG. 2005. 82f. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

VILAIN, L., ZAHM, F.; VIAUX, P.; GIRARDIN, P.; MOUCHET, C.. La méthode IDEA: indicateurs de durabilité des exploitations agricoles: guide d'utilisation. Dijon, France: Educagri Éditions, 2000.

_____. La méthode IDEA: indicateurs de durabilité des exploitations agricoles: guide d'utilisation. Dijon, France: Educagri Éditions, 2008.

ZAHM, F.; VIAUX, P.; GIRARDIN, P.; VILAIN, L.; MOUCHET, C. Farm Sustainability Assessment using the IDEA Method: From the concept of farm sustainability to case studies on French farms. International Forum on Assessing Sustainability in Agriculture Symposium. Suíça, 2006.

_____. Assessing Farm Sustainability with the IDEA Method: from the Concept of Agriculture Sustainability to Case Studies on Farms. Sustainable Development, v. 16, n. 4, p. 271-281, jul-ago. 2008.

Perfil socioeconômico dos agricultores familiares da agrovila Canudos em Ceará-Mirim (RN)

Maria Agripina Pereira Rebouças¹⁷

Vera Lúcia Antunes de Lima¹⁸

As transformações na estrutura agrária e a modernização do meio rural no Brasil desencadearam processos agrícolas diferenciados de produção e de condições socioeconômicas na vida dos agricultores familiares, aqueles em que a produção é baseada na mão de obra familiar, na diversidade agrícola e na distribuição dos recursos auferidos – terra, trabalho e capital (LAMARCHE, 1998; GUANZIROLI et al., 2001).

No Brasil, a agricultura familiar é sem dúvida um segmento

17 Graduada Ciências Biológicas (Universidade Federal de Roraima) e em Ciências Naturais (Universidade Federal do Pará), mestra em Ciências Ambientais (Universidade Federal do Amazonas) e doutora em Recursos Naturais (Universidade Federal de Campina Grande). Professora do Instituto Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: agripina.reboucas@ifrn.edu.br.

18 Graduada em Engenharia Agrícola (Universidade Federal da Paraíba), mestra em Engenharia Agrícola (Universidade Federal da Paraíba) e doutora em Engenharia Agrícola (Universidade Federal de Viçosa). Professora Associado II da Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: antuneslima@gmail.com.

importante do setor agrícola, tanto em relação ao volume de produção quanto a geração de emprego e renda. Dados do Ministério do Desenvolvimento Agrário revelam que 77% da ocupação de mão de obra no campo são representadas pela agricultura familiar, e estas são responsáveis pela produção de alimentos que compõem a dieta da população brasileira (BRASIL, 2003).

No Estado do Rio Grande do Norte, o desenvolvimento da agricultura familiar reflete ganhos de produtividade com a prática da fruticultura irrigada, que tem contribuído para geração de ocupação e de renda dos agricultores familiares, como também para melhoria da qualidade de vida dessas famílias que outrora não dispunham de meios socioeconômicos favoráveis à sua reprodução social.

Canudos, agrovila do assentamento Rosário no município de Ceará Mirim (RN), aparece nesse cenário como um forte potencial para o desenvolvimento da fruticultura, devido à cultura de mamão irrigado, representando a principal atividade geradora de ocupação e renda para uma parcela desses agricultores.

A agricultura familiar, no curso dos últimos anos, tem se difundido por meio de assentamentos rurais que, tomando de empréstimo as palavras de Norder (1997), são projetos criados na maioria das vezes para resolver situações de conflitos de determinadas localidades, em detrimento às situações de pobreza e exclusão social, ou mesmo para resgatar o potencial produtivo da agricultura familiar.

Mas, pouco se conhece ou tem estudos voltados para o desvendamento da situação socioeconômica dos assentamentos rurais. Essa é, por exemplo, uma realidade vivenciada no assentamento Rosário, situado a 25 km da sede do município de Ceará Mirim (RN).

Nesse sentido, o objetivo deste artigo é o de apresentar o perfil socioeconômico dos agricultores familiares da agrovila Canudos, situada no assentamento Rosário, no município Ceará-Mirim-RN.

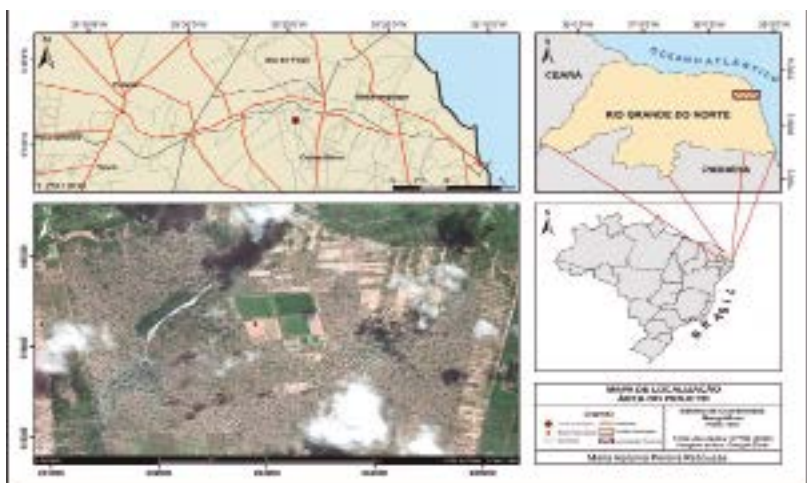
LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO

O assentamento Rosário está localizado no município de Ceará Mirim, a 28 km de distância da capital do Estado do Rio Grande do Norte, Natal. Limita-se com os municípios de Maxaranguape ao Norte; São Gonçalo do Amarante, Extremoz e Ielmo Marinho ao Sul; Extremoz, Maxaranguape e Oceano Atlântico a Leste e Taipu a Oeste, entre as coordenadas geográficas 36°25' 32" de longitude e 5°38'04" de latitude (BRASIL, 2005).

Esse assentamento está subdividido em duas agrovilas: Rosário e Canudos. O estudo em tela foi desenvolvido na agrovila Canudos, localizada a 25 quilômetros de distância da sede do município de Ceará Mirim (RN).

Sob as coordenadas 5°28' de latitude Sul e 36°25' longitude Oeste, está situado o pomar de cultivo de mamão irrigado da Cooperativa dos Produtores de Canudos (Figura 1).

Figura 1 – Localização do pomar de mamão da Agrovila Canudos em Ceará Mirim (RN)



Fonte: Rebouças (2013).

CARACTERIZAÇÃO HISTÓRICA DA AGROVILA CANUDOS

Os projetos de assentamentos no Brasil, na sua maioria, são produtos de lutas coordenadas pelos movimentos sociais organizados, com objetivo de obtenção de terras e assim forçar o Estado a cumprir o papel da reforma agrária no país.

O Rio Grande do Norte, a exemplo de outros Estados do território nacional, também foi palco de conflitos com a atuação de movimentos sociais ligados ao Sindicato dos Trabalhadores Rurais (STR), à Comissão Pastoral da Terra (CPT) e ao Movimento Sem Terra (MST), em apoio aos trabalhadores rurais, pressionando o Estado, para a formação dos assentamentos (FERNANDES, 2009).

A agrovila Canudos foi criada por um grupo de agricultores representados pelo Sindicato dos Trabalhadores Rurais (STR), um ano após a constituição do Projeto de Assentamento Rosário (1998), no município de Ceará Mirim (RN).

Segundo o relato dos produtores assentados, o assentamento Rosário foi uma conquista dos trabalhadores liderados pelo MST e STR que, na perspectiva de forçar o processo de reforma agrária, ocuparam duas fazendas, Santa Maria e Rosário, no município de Ceará-Mirim.

O Assentamento Rosário foi instituído no dia 10 de junho de 1998, dispondo de uma área de 1.622 hectares (ha), quando foi concedida a imissão de posse de terra para 120 famílias, distribuída em lotes individuais e coletivo, além da área destinada para reserva legal (20%).

Após instituição do assentamento e alguns desentendimentos entre as famílias assentadas, Rosário passou a se constituir por duas agrovilas: Rosário e Canudos. Os agricultores que se fizeram representar pelo MST, permaneceram na agrovila sob a denominação Rosário em homenagem à fazenda ocupada por eles e, os agricultores representados pelo STR denominaram a outra agrovila pelo nome Canudos, em homenagem à comunidade homônima situada no Estado da Bahia, fazendo alusão ao conflito armado de repercussões históricas, cujo nome tornou-se emblemático para os movimentos populares de ocupação territorial.

Para iniciar o processo produtivo e adquirir recursos, as famílias fundaram a Cooperativa dos Produtores de Canudos (COPEC), por meio da qual foi possível obter crédito junto a instituições de fomento para a compra de equipamentos e insumos necessários à produção de mamão irrigado.

A criação da Cooperativa também permitiu mudanças na organização produtiva do grupo, que viabilizou através de financiamentos, acesso às estruturas e implementos coletivos, tais como os equipamentos do sistema de irrigação, a perfuração de poços tubulares, máquinas e equipamentos. Este fato não ocorreria, caso os produtores assim desejassem individualmente, devido aos altos custos.

Os produtores apropriados da tecnologia da fruticultura irrigada e organizados em cooperativa resolveram, a partir de 2007, produzir mamão na área coletiva do assentamento, e a comercializar a produção nas feiras dos municípios de Ceará Mirim e Maxaranguape, bem como, para revendedores que se dirigem ao local de produção. Em vista disso, a cultura do mamão passou a gerar ocupação e renda, se constituindo numa opção viável de desenvolvimento econômico e social dessas famílias.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia deste estudo envolveu levantamento bibliográfico do tema em questão e pesquisa de campo.

O levantamento bibliográfico se referiu à catalogação do referencial teórico metodológico, em livros, artigos, teses, dissertações e referências eletrônicas que fundamentaram o trabalho. A pesquisa de campo se desenvolveu por incursões na agrovila estudada para realização de entrevistas e observações in loco.

Os dados da pesquisa de campo foram obtidos por intermédio de entrevistas semiestruturadas para preenchimento de formulários com perguntas abertas e fechadas aplicadas aos agricultores familiares da agrovila Canudos, e considerou as variáveis: produção agrícola, idade, escolaridade, renda familiar, transporte e infraestrutura disponível no assentamento.

Este trabalho foi configurado na seguinte ordem: determinação da amostragem, elaboração do instrumento de coleta de dados, aplicação do instrumento de coleta, tabulação e análise dos dados.

A população estudada foi definida por todas as famílias da agrovila Canudos no assentamento Rosário (RN), que se permitiram participar da pesquisa. A escolha baseou-se na disponibilidade de dados relevantes à produção de mamão e na acessibilidade das pesquisadoras.

Os assentados da agrovila Canudos são constituídos, conforme consta na tabela 1, por 40 famílias, dessas, 24 não produzem mamão e 16 produzem.

Tabela 1 – Assentados da agrovila Canudos

Assentados da Agrovila Canudos	Total	%
Produtores de mamão	16	40
Não produtores de mamão	24	60
Total	40	100

Fonte: Rebouças (2013).

A amostra foi estabelecida, segundo critérios de Spiegel (1990), conforme se vê na tabela 2, por 20 famílias da agrovila Canudos, sendo 10 produtores de mamão e 10 não produtores.

Tabela 2 – Composição da amostra dos assentados de Canudos

Assentados da Agrovila Canudos	Amostra
Produtores de mamão	10
Não produtores de mamão	10
Total	20

Fonte: Rebouças (2013).

A amostra é do tipo não probabilista intencional, cujos elementos são escolhidos pela especificidade e as informações podem ser consideradas representativas para toda a população (GIL, 2007). Foram aplicados vinte formulários entre os meses de junho e agosto de 2012.

Para a organização e tabulação dos formulários foi utilizado um software de apoio Estatístico o Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), com o objetivo de atingir o melhor entendimento possível (OLIVEIRA, 2008). Em seguida, os resultados foram editados para uma melhor compreensão da pesquisa. Após a tabulação, procedeu-se a análise dos dados, utilizando-se técnicas estatísticas, tais como: Estatística Descritiva, Distribuição de Frequência, Média, Desvio Padrão, Mínimo e Máximo das variáveis estudadas. Ademais, um gráfico foi confeccionado um gráfico para melhor compreensão (SIMON, 1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PESQUISA

O estudo em pauta apresentou os seguintes resultados: na agrovila Canudos estão assentadas 40 famílias, e destas foram abordadas 20 para esta investigação, das quais totalizavam 87 pessoas, sendo 56 adultos e 31 crianças e jovens (distribuídas na faixa etária de zero a 17 anos).

Quanto à naturalidade, a maioria dos assentados é natural dos municípios do Rio Grande do Norte, com maior representatividade para o município de Ceará Mirim com (30%) onde o assentamento está inserido, seguido pelo município de Natal (15%), Extremoz, Maxaranguape e São Gonçalo do Amarante (10%) cada um, e Guamaré, Pureza, Rio do Fogo, São Bento do Norte com (5%) cada, e (5%) procedente do Estado de São Paulo.

Esse dado tem se revelado uma constante na dinâmica dos movimentos para aquisição de terra, em que as pessoas se interessam por propriedades no município de origem ou próximo dele. Essa é uma realidade verificada também em outros assentamentos do Estado, como afirma Costa (2005), no assentamento Seridó e, Lima (2009), no assentamento de Timbó e Mata Verde.

O perfil socioeconômico dos agricultores familiares da agrovila Canudos está centrado em alguns aspectos sociais e econômicos como: produção agrícola, idade, escolaridade e infraestrutura disponível no assentamento, apresentados em seguida.

PRODUÇÃO AGRÍCOLA

A atividade produtiva das famílias assentadas é baseada na agricultura, cuja produção consiste em culturas diversificadas como: mamão, banana, abacaxi, macaxeira, milho, pimentão, além da produção de tilápia e pecuária de pequeno porte.

É importante ressaltar que, mesmo com essa diversidade produtiva, o mamão é considerado a “mola mestra” de todos os produtos cultivados pelas famílias (informação verbal). E este fato é justificado pela apropriação da tecnologia de produção de mamão irrigado de qualidade reconhecida no mercado regional.

A produção de mamão tem destaque também, devido ao fato que na época da safra, após o 7º mês da implantação das mudas no campo, já produzirem em média 10 toneladas de frutos por semana, numa área equivalente a 10 ha. Além disso, se a roça for bem manejada e forem feitas renovações dos pomares a cada 2 anos, o mamão se constitui na principal alternativa de renda para os agricultores o ano todo.

A colheita é realizada uma ou duas vezes por semana, fato que contribui para o fluxo de caixa da cooperativa, e vendida para clientes com uma demanda constante para atender as feiras regionais ou nos entrepostos distribuidores.

Em relação aos demais produtos, os rendimentos são bem inferiores, como se vê na tabela 3, onde estão expressos os rendimentos obtidos com a venda da produção no período de janeiro a agosto de 2012.

Tabela 3 – Rendimentos auferidos na venda dos produtos, no período de janeiro a agosto de 2012

Produto	Rendimento (R\$)
Banana	19.734,00
Abacaxi	585,00
Pimentão	674,00
Macaxeira	5.925,00
Tilápia	5.946,00
Mamão	326.708,00

Fonte: Rebouças (2013).

Observa-se que, no mesmo período, a produção de mamão rendeu R\$ 326.708,00, enquanto os outros produtos o rendimento individual, no mesmo período, foi inferior a R\$ 10.000,00, com exceção da banana (R\$ 19.734,00).

Vale ressaltar que as culturas são irrigadas e as despesas para a produção são altas, assim em tais culturas, com exceção do mamão, as receitas não compensam os investimentos, No entanto, tais produtos são utilizados para suprimento alimentar das famílias (autocossumo) e, quando há demanda são comercializados.

Diante do exposto, este dado explica o porquê da produção de mamão ser considerada a mais relevante para os produtores da agrovila Canudos.

FAIXA ETÁRIA

A faixa etária é um item importante na caracterização socioeconômica de uma população, haja vista ser esta a responsável pela força de trabalho e a produção de renda, que é condição indispensável para manter, em certa medida, a qualidade de vida desses agricultores.

De acordo com a tabela 4, observa-se que a média de idade dos entrevistados está em torno de 37 anos e também que a idade máxima pesquisada foi de 65 anos, enquanto que a menor idade das pessoas entrevistadas foi de 20 anos. Sendo considerado um desvio padrão da média de 3 significando que a média de idade pode variar entre 34 e 40 anos.

Esse dado revela que essa população é economicamente ativa, dentro da faixa estabelecida pelo IBGE (2012), que considera essa faixa etária, entre 15 e 64 anos de idade.

Tabela 4 – Relação entre as idades dos produtores e dos não produtores de mamão

Produção de Mamão	Média	N	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Produtor de mamão	40	10	14	21	65
Não produz mamão	33	10	13	20	60
Total	37	20	14	20	65

Fonte: Rebouças (2013).

Ainda, de acordo com a tabela 4, sobre a relação da idade com a produção de mamão na agrovila Canudos, notou-se que a média de idade dos assentados que produzem mamão está em torno de 40 anos, com desvio padrão em torno de 14, podendo variar entre 54 e 26 anos.

Para a amostra referente aos assentados da agrovila Canudos que não produzem mamão, de acordo com a tabela 4, observa-se que a média de idade desses entrevistados está em torno de 37 anos, com um desvio padrão equivalente a 13, que permite a variação da média entre 24 e 50 anos.

De forma geral, a menor idade dos produtores entrevistados está entre as pessoas que não produzem mamão, com 20 anos, e a maior idade pesquisada refere-se aos produtores de mamão, chegando aos 65 anos.

ESCOLARIDADE

A escolaridade é um dos indicadores do perfil socioeconômico da população. No caso dos produtores da agrovila Canudos (RN) o nível de escolaridade revela que as políticas educacionais no campo são ineficazes, visto que esse serviço é negligenciado pelo poder público.

Assim na tabela 5 de distribuição de frequência para os 20 entrevistados, constata-se que 30% dos assentados possui ensino fundamental I (1ª a 4ª série), 30% ensino fundamental completo e 30% ensino médio. Produtores não alfabetizados são 10% desse contingente. São considerados não alfabetizados, neste estudo, as pessoas que se declararam não sabendo ler nem escrever um bilhete simples. Essa definição acompanha os critérios utilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) nas suas pesquisas domiciliares.

Tabela 5 – Distribuição de frequência do nível de escolaridade

		Frequência	Percentual	Percentual Válido	Percentual Cumulativo
Válido	Não alfabetizado	2	10	10	10
	Ensino Fundamental I	6	30	30	40
	Ensino Fundamental	6	30	30	70
	Ensino médio	6	30	30	100
Total		20	100	100	

Fonte: Rebouças (2013).

Em comparação ao nível de escolaridade dos entrevistados com o desempenho da produção de mamão, observou-se, conforme mostrado na tabela 6, que a maior parte dos entrevistados que possuem nível médio de escolaridade é representada pelos não produtores de mamão (50%), enquanto que, apenas 10% dos produtores de mamão possuem nível médio de escolaridade.

Tabela 6 – Relação do nível de escolaridade com a produção de mamão

Escolaridade	Quantidade Por Produção de Mamão	Produção de Mamão		Total
		Produtor de mamão	Não produz mamão	
Não alfabetizado	Quantidade	1	1	2
	Por Produção de Mamão	10%	10%	10%
Ensino Fundamental I	Quantidade	3	3	6
	Por Produção de Mamão	30%	30%	30%
Ensino Fundamental	Quantidade	5	1	6
	Por Produção de Mamão	50%	10%	30%
Ensino médio	Quantidade	1	5	6
	Por Produção de Mamão	10%	50%	30%
Total	Quantidade	10	10	20
	Por Produção de Mamão	100%	100%	100%

Fonte: Rebouças (2013).

Ainda de acordo com a tabela 6, em termos de percentual relativo, os entrevistados com escolaridade referente ao ensino fundamental completo é representado pelos produtores que cultivam mamão (50%) e 10% de não produtores. Em relação aos não alfabetizados, 10% é o quantitativo dos dois grupos (produtores e não produtores de mamão). Cabe salientar que nenhum dos entrevistados possui ensino superior.

Em termos comparativos, esse dado não revela nenhuma discrepância entre os dois grupos, no entanto, sugere que a maior parte dos integrantes do grupo de produtores parou os estudos após o término do ensino fundamental e os não produtores foram mais além, finalizaram o ensino médio

Esse cenário reforça a realidade verificada no meio rural brasileiro, em que o acesso à educação é desigual, evidenciando uma política educacional excludente no meio rural. Demonstra também, que há falta de políticas públicas que garantam o acesso e a permanência das crianças nas escolas na zona rural.

Vale ressaltar que o fato mencionado no parágrafo anterior, é verificado no assentamento Rosário, a julgar pela escassez de escolas para acolher a comunidade infantil, jovem e adulta. Na agrovila em estudo, não há escolas e as crianças de educação infantil, para ter acesso à esse benefício, são conduzidas para a agrovila Rosário onde o clube de mães é utilizado como “creche” para atender essas crianças em condições precárias, como é verificado na figura 2a, e ainda numa antiga casa de farinha, figura 2b, o espaço é utilizado para atender o ensino fundamental I (1ª a 4ª série) nos turnos matutino e vespertino, porém, em condições ainda mais problemáticas, com uma professora para as quatro séries numa única sala.

Figura 2 – Instalações de ensino: a) Sala da Ed. Infantil e b) Sala de Ens. Fundamental



Fonte: Rebouças (2013).

Alunos em séries mais avançadas se deslocam para outro município (Maxaranguape/RN) e/ou para as escolas localizadas na sede do município de Ceará Mirim/RN. Diante de inúmeras dificuldades, entende-se que alguns jovens só estudam as séries iniciais e quando muito, o ensino fundamental.

Esse é o cenário da maioria dos assentamentos estudados no Estado, como afirmam Pereira et al. (2005) no assentamento Hipólito, Costa (2005) no assentamento Seridó, e Lima (2009) nos assentamentos Timbó e Mata Verde.

Em relação à disponibilidade de cursos profissionalizantes, também há deficiência, porém, na época da pesquisa, os assentados da agrovila Canudos (RN) estavam sendo contemplados com um curso de aquicultura oferecido pela Universidade Tecnológica do Paraná (UTPR) em parceria com o Ministério da Pesca, na modalidade Ensino à Distância (EAD), uma vez que esses assentados ainda não dominam a tecnologia para a cultura de tilápia.

Nesse contexto, no que diz respeito ao acesso e à permanência dos estudantes do campo nas escolas, Molina e Freitas (2011), sugerem ampliação da oferta de vagas nos anos finais do ensino fundamental e, especialmente no ensino médio, considerando as especificidades da vida no campo, tais como: a menor densidade populacional, a dispersão geográfica e as distâncias. E para tanto, indicam que isso seria possível se houvesse integração entre as instâncias municipal, estadual e federal para implantar medidas

que aperfeiçoem o uso dos recursos públicos a fim de garantir o direito à educação aos sujeitos do campo.

RENDA FAMILIAR

As atividades desenvolvidas no assentamento e, especificamente na agrovila estudada são predominantemente familiares. Todos os membros da família executam os trabalhos, tanto os homens quanto as mulheres e os jovens que dividem o dia entre a escola e o trabalho.

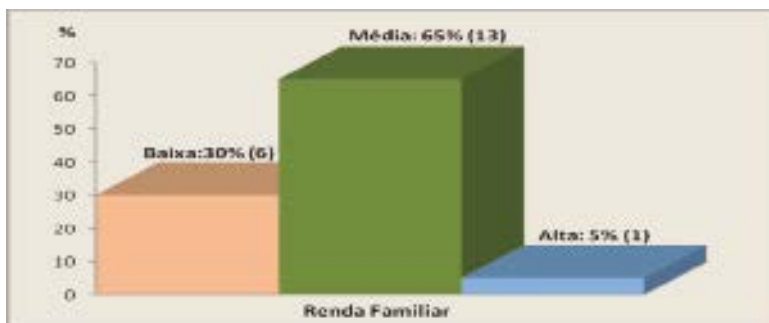
As mulheres, além de ajudarem nas atividades agrícolas também desempenham as tarefas domésticas, sendo responsáveis pelos cuidados com os filhos e algumas ainda são contratadas pela Prefeitura de Ceará Mirim para o desempenho de atividades de merendeira e/ou de zeladora nas creches e escolas do assentamento. As mais qualificadas, são contratadas como professoras de creches e/ou de escolas de Ensino Fundamental I (1ª a 4ª série). Vale ressaltar, que nenhuma das entrevistadas possuía ensino superior.

Para essa pesquisa considerou-se de grande relevância social o estudo da dimensão da renda familiar dos moradores do assentamento Canudos, que, conforme pode ser observado no gráfico 1, 65% dos entrevistados possuem renda familiar mensal considerada “média”, variando acima de um a três salários mínimos.

Para esse trabalho, o salário mínimo considerado foi de R\$ 622,00 (salário em vigor no país em 2012) e, convencionou-se considerar baixa, a renda até um salário mínimo, média, acima de um salário até três salários mínimos e alta, acima de três salários mínimos.

Dos entrevistados, 30% das famílias apresentam renda familiar mensal baixa, de acordo com o que foi convencionado neste estudo, apenas 5% possuem renda familiar alta.

Gráfico 1 – Renda familiar dos agricultores de Canudos



Fonte: Rebouças (2013).

A desigualdade de renda acompanha um comportamento histórico no país segundo Ferreira e Veloso (2006), o Brasil é visto como um dos países que apresenta maiores desigualdades socioeconômicas no mundo. E de acordo com apontamentos de Santos (2010), uma das causas dessas desigualdades é decorrente do baixo nível educacional do brasileiro, que afeta, dentre outras variáveis, a renda nacional.

A tabela 7 mostra que a renda familiar dos entrevistados que produzem mamão, na sua maioria, 80%, é “média”, enquanto os não produtores, somente 50% dos entrevistados tem renda média. Comparando-se o percentual de famílias que apresentaram renda familiar “baixa” constata-se que os não produtores representaram 65% da amostra.

Tabela 7 – Relação entre a renda familiar de produtores e não produtores de mamão na agrovila Canudos

Renda Familiar	Quantidade Por Produção de Mamão	Produção de Mamão		Total
		Produtor de mamão	Não produz mamão	
Baixa (até um salário mínimo)	Quantidade Por Produção de Mamão	2	4	6
		20%	40%	30%
Média (acima de um salário até três mínimos)	Quantidade Por Produção de Mamão	8	5	13
		80%	50%	65%

... continuação

Alta (acima de três salários mínimos)	Quantidade Por Produção de Mamão	0	1	1
		0%	10%	5%
Total	Quantidade Por Produção de Mamão	10	10	20
		100%	100%	100%

Fonte: Rebouças (2013).

Dessa forma, observa-se que há uma considerável melhoria de renda familiar para os assentados que produzem mamão em relação aos que não produzem. Considerando que para a renda familiar média que é a maior representatividade de renda dos assentados estudados, 61,5% são de produtores e somente 38,5% são de não produtores. Com relação, ao nível de renda familiar alta, apenas 5% estão nessa categoria e estão representados pelos não produtores de mamão.

Ainda com relação à ocupação e renda, as famílias produtoras de mamão apresentaram uma situação econômica vantajosa em comparação às famílias que não produzem, a considerar pela capacidade de se autossustentarem, garantir qualidade de vida, e ainda, ter autonomia para expandir e diversificar a produção.

Vale ressaltar que, algumas famílias têm a renda familiar complementada pelos programas governamentais de assistência (bolsa família, bolsa escola), e por esse motivo, provavelmente não tenham ficado à vontade para informar a renda real, temendo a perda desse benefício, caso informassem renda maior. Dos que informaram que recebiam essa assistência, a maioria era de produtores que não plantavam mamão, correspondendo a 60% dos assentados.

Cabe salientar que muitas famílias complementam a renda com outras atividades alternativas, tais como: serviços prestados à cooperativa (COPEC), venda de produtos de beleza (atividade desenvolvida pelas mulheres), além de outras atividades como pedreiros, motoristas e tratoristas.

TRANSPORTES

Em relação ao transporte utilizado pelas famílias, de acordo com a tabela 8, 40% dos entrevistados utilizam lotação como principal meio de transporte, 30% utiliza motocicleta, 25% automóvel próprio e 5% se locomovem por meio de bicicleta.

Tabela 8 – Distribuição de frequência dos meios de transportes dos agricultores da agrovila Canudos

Transporte	Frequência	Percentual	Percentual Válido	Percentual Cumulativo
Automóvel	5	25	25	25
Motocicleta	6	30	30	55
Lotação	8	40	40	95
Bicicleta	1	5	5	100
Total	20	100	100	

Fonte: Rebouças (2013).

Quanto ao transporte coletivo, com exceção do ônibus que conduz as crianças do assentamento às escolas de Maxaranguape e Ceará Mirim, não há a disponibilidade desse meio de transporte para atender aos moradores do assentamento.

De forma comparativa, conforme estabelecido na tabela 9, entre as pessoas que utilizam a lotação como meio de transporte, o maior percentual, 60%, é representado pelos produtores de mamão e 20% não produtores. Entre as famílias que possuem automóvel, as que não produzem mamão são as mais representativas, 30%, comparado com os agricultores que produzem, 25%.

Tabela 9 – Relação do meio de transporte entre produtores e não produtores

Transporte	Quantidade Por Produção de Mamão (%)	Produção de Mamão		Total
		Produtor de mamão	Não produz mamão	
Automóvel		2	3	5
		20%	30%	25%
		100%	100%	100%

... continuação

Motocicleta	Quantidade Por Produção de Mamão	1	5	6
		10%	50%	30%
Lotação	Quantidade Por Produção de Mamão	6	2	8
		60%	20%	40%
Bicicleta	Quantidade Por Produção de Mamão	1	0	1
		10%	0%	5%
Total	Quantidade Por Produção de Mamão	10	10	20

Fonte: Rebouças (2013).

Ainda de acordo com a tabela 9, somente um entrevistado, que é produtor de mamão, respondeu utilizar a bicicleta como transporte. Sobre o meio de transporte “motocicleta”, os não produtores de mamão a utilizam numa frequência maior, 50%, do que os entrevistados que produzem mamão, 10%.

INFRAESTRUTURA

A infraestrutura no assentamento é precária, com déficit quanto ao atendimento aos serviços de educação, saúde, coleta de lixo, comunicação e lazer. Isto de certa forma, inviabiliza o desenvolvimento do assentamento e compromete a qualidade de vida dos moradores.

O assentamento é atendido com energia elétrica fornecida pela Companhia de Energia Elétrica do Rio Grande do Norte (COSERN) e todos assentados entrevistados têm acesso à luz elétrica. Quanto ao abastecimento de água, todas as famílias abordadas também são atendidas com água encanada, proveniente do lençol freático, por meio de poços tubulares perfurados pela Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte (CAERN), nas duas agrovilas que atende a todos os assentados, além de mais dois poços no lote de produção coletiva de mamão, para assegurar a irrigação na produção do mamão e de outras culturas, feito com recursos dos agricultores cooperados à COPEC.

As casas são todas de alvenaria, construídas em regime de mutirão pelos próprios moradores que são rotulados pedreiros e os recursos para aquisição do material necessário fornecidos pelo INCRA. Todas as residências têm entre quatro e sete cômodos.

DESTINAÇÃO DO LIXO

Quanto à coleta de lixo, esta questão tem sido considerada uma das mais problemáticas, pois a falta desse serviço tem obrigado os assentados a resolver cada um a seu modo.

O destino do lixo, de acordo com a tabela 10, de distribuição de frequência para os 20 entrevistados, 75%, correspondente a 15 pessoas, queima o lixo produzido em suas residências.

Tabela 10 – Distribuição de frequência da destinação do lixo pelos assentados da agrovila Canudos

Destinação Final	Frequência	Percentual	Percentual Válido	Percentual Cumulativo
Enterra	2	10,0	10,0	10,0
Queima	15	75,0	75,0	85,0
Deposita a céu aberto	3	15,0	15,0	100,0
Total	20	100,0	100,0	

Fonte: Rebouças (2013).

Observou-se também que 10% das famílias pesquisadas destinam o lixo para ser enterrado e ainda há 15% das pessoas que apenas depositam o lixo a céu aberto, revelando o pouco caso que essas famílias dão à destinação dos resíduos por elas gerados.

De forma comparativa, tanto os produtores de mamão e os não produtores, 10%, enterram o lixo produzido. Já 70% do grupo da amostra dos produtores de mamão destinam o lixo para a queima e dos não produtores de mamão, 80% (TABELA 11).

Tabela 11 – Destinação do lixo pelos assentados da agrovila Canudos

Destinação do Lixo	Quantidade Pela Produção de Mamão (%)	Produção de Mamão		Total
		Produtor de mamão	Não produz mamão	
Enterra	Quantidade Pela Produção de Mamão	1	1	2
		10%	10%	10%
Queima	Quantidade Pela Produção de Mamão	7	8	15
		70%	80%	75%
Deposita a céu aberto	Quantidade Pela Produção de Mamão	2	1	3
		20%	10%	15%
Total	Quantidade Pela Produção de Mamão	10	10	20
		100%	100%	100%

Fonte: Rebouças (2013).

Dentre as pessoas que depositam o lixo a céu aberto, poluindo o meio ambiente, 20% são representados pelos assentados que produzem mamão e 10% dos que não produzem. Com essa prática, é comum visualizar lixo em torno das casas e/ou dispersos ao ar livre, espalhados pelo vento e/ou por animais.

Outra dificuldade relatada pelos assentados diz respeito à falta de postos de saúde, inclusive para o atendimento de primeiros socorros. No entanto, são atendidos por equipes do Programa de Saúde Familiar (PSF) a cada quinze dias, às vezes com períodos ainda mais estendidos. Numa emergência, as famílias precisam contar com a solidariedade de vizinhos que dispõem de transporte e/ou solicitar uma ambulância proveniente de Dom Marcolino (Distrito do município de Maxaranguape), que normalmente leva algum tempo, comprometendo assim os primeiros socorros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização socioeconômica da agrovila Canudos (Rosário) não diverge muito de outros assentamentos estudados no Rio Grande do Norte, em razão da falta de políticas públicas no que

concerne à demanda de serviços públicos como a disponibilidade de escolas para atender as crianças, os jovens e os adultos.

A educação dos filhos é uma das maiores preocupações das famílias assentadas, devido à precariedade das escolas disponíveis no assentamento, reveladas pela insuficiência de professores em termos de quantidade e de qualificação, material didático, além de outras questões que subsidiam a qualidade do ensino e a permanência das crianças na escola.

Em decorrência do número insuficiente de escolas, crianças e jovens necessitam se deslocarem para as escolas localizadas nas sedes dos municípios de Ceará Mirim e Maxaranguape. Todavia, dependem do apoio desses municípios com a disponibilização de transporte escolar para conduzi-las às escolas localizadas nas sedes desses municípios. Esta condição, tem provocado descontentamento por parte das famílias, tendo em vista o pouco comprometimento das administrações desses municípios, no que diz respeito à assiduidade e pontualidade do serviço prestado.

Outros problemas são enumerados pelas famílias do assentamento Rosário, (agrovilas Canudos e Rosário) tais como: precário atendimento à saúde, ausência de coleta de lixo, além da carência de assistência técnica para auxiliar as famílias na produção agrícola.

As famílias que produzem mamão, de certa maneira, conseguiram resolver algumas dificuldades, fundando a cooperativa (COPEC), o que viabilizou o trabalho em grupo, dividindo as despesas e as receitas, contratando engenheiros agrícolas para auxiliar na produção, garantindo assim, mais produtividade e consequentemente, lucro.

Quanto às famílias que não produzem mamão, apresentaram renda familiar baixa, sendo a maioria beneficiada pelos programas do governo, por meio de bolsa escola e bolsa família, fato que as tornam, de certa maneira, dependentes da ajuda do governo.

Assim, diante do que foi apresentado neste estudo e sem a pretensão de esgotar as discussões em torno dessa temática, sugere-se o desenvolvimento de outros trabalhos com enfoque para a qualidade de vida dos agricultores familiares assentados na agrovila Canudos, a fim de divulgar as reais necessidades vivenciadas

por essas pessoas, tendo em vista o desenvolvimento de políticas públicas que possibilitem a permanência das famílias no campo com maior qualidade de vida e autonomia econômica.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Boletim de pesquisa e desenvolvimento. Avaliação de impacto ambiental de atividades produtivas em estabelecimentos familiares do novo rural. Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA. Jaguariúna/SP. 2003.

BRASIL. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município Ceará Mirim, estado do Rio grande do Norte. CPRM/PRODEEM, 2005.

COSTA, M. J. Uma leitura geográfica da reforma agrária potiguar. 2005. 210f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós Graduação e Pesquisa em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

DATAR, M.T., BHARGAVA, D.S. Effects of environmental factors on nitrification during aerobic digestion of activated sludge. Journal of the Institution of Engineering (India). Environmental Engineering Division, v.68, n.2, p.29-35, feb. 1988.

FERNANDES, M. J. C. Dinâmica socioeconômica da reforma agrária e dos assentamentos rurais no território potiguar. In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, Anais... São Paulo, 2009, p. 1-26.

FERREIRA, S. G.; VELOSO, F. A reforma da educação. In: PINHEIRO, A. C.; GIAMBIAGI, F. Rompendo o marasmo: a retomada do desenvolvimento no Brasil. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GUANZIROLI, C. et al. Agricultura familiar e reforma agrária no século XXI. Rio de Janeiro: Garamond, 2001.

LAMARCHE, H. Agricultura familiar: do mito à realidade. Campinas-SP: Ed.UNICAMP, 1998, 348 p.

LAVILLE, C; DIONNE, J. A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Porto Alegre: Artes Médicas Sul; Belo Horizonte: UFMG, 1999.

LEITE, S. et al. Impactos dos assentamentos: um estudo sobre o meio rural brasileiro. Brasília: IICA: NEAD; São Paulo: UNESP. 2004.

LIMA, S. F. Impactos territoriais da criação de assentamentos rurais: o caso dos PAs Timbó e Mata Verde-Espirito Santo/RN. 2010. 157f. Dissertação (Mestrado em Geografia)– Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.

MACHADO, L. A. R. et al. Caracterização socioeconômica e uso do solo no assentamento Alegre em Araguaína-TO. Geografia (Londrina), v. 18, n 2, p. 129-139. Londrina. 2009.

MATTAR, F. N. Pesquisa de marketing. São Paulo: Atlas, 2006.

MOLINA, M. C.; FREITAS, H. C A. Avanços e desafios na construção da escola do campo. Em Aberto, v. 24, n. 85, p. 5-6. Brasília. 2011.

NORDER, L. A. C. Assentamentos rurais: casa, comida e trabalho. 1997. 143f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

OLIVEIRA, F. E. M. SPSS básico para análise de dados. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2008.

PEREIRA, E. D. G et al. Desenvolvimento local e manejo da caatinga no assentamento Hipólito, em Mossoró/RN. Holos. ano 21, maio. 2005.

REBOUÇAS. M. A. P. Impactos Ambientais e socioeconômicos decorrentes da inovação tecnológica no cultivo de mamão (Carica papaya L.): aplicado na agrovila Canudos no assentamento Rosário em Ceará-Mirim - RN. 2013. 137f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais)–Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2013.

RIBEIRO, V. S.; SALAMONI, G.; COSTA, A. J. V. Caracterização dos agricultores familiares de base agroecológica do município de Pelotas – RS. In: V ENCONTRO DE GRUPOS DE PESQUISA, 2009. Santa Maria. Anais...RS: Edu UFSM, 2009, p. 1-22.

RIO GRANDE DO NORTE. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA). Perfil do seu município 2008. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/idema/socio_economicos/arquivos/Perfil%202008/Ceara%20Mirim.pdf>. Acesso em: 05 out. 2011.

SANTOS, M. A. Importância econômica do setor educação no Paraná em 2006: uma análise insumo-produto. 2010, 85f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Londrina, Centro de Estudos Sociais Aplicados, Londrina, 2010.

SANTOS, M. J. Projeto alternativo de desenvolvimento rural sustentável. *Estud. Avanc.* v.15, n.43. São Paulo, set.-dez., 2001. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142001000300017>>. Acesso em: 08 fev. 2013.

SIMON, J. F. Curso de estatística. São Paulo: Atlas, 1990.

SPIEGEL, M. R. Estatística. São Paulo: Editora McGraw-Hill, 1990.

Produtividade do capim-elefante roxo irrigado com efluente doméstico tratado no Semiárido potiguar

*Vanda Maria Saraiva¹⁹
Annemarie König²⁰*

O Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) é, reconhecidamente, uma das gramíneas forrageiras de mais alto potencial produtivo e energético, adaptando-se muito bem às condições de clima e solo de praticamente todo o Brasil. A principal dificuldade existente para a expansão do cultivo do capim-elefante está relacionada à sua forma de propagação, realizada por meio de estacas, o que aumenta o custo de transporte e plantio da forrageira e impossibilita o armazenamento das estacas por longo período, de acordo com Vilela (2009).

19 Graduada em Ciências Biológicas (Universidade Federal da Paraíba), mestra em Genética (Universidade Federal da Paraíba) e doutora em Recursos Naturais (Universidade Federal de Campina Grande). Professora do Instituto Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: vanda.saraiva@ifrn.edu.br.

20 Graduada em Ciências Biológicas (Universidade Federal de São Carlos) e doutora em Botânica (University of Liverpool). Professora voluntária da Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: annemariekonig@yahoo.com.br

A biomassa seca de capim pode gerar 25 unidades de energia para cada uma de origem fóssil consumida em sua produção. Por sua vez, a cana convertida em etanol alcança uma relação de apenas nove por uma. Mas esses dois líderes em balanço energético enfrentam desafios e caminhos distintos antes que possam competir, por exemplo, em geração de eletricidade. Enquanto o eucalipto, a planta mais comum no Brasil para produzir celulose e carvão vegetal, produz até 20 toneladas de biomassa seca por hectare/ano, em média, o capim elefante produz de 30 a 40 toneladas, por hectare/ano, segundo os dados disponíveis na literatura brasileira. Ainda, o eucalipto necessita de sete anos para alcançar porte adequado para corte, enquanto o capim, além de oferecer mais de dois cortes por ano, o seu primeiro corte pode ser feito aos 180 dias após o plantio, devido ao seu rápido crescimento (VILELA, 2009).

Aliado a isso, a grande extensão do desmatamento no Rio Grande do Norte e o lançamento dos efluentes no solo e nos corpos hídricos mostram a necessidade de buscar alternativas de utilização dos efluentes para suprir a carência hídrica da região, para, assim, expandir áreas agriculturáveis para diversos fins, sejam para prover alimento para o gado e até mesmo fornecer matéria-prima para geração de energia.

Investigando sobre os problemas da agricultura no mundo, vê-se que ela depende do suprimento de água a um nível tal que a sustentabilidade da produção agrícola não poderá ser mantida sem que critérios inovadores de gestão sejam estabelecidos e implementados em curto prazo. Essa condição é fundamentada no fato de que o aumento dessa produção não pode ser mais efetuado por mera expansão da terra cultivada. Nesse contexto, isso é importante na região semiárida do Nordeste brasileiro, onde a escassez de água faz com que sejam, efetivamente, criadas alternativas que aproveitem a água disponível, dentre elas, a água residuária tratada, desde que se sigam as recomendações da organização mundial de saúde (WHO, 2006) e de algumas resoluções do CONAMA. Além disso, os agricultores têm dificuldades em manter reservatórios com água para irrigar suas lavouras, uma realidade que anseia por mudanças urgentes.

Na região semiárida, a pouca pluviosidade fez com que o agricultor se tornasse um verdadeiro herói, no sentido de continuar a fazer cultivo de produtos, seja para sua subsistência, seja para comercialização. Essa é uma situação que pode ser contornada com a utilização do esgoto doméstico tratado, o qual, no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos, deve ser considerado como importante insumo para fins agrícolas, como água para irrigação e, assim, promover aumento na produtividade, desde que técnicas adequadas de manejo sejam adotadas.

Baseado no exposto, este trabalho teve o objetivo maior de avaliar o desenvolvimento e a produtividade de capim-elefante-roxo (*Pennisetum purpureum* Schumach), irrigado com efluente doméstico tratado no Semiárido potiguar.

NECESSIDADE E IMPORTÂNCIA DO REUSO DE ÁGUA

Em termos globais, a quantidade de água disponível no planeta é muito superior ao total necessário aos diversos usos da população. No entanto, a distribuição de água é muito desigual, tanto em geografia quanto em precipitação ao longo do ano, fazendo com que esse recurso esteja aquém das necessidades da população. Um exemplo dessa situação no Brasil, é que, enquanto cerca de 80% da água existente no país localiza-se na Amazônia, onde vivem 5% da população, o restante dos recursos hídricos (20%) destina-se a abastecer 95% dos brasileiros. A situação se agrava na região Nordeste, onde a disponibilidade de água por habitante é ainda menor (MOTA et al, 2007).

Ainda, segundo Mota e colaboradores (2007), há, portanto, necessidade de que sejam adotadas medidas de uso racional e reaproveitamento da água, além de controle da poluição dos recursos hídricos como formas de garantir a sua disponibilidade, hoje e sempre. A tendência atual é de se considerar a água residual tratada como um recurso hídrico a ser utilizado para diversos fins. O reuso de águas constitui, dessa forma, uma prática a ser incentivada em várias atividades humanas, e os esgotos devem ser considerados um recurso a ser aproveitado, devendo a sua utilização integrar uma política de gestão dos recursos hídricos de uma

bacia hidrográfica, constituindo, além de outros benefícios, alternativa para o aumento da disponibilidade de água, principalmente em regiões onde há carência da mesma.

O continuado crescimento populacional, a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, a distribuição desigual dos recursos hídricos e as secas periódicas têm levado as agências de águas a buscar novas fontes hídricas para abastecimento. O uso de esgotos adequadamente tratados, atualmente lançados no ambiente a partir de estações de tratamento de esgotos municipais, tem recebido mais atenção como um recurso hídrico seguro. Em muitos lugares do mundo, como China, México, Israel, Austrália etc., o reuso de água já é um importante componente no planejamento e implementação de programas de recursos hídricos.

Para Mancuso e Santos (2003), o reuso de água subentende uma tecnologia desenvolvida em maior ou menor grau, dependendo dos fins a que se destina a água e de como ela tenha sido usada anteriormente. O que dificulta, entretanto, a conceituação precisa da expressão “reuso de água” é a definição do exato momento a partir do qual se admite que o reuso está sendo feito. De maneira geral, pode ocorrer de forma direta ou indireta, por meio de ações planejadas ou não.

Os sistemas de reuso de água para fins agrícolas, adequadamente planejados e administrados, segundo Hespanhol (2003), proporcionam melhorias ambientais e de condições de saúde, dentre as quais: minimização das descargas de esgotos em corpos de água; preservação dos recursos subterrâneos; conservação do solo pela acumulação de húmus, aumentando a resistência à erosão; contribui, principalmente, em áreas carentes para o aumento da produção de alimentos, elevando, assim, os níveis de saúde, a qualidade de vida e as condições sociais de populações associadas aos esquemas de reuso.

Sendo o reuso de água considerado uma opção inteligente no mercado mundial, a necessidade de aplicação desta tecnologia está no próprio conceito de sustentabilidade dos recursos ambientais. As técnicas de reuso já existem e podem ser aplicadas de acordo com a necessidade, o custo e o objetivo que se deseja alcançar.

SISTEMA DE LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO

A OMS reconhece que o tratamento de esgotos por sistema de lagoa de estabilização (SLE) é a metodologia mais eficiente de remoção de organismos patogênicos e o mais recomendado para países em desenvolvimento, quando se visa o reuso na agricultura (WHO, 2006).

Um sistema bastante utilizado no tratamento de esgotos domésticos é o do tipo “australiano”, no qual existe uma lagoa anaeróbia seguida por uma facultativa, podendo ser inseridos, no final do tratamento, lagoas de maturação em série, promovendo um pós-tratamento, sobretudo na remoção de nutrientes e de organismos patogênicos. Entretanto, a presença de uma anaeróbia pode gerar maus odores. Outro tipo de rearranjo de lagoas de estabilização é aquele onde se tem uma lagoa facultativa primária, podendo a mesma ser seguida por lagoas de maturação; tal sistema torna-se viável pelo fato de não gerar maus odores, todavia, a área ocupada será bem maior do que a do sistema “australiano” (FABRETI, 2006).

A eficiente operação de lagoas de estabilização é a condição indispensável para se gerar um efluente com condições menos impactantes no meio ambiente, com baixos níveis de carga orgânica, nutrientes e organismos patogênicos. O destino irregular de um efluente tratado sem as mínimas condições de assimilação pela microbiota existente no local interfere em uma gama de fatores ambientais, seja qual for seu destino: solo, águas superficiais, águas subterrâneas etc. Por isso, deve-se controlar constantemente o comportamento de operação do sistema de tratamento de esgotos sanitários.

CAPIM-ELEFANTE

O Capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) é uma gramínea de origem africana, bem adaptada às condições de clima e solo de praticamente todo o Brasil, apresentando um grande número de variedades ou ecotipos, tais como: Napier, Mercher, Porto Rico, Albano Mineiro, Mole de Volta Grande, Gigante de

Pinda, Mott, Taywan, Cameron, Vruckvona, Elefante roxo, Elefante Híbrido etc. (VILELA, 1998). A cultivar utilizada neste estudo foi o capim-elefante-roxo (*Pennisetum purpureum* Schumach), uma monocotiledônea que apresenta as seguintes características: origem na África; ciclo vegetativo perene; raiz fasciculada; folha paralelinérvea; altura da planta em crescimento livre, até 3,5 m; forma de crescimento ereto e cespitosa; pode ser usada como forragem, picada verde "in natura", ensilagem, pastejo e fenação; digestibilidade e palatabilidade satisfatória.

BRIQUETES

O briquete é um bloco cilíndrico compacto, de alta densidade, composto por resíduos de madeiras em geral, como pó de serra, maravalhas, cavacos ou pedaços de madeira picadas, sem o uso de aglutinantes (GENTIL, 2008). É utilizado para a queima em fornos, caldeiras, aquecedores, torradores e outros similares, pois seu poder calorífico é três vezes maior que o da lenha, cavaco ou biomassas diversas. A biomassa adensada a pressões de 100 Mega Pascal (Mpa) - ou mais - é denominada briquete quando tiver um diâmetro maior que 30 mm. Produtos densificados como esse, de dimensões menores, são denominados peletes (ALAKANGAS, 2006).

PODER CALORÍFICO

Poder calorífico define-se como a quantidade de energia na forma de calor liberada pela combustão de uma unidade de massa de madeira. No Sistema Internacional é expresso em joules por quilo, mas pode ser expresso em calorias por grama, divide-se em superior e inferior. O poder calorífico superior é aquele em que a combustão se efetua a volume constante, e no qual é condensada, sendo o calor derivado da condensação recuperado; o inferior é a energia efetivamente disponível por unidade de massa de combustível após reduzir as perdas com a evaporação da água (JARA, 1989).

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido em escala real, no período entre fevereiro e novembro de 2012, numa área de 1 ha, no município de Pendências–RN, próximo a ETE. O município foi criado em 1953, com área de 419,14 km²; fica distante 210 km da capital, Natal (FIGURA 1); tem 13.423 habitantes e densidade populacional de 32 hab/km² (IBGE, 2012); limita-se com os municípios de Macau (N e L), Alto do Rodrigues (S e O) e Carnaubais (O), (CPRM, 2005); sua localização no Brasil é Lat.5°15'36", Long.36°43'19" e Alt. 10m, na microrregião do Baixo-Açu, mesorregião do Oeste Potiguar; a precipitação pluviométrica média anual é de 603,6 mm/ano, de acordo com a EMPARN (RIO GRANDE DO NORTE, 2011); o período chuvoso estende-se de março a abril e a temperatura média é de 28 oC.

Figura 1 – Mapa de localização do município de Pendências – RN



Fonte: Saraiva (2013)

CARACTERÍSTICAS DO SOLO DA ÁREA DE ESTUDO

O tipo de solo predominante é o cambissolo eutrófico, de fertilidade média alta, textura arenosa, bem ou moderadamente drenado, de relevo plano. A tabela 1 mostra a classificação granulométrica do solo da área onde se deu o experimento com dois tratamentos diferenciados, o P1 refere-se à parcela irrigada diariamente e o P2 à parcela irrigada três vezes por semana.

Tabela 1 – Classificação granulométrica do solo da área experimental

Atributo/unidade	P1*	P2*
Areia (g.kg ⁻¹)	930	760
Argila (g.kg ⁻¹)	20	140
Silte (g.kg ⁻¹)	50	100
Classificação textural	Arenoso	Franco arenoso

*Pontos de instalação do experimento

Fonte: Saraiva (2013).

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

A Estação de tratamento de esgoto (ETE), projetada para atender a uma população de 17.184 habitantes, está localizada a 1 km da zona urbana. O sistema de abastecimento de água é feito pela Companhia de Águas e Esgotos do RN (CAERN) e o esgoto, depois de tratado, é conduzido à área agriculturável, através de um emissário feito com tubo PVC de 200 mm com vazão de 16,1 L/s, medida pelo sistema de medidor automático para calha Parshal CIASEY/ITS 2000. O tratamento do esgoto coletado é feito através do sistema de lagoa de estabilização, composto por uma lagoa facultativa primária e duas de maturação em série. O sistema de lagoa de estabilização foi projetado para atender a toda a população de Pendências, porém a ETE ainda não está em sua plenitude, haja vista o município não ser 100% saneado. A tabela 2 mostra as características físicas e operacionais da ETE.

Tabela 2 – Características físicas e operacionais da ETE de Pendências/RN

Dados de projeto	LFP*	LM 01*	LM 02*
Vazão média m ³ /dia	2.333	2.333	2333
TDH (dias)	14	3	3
T média esgoto (°C)	27	27	27
Profundidade útil (m)	1,50	1,50	1,50
Largura média (m)	100	40	40,00
Comprimento médio (m)	250	125	125
Área útil p/ unidade (m ²)	25.000	5.000	5.000
Volume da Lagoa (m ³)	37.500	7.500	7.500

*LFP - lagoa facultativa primária; LM01- lagoa de maturação1; LM02 - lagoa de maturação 2

Fonte: Saraiva (2013).

PREPARO DA ÁREA E SUBDIVISÃO DO EXPERIMENTO

Inicialmente, foi retirada a vegetação nativa e procedida a aração leve, seguida da abertura de sulcos para escoamento da água residuária em toda área experimental (FIGURA 2A) e a subdivisão do experimento em parcelas de 12x12m² (FIGURA 2B), com dois tratamentos diferenciados, irrigação contínua (duas) e alternada (uma), com disposição de esgoto no solo (escoamento à superfície) de 2,3 cm/dia. Abaixo, segue discriminação detalhada das parcelas:

a) Tratamento 1 fase 1 (T1F1) – fase que ocorreu entre fevereiro e julho de 2012, cuja parcela foi irrigada diariamente por quatro horas, iniciando entre 6-7h e finalizando entre 10-11h (exceto, sábado e domingo);

b) Tratamento 1 fase 2 (T1F2) – fase que ocorreu entre junho e novembro de 2012, na qual a parcela foi irrigada diariamente por quatro horas, iniciando entre 6-7h e finalizando entre 10-11h (exceto, sábado e domingo);

c) Tratamento 2 fase única (T2Fúnica) – fase que ocorreu entre maio e outubro de 2012, em que a parcela foi irrigada por quatro horas, três vezes por semana, iniciando entre 6-7h e finalizando entre 10-11h, nas segundas, quartas e sextas. A figura 2B mostra a delimitação de uma parcela do experimento.

Figura 2

A) preparação de sulcos no solo B) Parcela experimental



Fonte: Saraiva (2013)

PLANTIO DO CAPIM-ELEFANTE-ROXO

Antes do plantio, durante trinta dias, toda a área de um hectare recebeu irrigação diária com efluente final da lagoa de maturação 02, a fim de uniformizar o teor de umidade no solo e a correção de deficiências nutricionais de nitrogênio, fósforo e potássio. As estacas (mudas) foram plantadas na horizontal entre 10-15 cm de profundidade, distantes 0,5 m entre plantas e 1,0 m entre fileiras (GOMIDE, 1997).

VARIÁVEIS ANALISADAS

A cada vinte dias, uma amostra de 10 plantas em cada tratamento fora selecionada aleatoriamente e analisada. Nas oito séries de mensurações (20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 e 160 dias após o plantio - DAP), ao longo de cada fase, 80 plantas foram avaliadas, totalizando 240 plantas nas três fases, para análise de crescimento não destrutiva nas seguintes variáveis:

a) altura da planta (cm) – a altura da planta correspondeu à distância entre a superfície do solo e a extremidade superior da última folha;

b) diâmetro caulinar (cm) – o diâmetro do caule da planta foi determinado no nível do solo, utilizando-se um paquímetro metálico, com precisão de 0,05 mm;

c) largura da folha (cm) – a largura da folha foi medida com uma fita métrica, na parte mais larga;

d) tamanho da folha (cm) – semelhantemente à largura, o comprimento foi medido com fita métrica, da bainha até o ápice da folha.

Para o tratamento estatístico, foi aplicada a metodologia da técnica de análise multivariada, MANOVA, e o teste Traço de Hotelling, utilizado quando há mais de uma variável dependente (HAIR JR. et al., 2005).

DETERMINAÇÃO DE MASSA VERDE (MV) E MASSA SECA (MS)

O material coletado (caule e folhas) foi fracionado e pesado em balança eletrônica com precisão de 0,01g. Depois de pesadas, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel (furados para permitir a circulação do ar) e colocadas em estufa de circulação forçada, com temperatura de 75°C, por 24 horas, seguindo-se uma nova pesagem.

PRODUÇÃO DE BRIQUETES

Os briquetes foram confeccionados com o capim coletado 160 DAP, na fábrica em Santa Luzia, distrito de Touros–RN, numa briquetadeira LIPPEL, modelo BL-95. Os ensaios do poder calorífico foram realizados no Laboratório de Termodinâmica Experimental do Departamento de Engenharia Química da UFRN, segundo normas da ABNT NBR 8633/84 (BRASIL, 1984) e o manual de calorímetro PARR 1351.

O processo de briquetagem é feito compactando resíduos (>50 mm), no qual é destruída a elasticidade natural das fibras dos mesmos. Essa destruição pode ser realizada por dois processos:

alta pressão e/ou alta temperatura. Sem essa “quebra” de elasticidade, os briquetes não são duráveis, sendo impróprios para o transporte e para a estocagem. A destruição das fibras faz com que a lignina atue como ligante das partículas da biomassa vegetal (VILELA, 2009).

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PESQUISA

A análise de crescimento da planta, para Benincasa (1988), baseia-se, fundamentalmente, no fato de que 90% da matéria seca acumulada pelas plantas, ao longo de seu crescimento, resultam da atividade fotossintética e o restante, da absorção de nutrientes minerais. O crescimento de uma planta pode ser estudado por meio de medidas lineares, como: altura da planta, comprimento, largura das folhas e diâmetro do caule etc. Com base no princípio de que o capim-elefante é potencialmente nutritivo, além de excelente fonte de biomassa para biocombustíveis, é que se pensou em aumentar a produtividade no semiárido Potiguar, com a finalidade energética, sem desprezar a necessidade de alimentação animal, principalmente, em época de seca na região. Para tanto, foram analisados:

ALTURA DA PLANTA

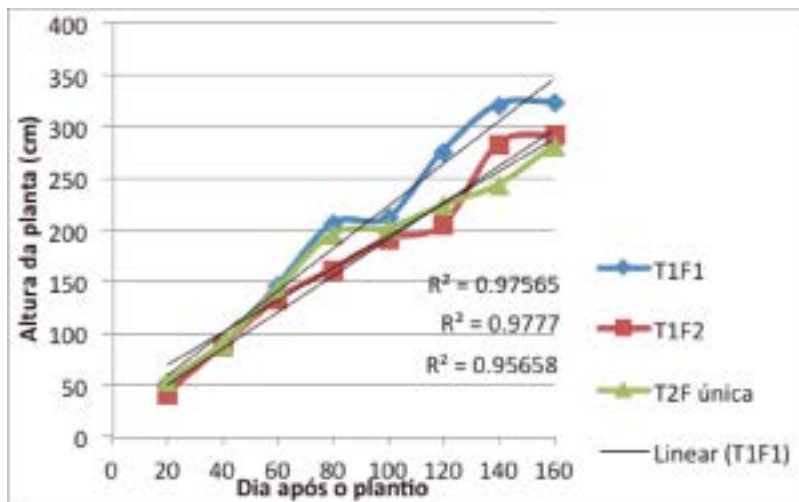
No tratamento 1 fase 1 (T1F1) houve um aumento gradativo na altura da planta. A média de 324,0 cm foi atingida no 160º DAP (FIGURA 3). Este resultado está em consonância com as medidas encontradas por Marques (2004), em que os valores médios ficaram entre 313,0 e 326,0 cm de altura, com tratamentos diferentes, em experimento realizado com *Pennisetum purpureum* Schum, na ETE de Campina Grande–PB. Pode-se observar que, nesse tratamento com o capim irrigado diariamente, a maior taxa de crescimento foi 3,22 cm/dia entre os dias 100-120º DAP; a menor foi de 0,14 cm/dia entre os dias 140-160º DAP, mostrando com isso que, nesse período, a cultivar chegou ao seu valor máximo de crescimento vegetativo e já apresentava folhas secas;

No tratamento 1 fase 2 (T1F2), também irrigado diariamente, houve um aumento gradativo na altura da planta. A altura média de 292,4 cm foi atingida no 160º DAP (FIGURA 3). Pode-se observar que, nesse tratamento, a maior taxa de crescimento foi 3,92 cm/dia, entre 120-140º DAP, a menor, foi de 0,46 cm/dia logo depois dos 140 DAP, mostrando queda brusca do crescimento logo em seguida ao período mais substancial do desenvolvimento da planta; essa desaceleração do crescimento está relacionada à maturação da planta.

No tratamento 2 fase única (T2F única) houve aumento gradativo na altura da planta, cuja média de 281,9 cm foi atingida no 160º DAP. Pode-se observar que, nesse tratamento com o capim irrigado três vezes por semana, a maior taxa de crescimento foi de 2,66 cm/dia entre 40-80º DAP, diferenciando das outras duas fases, nas quais o desenvolvimento máximo da planta se deu após os cem dias; no caso do menor crescimento de 0,28 cm/dia, se deu também subsequente ao período de maior taxa de crescimento depois do 80 DAP. Os dados da altura em função dos dias, após plantio, foi uma função polinomial do 1º grau, dessa forma ajustaram-se a uma reta que não passa pela origem. Analisando os gráficos, infere-se que os coeficientes angulares das retas têm inclinação próxima de 60º (FIGURA 3).

A taxa de crescimento diminuiu 140 DAP, significativamente, mostrando a chegada do período de senescência da planta, devido à produção dos componentes digestíveis que vão diminuindo e, conseqüentemente, aumentando a quantidade de fibras, condição ideal como matéria-prima do briquete – menos água e mais fibra; por esse motivo o corte foi feito com 160 DAP.

Figura 3 – Evolução da altura do capim-elefante nas três fases avaliadas



Fonte: Saraiva (2013)

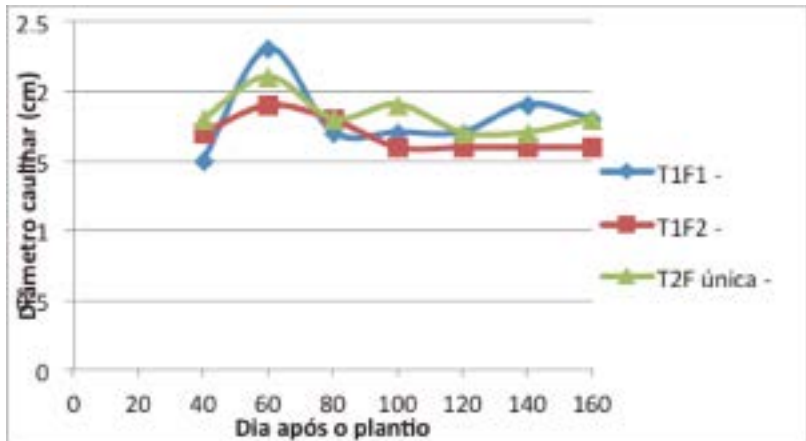
DIÂMETRO CAULINAR (DC)

Os maiores valores de diâmetro do colmo foram observados aos sessenta dias em T1F1 (2,3cm), T1F2 (1,9 cm), com irrigação contínua, e T2F única (2,1 cm), irrigação alternada. Aos 80 DAP, foi observada uma diminuição no diâmetro do colmo (FIGURA 4), independente do tipo de tratamento (irrigação), em um percentual de 26, 5 e 13 %, respectivamente, em todas as fases. Essa diminuição do colmo, durante o experimento, está relacionada ao fato do capim-elefante ser uma planta cespitosa, ou seja, que cresce em touceiras (PRIMAVESI, 1993), o que vai aumentando o número de perfílios no mesmo espaço, ocasionando a diminuição do diâmetro dos mesmos. Este resultado está de acordo com os estudos realizados por Nascimento (1997), que trabalhou com a mesma cultivar.

O menor diâmetro registrado neste trabalho se deu na fase T1F1, que foi 1,5 cm no 20º DAP, coincidentemente, a mesma

fase onde se deu o maior diâmetro (2,3 cm). Valores similares foram registrados por Marques (2004), em experimento com *Pennisetum purpureum* Schum, feito com diferentes lâminas de água residuária, no entorno da ETE de Campina Grande–PB, cujos valores do diâmetro máximo foram 1,95 cm e mínimo 1,44cm. A curva que melhor se ajustou ao diâmetro caulinar foi a de um polinômio do 4º grau, dado através da expressão encontrada no T1F1: $y = -2E-08x^4 + 1E-05x^3 - 0,0017x^2 + 0,1151x - 0,6357$

Figura 4 – Variação do diâmetro caulinar do capim-elefante nas três fases



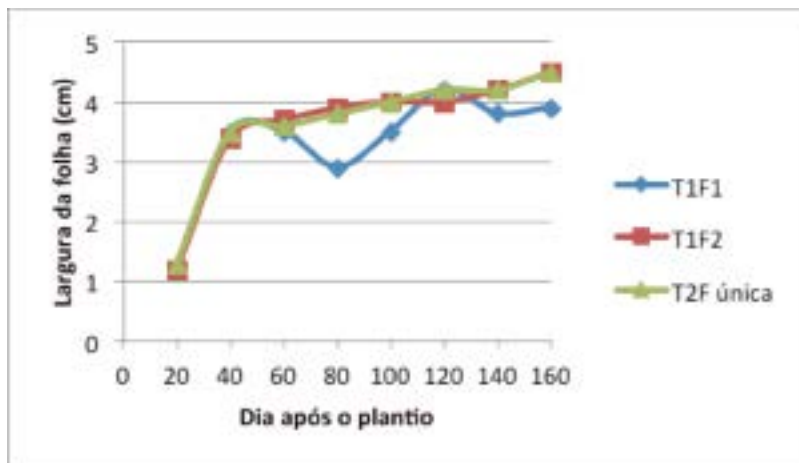
Fonte: Saraiva (2013)

LARGURA DA FOLHA

A largura da folha, no tratamento T1F1, alcançou média de 3,9 cm aos 160 DAP; no entanto, aos 120 dias foram observados 4,2 cm (FIGURA 5), embora isto possa ser explicado, tendo em vista que as mensurações foram feitas aleatoriamente nas parcelas e não contemplavam sempre as mesmas plantas; uma mesma medida (4,5 cm) para a fase T1F2 e T2F única foram registradas. Conclui-se que o sistema de irrigação não alterou esse parâmetro de crescimento e difere das medidas de Carvalho (1985) em 0,2 a

0,5 cm, onde relata que o capim-elefante possui folhas largas que podem chegar a 4 cm. Vale ressaltar que houve registro de folhas com até 5 cm da largura nesta pesquisa.

Figura 5 – Variação da largura das folhas do capim-elefante nas três fases

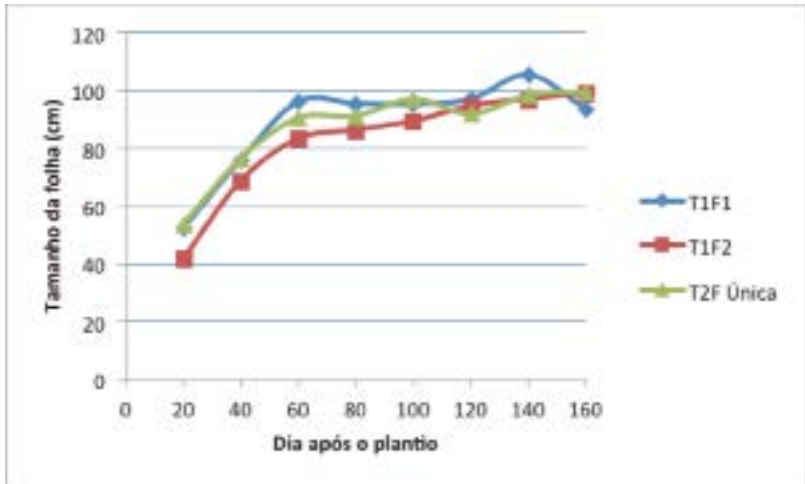


Fonte: Saraiva (2013)

TAMANHO DA FOLHA

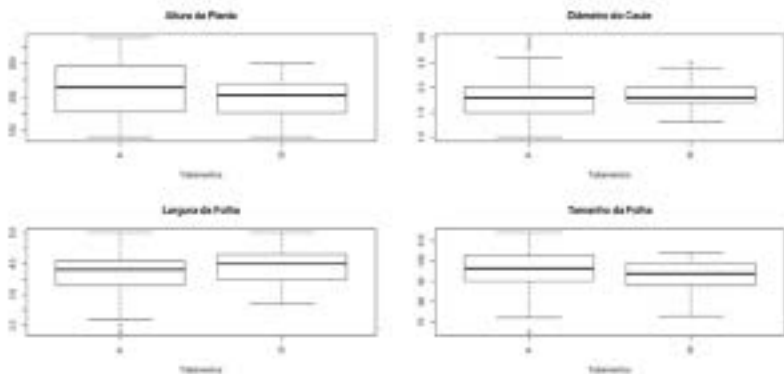
O tamanho atingido pela folha do capim foi de 93,7, no T1F1; 99,0, no T1F2, e 99,6, no T2Fúnica, como mostra a figura 6, máximo atingido 160 DAP. As folhas do capim-elefante podem atingir 1,30 m de comprimento, com várias tonalidades de verde, além do roxo, glabras ou com pelos (CARVALHO. 1985). O decréscimo no T1F1, dos 140 aos 160 DAP, pode estar relacionado ao auto-sombreamento, que aumenta a interferência entre plantas e entre as próprias folhas da mesma planta, diminuindo a ação fotossintética e, conseqüentemente, reduzindo o crescimento foliar.

Figura 6 – Variação do tamanho da folha do capim-elefante nas três fases



Fonte: Saraiva (2013)

ANÁLISE ESTATÍSTICA



Fonte: Saraiva (2013)

PRODUTIVIDADE DE MATÉRIA VERDE VERSUS MATÉRIA SECA DO CAPIM-ELEFANTE-ROXO

A quantidade de massa verde produzida do capim foi 136 ton/ha, tanto no T1F1 como no T2Fúnica, ou seja, nos dois tipos de tratamentos. No T1F2, a produção de massa verde foi menor, com aproximadamente 121,6 ton/ha (TABELA 3), embora o tratamento tenha sido o mesmo do T1F1. O resultado nas três fases acompanhadas sugere que o efluente é excelente para cultivo do capim-elefante-roxo, haja vista a produção, em termos quantitativos, ter se revelado bastante promissora para produção da forrageira.

Comparando a produtividade com os resultados de Marques (2004), observa-se que a maior encontrada por ele foi de 40,12 ton/ha, salientando que o corte do capim, no referido trabalho, foi feito com 110 dias, o que difere deste, que foi feito o corte com 160 dias após o plantio. Resultados que não podemos inferir uma relação direta com os apresentados por este, dadas às condições diferenciadas de tratamento em ambos.

A quantidade de massa seca obtida neste estudo em ton/ha foi de 43,5 (T1F1); 39 (T1F2) e 37 (T2Fúnica), respectivamente, (TABELA 3). Este resultado mostra-se bastante satisfatório, tendo em vista estar em concordância com a literatura, que registra uma produção entre 20 e 40 ton/ha (BENINCASA, 2003).

Resultados de MS bastante diferenciados, com relação a este, foram obtidos por Santos (1997), em pesquisa desenvolvida também com o *Pennisetum purpureum*, na ETE de Guarabira/PB, cuja produtividade do capim foi no máximo 13,08 ton MS/ha. Cabe ressaltar que as condições do trabalho de Santos não foram as mesmas desta pesquisa.

Com o corte do capim a cada 160 DAP, tem-se a vantagem de obter duas safras por ano, o que significa o dobro da produção, uma vez que o esgoto é um recurso sempre disponível. A boa produção pode estar relacionada às condições climáticas ocorridas durante a condução do experimento com temperatura do ar elevada, média de 32 oC até o fim do período de estudo,

condição favorável ao crescimento do capim, apesar da pouca pluviosidade no período. O ano de 2012, na região Nordeste, foi de pouquíssimas chuvas, tendo sido registrado no município de Pendências, pela CPRM (Brasil, 2013), um volume de 212,8 mm de precipitações, concentradas entre janeiro e julho, com maior concentração no mês de fevereiro (106,8 mm), havendo realmente uma grande necessidade de uso do esgoto para que tivesse uma produção suficiente para alimentação animal, o que de fato ocorreu com a grande estiagem nesse período, sendo o capim a única fonte de alimento para o gado do proprietário da terra onde estava instalado o experimento, bem como dos amigos da vizinhança.

Tabela 3 – Produtividade de MV e MS do capim-elefante-roxo com dois tipos de tratamentos

Tratamentos	T1F1*	T1F2/*	T2F única**
Massa verde/ton/ha	136	121,6	136
Massa seca/ton/ha	43,5	39	37
MS %	32	32	27,5

*Irrigação diária; ** irrigação 3X por semana

Fonte: Saraiva (2013).

A biomassa (MS) do capim é matéria-prima para confecção de briquetes (FIGURA 7), podendo ainda ser constituídos de resíduos sólidos da indústria ou da agricultura, tais como: bagaço e palha de cana, casca e palha de coco seco e da palha da carnaúba, muito utilizada no Baixo-Açu.

DETERMINAÇÃO DO PODER CALORÍFICO DO BRIQUETE

Ensaio do Pc do briquete de capim-elefante-roxo, aqui apresentados (TABELA 4), comungam com valores encontrados por Vilela (2009), que foram de 4298,40 cal/g.

Tabela 4 – Poder calorífico do briquete de capim-elefante

Ensaio	Poder cal. (cal/g)	Ensaio	Poder cal. (cal/g)
1	4041,674	6	4147,735
2	4210,457	7	4000,992
3	4117,524	8	4094,117
4	4155,902	9	4251,041
5	4076,791	10	4202,690
	Valor médio		4129,892

Fonte: SARAIVA (2013)

Estudos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (apud ROCHA et al, 2009) revelam que briquetes de capim (FIGURA 8) liberam 34% mais calor que o cavaco de madeira durante a queima em caldeira e, ainda, que o baixo teor de umidade do briquete de capim, cerca de 20% menos que o cavaco, o torna uma das melhores alternativas de biomassa para queima em alto-forno.

Figura 8 – Briquete de capim- elefante



Fonte: Saraiva (2013)

O problema emblemático no Baixo-Açu, com a retirada da mata nativa para várias atividades, como: indústrias ceramistas, carvoarias, padarias, restaurantes e residências, mostra o consumo predatório dos recursos florísticos da caatinga e se dá pelos “baixos” valores pagos pela lenha. Os impactos desse processo, presentes em maior ou menor grau nas atividades desenvolvidas

nessa região, vêm alterando suas estruturas produtivas e exaurindo um modelo que predominou e acirrou a degradação da caatinga. A substituição da queima de lenha pelo briquete nas cerâmicas e nas demais atividades, não só no Baixo-Açu como também no Seridó Potiguar vai minimizar substancialmente – ou até mesmo acabar – com a pressão sobre o bioma, tão degradado e ameaçado de perecer.

ANÁLISE DO SOLO NA ÁREA DO EXPERIMENTO

As análises dos elementos físicos e químicos do solo foram feitas antes do lançamento do efluente (jan/12), e no período experimental - entre fevereiro e novembro de 2012. Percebe-se que houve um aumento da matéria orgânica em 417,3% do início ao final das três fases; N, P e K aumentaram 114, 266 e 14 %, respectivamente, demonstrando com o resultado (TABELA 5) que os macronutrientes essenciais ao crescimento do capim estão presentes no solo em quantidade suficiente para suprir a necessidade nutricional requerida pela planta.

Tabela 5 – Elementos físicos e químicos do solo da área experimental

Atributos	*Jan/12	Fev/12	Mai/12	Jul/12	Set/12	Nov/12
Cálcio (cmol _c .dm ⁻³)	1,73	2,6	3,4	6,3	3,2	5,2
Carbono (g.kg ⁻¹)		0,38	0,37	0,40	0,42	0,43
Fósforo (mg.dm ⁻³)	3,0	14	7	7	11	11
Hidr + alumínio (cmol _c .dm ⁻³)	1,71	0	0	0	0	0,83
Magnésio (cmol _c .dm ⁻³)	0,46	1,07	1,23	1,25	1,57	1,4
Matéria orgânica	3,0	6,88	8,28	17,24	18,07	15,52
Nitrogênio (g.dm ⁻³)	0,27	0,42	0,44	0,62	0,44	0,58
pH em água (1: 2,5)	5,90	7,62	7,16	7,77	7,18	6,81
Potássio (mg.dm ⁻³)	49	41	48	56	49	56
Sódio (mg.dm ⁻³)	40	276	323	452	331	519

Fonte: Saraiva (2013)

O elevado teor de sódio pode estar relacionado ao pouco volume de chuva na região durante o período experimental, apenas 212,8 mm, facilitando a concentração desse elemento no solo. A quantidade de nitrogênio orgânico, fósforo total e potássio lançado pelo efluente da lagoa de maturação 2 no solo é de 4; 15,3 e 271 Kg/dia, em toda extensão da área de um ha.

ANÁLISE DO EFLUENTE

A tabela 6 mostra o comportamento do efluente na lagoa de maturação 2, ao longo do experimento, onde foram monitorados diversos parâmetros físico-químicos, tais como: potencial hidrogênio iônico (pH), sólido suspenso total (SST), nitrogênio (N), fósforo total (Pt), potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg); e microbiológico, coliformes termotolerantes (C term).

Algumas variáveis são de extrema significância para o crescimento da planta. O pH é um desses índices, que caracteriza o grau de acidez ou alcalinidade de um ambiente. No caso das águas de irrigação, o pH ideal é entre 6,5 e 8,4 (AYERS; WESTCOT, 1991). Na tabela 6, o valor médio (8,2) do pH demonstra que o efluente encontra-se dentro dos limites estabelecidos pelos autores acima citados.

Tabela 6 – Parâmetros físico-químicos e microbiológico do efluente da lagoa de maturação 2

Parâmetro	pH	SST	N	Pt	K	Na	Ca	Mg	Cterm
Média	8,2	132	2,8	11	195	446,5	159,5	88,9	1,61E+04
Dv Pad.	0,384	72,4	1,59	12,61	282,3	331,5	60,6	133,5	1,19E+03
Máximo	9,0	327	7,7	54,0	785	1062,0	277	452	7,80E+04
Mínimo	7,4	60	1,7	0,5	6	42,0	93	5	7,90E+01

Fonte: Saraiva (2013)

O nitrogênio é um dos elementos minerais requeridos em maior quantidade e o que mais limita o crescimento. Sua deficiência pode reduzir o crescimento da planta; o fósforo participa de vários

processos metabólicos, como a transferência de energia, síntese de ácidos nucleicos, glicose, respiração, reações redox, metabolismo de carboidratos e fixação do N₂ (ARAÚJO; MACHADO, 2006); o potássio tem função importante no estado energético da planta, na translocação e armazenamento de assimilados e na manutenção da água nos tecidos vegetais (MEURER, 2006). Os valores desses elementos encontrados no efluente da lagoa de maturação 2 é da ordem de 4 Kg de nitrogênio, 15,3 Kg de fósforo e 271 Kg de potássio, por dia. A redução de coliformes termotolerantes do efluente bruto para a lagoa de maturação 2 é, em média, 7,5 log, que corresponde a 1,61E+04, valor ainda bastante significativo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A alta produtividade do capim-elefante-roxo, nas três fases analisadas, resultando em 136, 121,6 e 136 ton/ha de massa verde, respectivamente, demonstrou que o efluente tratado em lagoas de estabilização contribui para o crescimento substancial da cultivar.

A grande quantidade de massa seca obtida 43,5 (32%), 39 (32%) e 37 (27,5%) ton/ha pode revelar a influência da alta evapotranspiração ocorrida, especialmente no ano de 2012, haja vista a seca severa que assolou o semiárido, atingindo uma temperatura média de 32 oC, que inclui o município de Pendências. O tratamento 2 se revelou mais interessante, pois a quantidade de massa verde é igual ao primeiro tratamento e exige menos mão-de-obra.

Este resultado pode servir de incentivo para outros trabalhos nos municípios do semiárido brasileiro, bastando para isso que os gestores públicos, juntamente com as companhias de abastecimento, se empenhem em conduzir o esgoto até as terras no entorno das ETEs, podendo os governos estaduais incentivar os agricultores com a criação de “distritos de reuso”, onde o terreno pode ser arrendado e o esgoto vendido como água de inferior qualidade para irrigação, facilitando, assim, uma utilização de fato, com assistência técnica e segurança para os trabalhadores, trazendo benefícios para a sociedade e para o meio ambiente.

Essa prática em muito contribuirá, também, para matar a fome do rebanho no interior do Brasil, o que certamente fará a diferença nos períodos de secas na região, cuja média de chuva é de pouco mais de 600 mm/ano.

Além de Pendências, a produção de briquetes de capim-elefante irrigado com água residuária é viável em outros quatro municípios do Baixo-Açu. São eles: Açu, Afonso Bezerra, Carnaubais e Macau, pois estes já dispõem de ETEs.

REFERÊNCIAS

ALAKANGAS, E. E. CEN -Technical specifications for solid biofuels - Fuel and classes and fuel quality assurance. Working Group 2, TC 335. Finland. 2006.

ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. In: Manlio Silvestre Fernandes (editor). Nutrição Mineral de Plantas – Cap. X - Fósforo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa/MG. 2006..

BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas (noções básicas). Jaboticabal: FUNEP, 2003, 41p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. População censo 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br/estatistica/populacao/censo2010/resultados>. Acesso em 17/11/2012.

BRASIL – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8633: Carvão vegetal: determinação do poder calorífico, 1984.

CARVALHO, M. M.; CRUZ FILHO, A.B. Estabelecimento de pastagens. Coronel Pacheco, MG: EMBRAPA-CNPGL, 1985. 46 p.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea/RN. Diagnóstico do município de São José do Seridó-RN. CPRM/PRODEEM, Recife, 2005.

_____. Serviço Geológico do Brasil disponível. Dados pluviométricos. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br>> Acesso

em 29/01/2013.

FABRETI, A. A. Pós-tratamento de efluente de lagoa de estabilização através de processo físico-químico. Dissertação. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – SP. 2006.

GENTIL, L. V. B. Tecnologia e economia do briquete de madeira. Tese (Doutorado em Ciências Flosrestais). UNB. Brasília, 2008.

GOMIDE, J.A. Formação e utilização de capineira de capim-elefante. In: CARVALHO, M.M.; ALVIN, M.J., XAVIER, D.F. et al. (Eds). Capim-elefante: produção e utilização. Coronel Pacheco: Embrapa–Gado de Leite. 2º ed. 1997, p.81–115.

HAIR Jr. J. F. et al. Análise multivariada de dados. Porto Alegre: Bookman. 5. ed. 2005.

JARA, E. R. P. O poder calorífico de algumas madeiras que ocorrem no Brasil. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 1989.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. Reuso de água. São Paulo: Manole, 2003. 576p.

MARQUES, B. C. D. Estudo potencial produtivo do capim elefante sob diferentes lâminas com água residuária tratada. Campina Grande/PB: 2004. 74p. Dissertação de Mestrado.

MEURER, E. J. In: Manlio Silvestre Fernandes. Nutrição mineral de plantas – Cap. XI - Potássio. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa/MG. 2006, 432p.

MORAIS, R. F.; QUESADA, D. M.; REIS, V. M.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Contribution of biological nitrogen fixation do elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum). *Plant and Soil*, v.349, p.1-12, 2011.

MOTA, S. et al. Reuso de águas em irrigação e piscicultura. Fortaleza: UFCE/Centro de Tecnologia, 2007. 350p.

RODRIGUES, L. N.; NERY, A. R.; FERNANDES, P. D.; BELTRÃO, N. E. M. Aplicação de água residuária de esgoto doméstico e seus impactos sobre a fertilidade do solo. *Revista de Biologia e Ciência da Terra*. V. 9 – no. 2 – 2º Semestre. 55-67 p.

RIO GRANDE DO NORTE. PAE – Programa de ação estadual de

combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca. MMA, 2010.

_____. Companhia de Água e Esgotos do RN - CAERN. Relatório técnico. 2010.

RIOGRANDE DO NORTE – EMPARN. Precipitação pluviométrica. Disponível em: <http://www.emparn.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/emparn/arquivos/meteorologia/acumulado_chuvas>. Acesso em 26/11/2011.

ROCHA, E. P. A.; SOUZA, D.F.; DAMASCENO, S. M. Estudo da viabilidade da utilização de briquete de capim como fonte alternativa de energia para queima em alto-forno. VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação científica. Uberlândia, MG. 2009.

SANTOS, A. V. Rendimento do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) irrigado com água residuária tratada. Dissertação (Mestrado). Campina Grande - PB: UFPB. 1997. 112p..

SARAIVA, V. M. Avaliação ambiental da produção de briquetes de capim-elefante-roxo irrigado com efluente da ETE de Pendências – RN. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Campina Grande, 27/05/2013.

VILELA, H. Formação e adubação de pastagens. Viçosa: Aprenda Fácil. 1998. 110p.

_____. Produção de briquetes de capim elefante. Portal Agronomia. 2009.

WHO. Guidelines for the use of wastewater, excreta and greywater. Vol. 2. Wastewater use in agriculture. Geneva: World Health Organization, 2006.

Pontos críticos do cultivo de melão no assentamento São Romão em Mossoró (RN)

*Ivanildo Martins Formiga Júnior
Gesinaldo Ataíde Cândido
Viviane Souza do Amaral*

A especialização em commodities agrícolas, como a soja, cana-de-açúcar, algodão e café colocou o Brasil como potência do agronegócio mundial. Essa condição está atrelada a sua grande dimensão territorial, composta por características edafoclimáticas desejáveis para o desenvolvimento da agricultura. O país também tem se destacado na produção de frutas tropicais. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), o Brasil ocupou em 2010 a terceira colocação na produção mundial de frutas (FAO, 2013, p. 168).

No Rio Grande do Norte, o agropolo de fruticultura Açúcar-Mossoró tem sido destaque no cenário nacional de produção de frutas frescas desde o final da década de 1980, com ênfase para o cultivo de melão, melancia, banana, manga, caju e mamão. No que tange ao cultivo de melão, o município de Mossoró é o principal produtor do país, tendo a sua produção destinada tanto

para o mercado externo, principalmente o europeu, mas também para o mercado interno, o qual tem demandado expressivamente esta olerícola.

Apesar do cultivo de melão ter se consolidado a partir de grandes empresas agrícolas do município, que alcançaram o seu ápice produtivo na década de 1990, atualmente o melão também é cultivado por agricultores familiares que desenvolvem as suas atividades em pequenos imóveis rurais, obtendo relevante produção, visando principalmente o mercado interno. Estão inseridos nesse cenário, os agricultores familiares assentados no município de Mossoró pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), destacando-se as famílias do projeto de assentamento (PA) São Romão.

Grande parte dos assentados do PA São Romão já trabalhou em empresas líderes do agronegócio do cultivo de melão na região, como a Mossoró Agroindustrial S/A (MAISA) e a Fazenda São João, dentre outras que surgiram após extinção dessas. A experiência na lida diária como assalariados de empresas agrícolas, seja plantando, pulverizando ou colhendo as extensas áreas, fez florescer, agora como assentados e detentores de um “pedaço de terra”, a esperança de garantir o sustento familiar através do próprio cultivo individual e coletivo do melão. O aprendizado de outrora adquirido em cultivos que buscavam a maximização da produção, através de técnicas de manejo pautadas pelo que se denominou, a partir do Pós-guerra, de agricultura moderna, caracterizada pela larga utilização de agroquímicos, permaneceu no âmbito dos assentamentos.

Esse saber adquirido como assalariados, agora posto em prática em terras que lhes foram destinadas através do processo de reforma agrária, configura-se como principal fonte de renda para essas famílias, mas algumas questões emergem, por se tratar de outro tipo de agricultura não meramente comercial, mas, sobretudo familiar. No cerne desse contexto, diante de uma cultura consagrada pelo agronegócio, quais os pontos críticos, ou fortalezas e debilidades, dos agroecossistemas cultivados com melão no assentamento São Romão?

Diante do exposto, as discussões sobre sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável possuem como um de seus temas

mais relevantes, a agricultura. Como alternativa para o entendimento da sustentabilidade da agricultura, estão os sistemas de indicadores de sustentabilidade. Tais indicadores “são parâmetros selecionados e considerados isoladamente ou combinados entre si, sendo importantes para refletir determinadas condições dos sistemas em análise”, de acordo com Costa (2010, p.77).

Dentre os sistemas voltados para a agricultura, principalmente aquela de natureza familiar, encontra-se o Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS), que é uma estrutura desenvolvida desde 1995 no México, por uma equipe interdisciplinar e multi-institucional. Essa proposta permite a seleção, medição e o monitoramento de indicadores de sustentabilidade como parte de um processo de avaliação sistêmico, flexível, participativo e interdisciplinar, podendo se adaptar a diferentes níveis de informações disponíveis localmente (LÓPEZ-RIDAURA, MASERA e ASTIER, 2002).

O objetivo central do estudo em tela é o de caracterizar o objeto de avaliação e identificar os pontos críticos, ou as fortalezas e debilidades, dos agroecossistemas familiares de produção de melão do assentamento São Romão em Mossoró–RN, considerando os dois primeiros passos do ciclo de avaliação proposto pelo MESMIS.

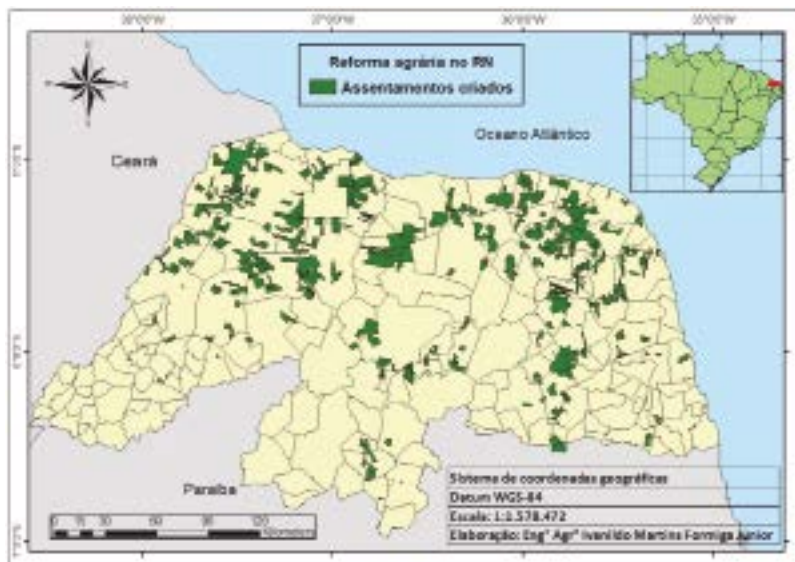
OS ASSENTAMENTOS RURAIS NO RIO GRANDE DO NORTE

A desconcentração fundiária, ocasionada pela criação de projetos de assentamento, provoca mudanças não só no que diz respeito a novas delimitações de espaços geográficos, mas também nos aspectos econômicos, sociais, políticos e ambientais, da região onde estão inseridos.

O estado do Rio Grande do Norte possui 286 projetos de assentamento criados pelo INCRA, no período de 1987 a 2014, ocupando uma área de aproximadamente 514.649,3 ha e capacidade para 20.491 famílias assentadas (INCRA, 2014). A microrregião de Mossoró concentra a maior parte das áreas reformadas, com 50

assentamentos, estando a maioria dessas áreas localizadas nos municípios de Mossoró e Baraúna, com um total de 45 projetos criados (Figura 1).

Figura 1 – Localização dos assentamentos criados pelo INCRA no Rio Grande do Norte



Fonte: Formiga Júnior (2014)

É importante salientar, que os objetivos da reforma agrária não devem se restringir apenas ao acesso à terra pelos agricultores desfavorecidos. Os esforços também devem ser direcionados para a sustentabilidade das áreas reformadas, de maneira que essas famílias assentadas tenham condições de desempenhar as suas atividades, com a garantia de assistência técnica, preços justos para produção, disponibilidade de água, saneamento, moradia digna, acesso à saúde e educação, dentre outros pontos que condicionem a permanência desses agricultores no meio rural.

O CULTIVO DO MELÃO EM MOSSORÓ: A INSERÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR

O potencial do agropolo Açu-Mossoró está atrelado aos fatores edafoclimáticos para o desenvolvimento da fruticultura, bem como pela aptidão das áreas para irrigação, seja através da perfuração de poços artesianos, característica da subzona de Mossoró, ou pela captação de água por canais de acesso ao Rio Piranhas-Açu, inerente à subzona de Açu. Em Mossoró, o desenvolvimento do pólo frutícola teve a participação de grandes empresas investidoras que praticamente implantaram a irrigação de frutas tropicais na região, com ênfase para duas pioneiras: a Mossoró Agroindustrial S/A (MAISA) e a Fazenda São João.

O projeto inicial da MAISA era produção em grande escala de castanha de caju e a exploração de algumas frutíferas, como graviola, maracujá, etc. e a produção de milho, enquanto o projeto de produção de castanha amadurecia. Apenas nos anos 80 é que a empresa entra na atividade de produção de frutas irrigadas, propriamente dita. A Fazenda São João inicia também sua atividade produzindo capim para subsidiar o desenvolvimento do seu projeto de produção pecuária em grande escala. Somente na década de 80 é também que a Fazenda São João, simultaneamente em Mossoró e Ipangaçu, passa a desenvolver seu projeto de produção de frutas, produzindo melão em Mossoró e manga, laranja e mamão em Ipangaçu. (SILVA, 1999, p. 328).

A partir desse período, o melão se consolidou como a principal olerícola cultivada no Rio Grande do Norte, colocando o estado como o maior produtor do país, alcançando em 2011 a produção de 258.938 toneladas, o que representa 51,9% do contexto nacional. Os municípios de Mossoró e Baraúna são os primeiros do estado, abrangendo 92,8% do melão produzido (IBGE, 2011).

Apesar da implantação do melão ter se dado historicamente através de grandes empresas do agronegócio, que objetivavam principalmente a comercialização para o mercado externo, o cenário atual possui uma realidade diferente daquela apresentada nas décadas de 1980 e 1990, pois o cultivo do fruto também se desen-

volve em pequenas e médias empresas, inclusive em agroecossistemas de gestão familiar, com foco não só no mercado externo, mas principalmente na comercialização interna do produto para as cidades de Natal-RN, Fortaleza-CE e Recife-PE, dentre outras.

Um aspecto importante e que funcionou como propulsor do desenvolvimento desta atividade pelos agricultores familiares consistiu na desconcentração fundiária, promovida pelo INCRA na região. Para se ter uma idéia, as fazendas MAISA e São João foram desapropriadas pelo descumprimento da função social e declaradas de interesse social para fins de reforma agrária, sendo convertidas em assentamentos rurais.

A maioria dos cultivos familiares teve sua origem através de antigos empregados das empresas produtoras de melão na região, que passaram a dominar as técnicas de cultivo e produzem o melão em pequenos imóveis rurais. Essa atividade, como também a de outras culturas irrigadas como tomate, cebola, melancia e banana, se estabeleceu fortemente entre as famílias das comunidades rurais e assentamentos da região, trazendo a agricultura familiar para um lugar relevante na produção irrigada no município.

Diante disso, apesar da absorção da tecnologia inerente ao agronegócio para estas culturas irrigadas, este modelo de produção deixa transparecer algumas características peculiares da agricultura familiar, como a diversificação, rotação de culturas e mão de obra predominantemente familiar. Cabe então avaliar, através de instrumentos e metodologias pautadas na sustentabilidade da agricultura, os pontos comuns existentes nesses agroecossistemas, tanto com o agronegócio, como também com a agricultura familiar.

O MESMIS COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE

O MESMIS é uma estrutura desenvolvida em 1995, no México, que oferece diretrizes para seleção de indicadores ambientais, sociais e econômicos específicos, com foco nos aspectos fundamentais de funcionamento dos agroecossistemas. Essa metodologia também traz a oportunidade de entender o desenvolvimento dos sistemas

de uma forma integrada, estabelecendo-se como uma tentativa de traduzir os princípios gerais da sustentabilidade em definições operacionais, indicadores e práticas no contexto dos sistemas de manejo de recursos naturais geridos por agricultores familiares (LÓPEZ-RIDAURA; MASERA; ASTIER, 2002).

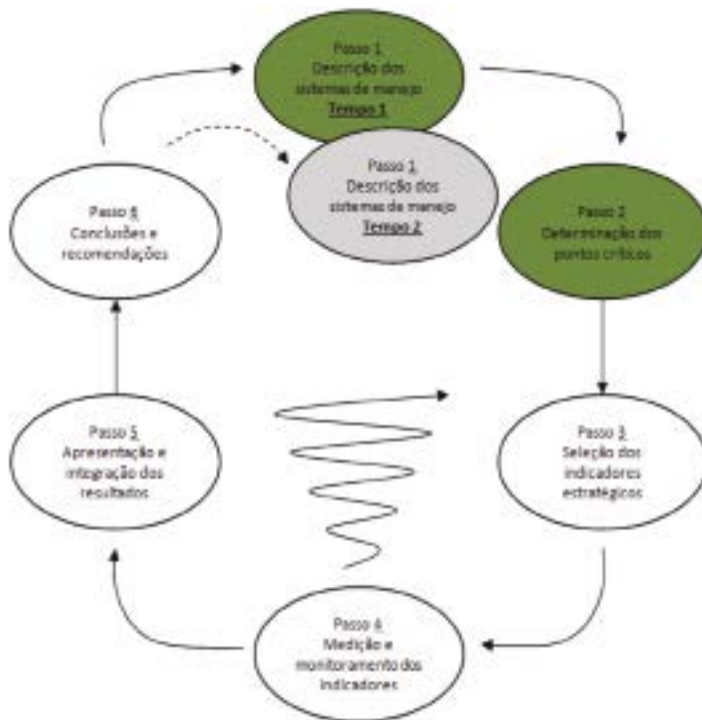
A estrutura MESMIS depende de uma abordagem sistêmica, a partir da qual sete atributos básicos para a sustentabilidade são definidos: produtividade, estabilidade, confiabilidade, resiliência, adaptabilidade, equidade e autodependência ou autogestão. A metodologia é composta por um ciclo que consiste em seis passos. Os três primeiros são dedicados à caracterização dos sistemas, a identificação dos pontos críticos e a seleção de indicadores ambientais, sociais e econômicos específicos. Nos três últimos passos, a informação obtida através dos indicadores é integrada utilizando técnicas de análise quantitativa e qualitativa, que permite a obtenção de um juízo de valor para os agroecossistemas avaliados (LÓPEZ-RIDAURA, MASERA e ASTIER, 2002).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia adotada para determinação dos pontos críticos foi a proposta pelo MESMIS. A viabilidade de aplicação dessa estrutura em agroecossistemas de gestão familiar adequou-se para utilização no PA São Romão. A identificação dos pontos críticos foi construída a partir das informações obtidas nas entrevistas com os assentados e através de observações não participativas.

Foram percorridos os dois primeiros passos do ciclo avaliati-vo MESMIS: o primeiro refere-se à caracterização dos sistemas de manejo ou agroecossistemas, o segundo trata da identificação dos seus pontos críticos, conforme o ciclo ilustrado na Figura 2. A escolha do assentamento foi determinada pela alta concentração de áreas desapropriadas pelo INCRA no município de Mossoró, que tornou a região como área prioritária para as ações da reforma agrária no Rio Grande do Norte, com elevado grau de desconcentração fundiária. Outro ponto fundamental foi a localização do assentamento no pólo municipal de fruticultura irrigada.

Figura 2 – Ciclo de Avaliação do MESMIS: etapas percorridas na presente pesquisa



Fonte: Masera, Astier e López-Ridaura (1999).

A definição dos agroecossistemas foi determinada pela manifestação favorável dos assentados entrevistados como participantes e colaboradores da pesquisa, evidenciando uma amostragem por acessibilidade ou por conveniência, culminando numa amostra de dez agroecossistemas participantes, conforme ilustrado na Figura 03.

Após a caracterização detalhada do ambiente estudado foi realizada a identificação e análise dos pontos críticos dos agroecossistemas avaliados. Foram definidos como pontos críticos os aspectos ou processos que poderiam tanto limitar como

fortalecer a capacidade dos sistemas de manejo em sustentarem-se no decorrer do tempo (MASERA, ASTIER e LÓPEZ-RIDAURA, 1999).

Os dados primários foram obtidos a partir da realização de entrevistas semiestruturadas, de forma que as respostas obtidas, considerações e comentários realizados pelos assentados, foram amplamente aproveitados tanto para o conhecimento aprofundado dos agroecossistemas, como para a delimitação dos pontos críticos acerca das atividades por eles desenvolvidas.

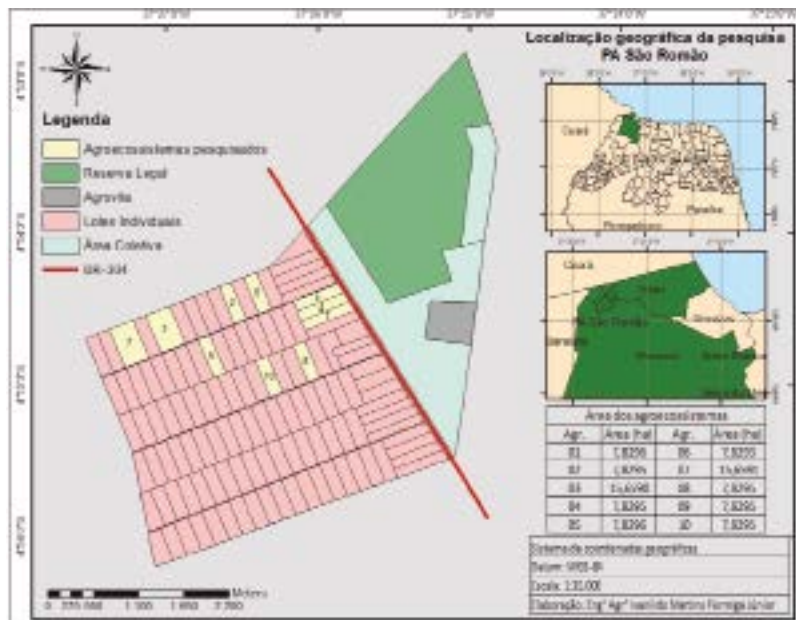
PASSO 01 – CARACTERIZAÇÃO DO PA SÃO ROMÃO E DOS AGROECOSSISTEMAS AVALIADOS

O PA São Romão foi criado pelo INCRA em 19/11/2001, está localizado na região noroeste de Mossoró-RN, a 32 km da sede municipal, próximo à divisa do estado do Rio Grande do Norte com o Ceará. O acesso é feito através da BR-304 no sentido Mossoró-RN / Fortaleza-CE. A área do assentamento é de 1.547,1 ha com capacidade para 123 famílias que desenvolvem diversas atividades agrícolas, tanto de sequeiro como irrigadas, assim como atividades pecuárias.

O parcelamento topográfico do assentamento é composto pela (i) reserva legal, com área de 309,4 ha, destinada à conservação dos recursos naturais, (ii) lotes individuais de produção, que ocupam uma área total de 980,2 ha, cada lote com média de 8,0 ha, (iii) áreas coletivas de produção totalizando 229,6 ha e a (iv) agrovila, destinada para a moradia das famílias, ocupando uma área de 27,9 ha (Figura 03).

Os solos dos agroecossistemas são formados predominantemente por latossolos vermelho-amarelos (EMBRAPA, 2006), ausentes de pedregosidade e sem sinais de erosão laminar. São bem drenados e possuem deflúvio superficial lento. Com relação ao relevo, estão localizados em uma região plana com declividade máxima de 2%, conforme a Figura 3..

Figura 3 – Localização, parcelamento e identificação dos agroecossistemas pesquisados, PA São Romão.



Fonte: Formiga Júnior (2014)

A vegetação da região é formada por caatinga hiperxerófila, de caráter mais seco, Conforme a classificação climática de Koeppen, o clima da região é do tipo BSwH, que corresponde a seco e quente, com estação chuvosa verão-outono. A temperatura média e a umidade relativa do ar são de 27,4°C e 70%, respectivamente. De acordo com a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), a média pluviométrica municipal acumulada de 1992 a 2012 é de 678,9 mm/ano (EMPARN, 2013).

A irrigação das culturas é feita através de sistemas por gotejamento e o bombeamento é realizado através de bombas submersas instaladas em poços tubulares considerados rasos com profundidade de até 100 metros e vazão média de 35 a 50 m³/h. A adubação das culturas é realizada tanto por compostos orgânicos, como por fertilizantes químicos, sendo aplicados no período de

fundação e durante o desenvolvimento através da fertirrigação, técnica que consiste na injeção de fertilizantes químicos durante a irrigação pela rede de distribuição hídrica até os emissores nas proximidades da planta.

Outras práticas adotadas em todos os agroecossistemas são o uso de mulch, que se constitui na cobertura dos camalhões de cultivo com filmes de polietileno, para reduzir a perda d'água por evaporação e a aplicação de manta agrotêxtil, como barreira física às pragas.

A comercialização do melão é feita por atravessadores que destinam a produção principalmente para os mercados consumidores de Natal-RN e Fortaleza-CE. No que diz respeito à experiência no cultivo do melão antes de serem assentados pelo INCRA, das dez famílias entrevistadas, nove tinham pelo menos um integrante, geralmente o homem, que havia trabalhado em empresas agrícolas da região especializadas no cultivo do melão.

O assentamento possui uma escola, recém construída pela prefeitura municipal para alunos até o 5º ano. Parte dos filhos dos assentados estuda em Mossoró para cursar o ensino médio. O transporte é realizado durante a semana por ônibus escolar disponibilizado pelo município.

O abastecimento de água na agrovila é realizado através de um poço tubular instalado, a água é bombeada para as casas por um sistema adutor e a frequência de abastecimento é diária. A água destinada ao consumo humano é tratada para retirada de sais através de um dessalinizador instalado na agrovila. Cada casa possui ainda uma cisterna com capacidade para 16 m³. O destino do lixo doméstico é dado pelas famílias entrevistadas, principalmente pelo enterramento ou queima nos quintais das residências.

O assentamento possui um posto de saúde localizado na agrovila com atendimento médico e odontológico semanal. Com relação à segurança, o único posto policial da região fica a aproximadamente 6 km, situado na vila da antiga Fazenda MAISA. No que diz respeito às entidades representativas, são compostas por duas associações que se reúnem periodicamente para discutir

assuntos de interesse dos assentados. A maioria das famílias acessou o crédito rural do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) nos anos de 2005 e 2007.

Os dez agroecossistemas avaliados estão localizados na área destinada aos lotes individuais do assentamento, o cultivo do melão do tipo Cantaloupe é a principal atividade desenvolvida, sendo a principal fonte de renda das famílias entrevistadas. Outras atividades agrícolas também são realizadas como o cultivo de tomate, milho, feijão, macaxeira, banana, caju e mamão. A área total e o uso do solo de cada unidade analisada estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Área total e uso do solo dos agroecossistemas pesquisados

Agroecossistema	Área total (ha)	Uso do solo (Área em ha)
01	7,8	Melão (2,4), tomate (0,9) e vegetação secundária em regeneração (4,5)
02	7,8	Melão (6,9) e solo exposto (0,9)
03	15,7	Melão (13,2) e solo em pousio (2,5)
04	7,8	Melão (4,6), tomate (1,2), mamão (1,7) e cebola (0,3)
05	7,8	Melão (6,0), melancia (0,9), tomate (0,8) e feijão (0,2)
06	7,8	Melão (3,8), banana (0,6), mamão (1,4), solo exposto (0,8) e vegetação secundária em regeneração (1,3)
07	15,7	Melão (7,8), melancia (1,3), milho (1,8), caju (1,8), macaxeira (1,0), mamão (1,0) e solo exposto / benfeitorias (0,9)
08	7,8	Melão (5,4), milho (0,1) e vegetação secundária em regeneração (2,4)
09	7,8	Melão (4,4), mamão (1,4), macaxeira (0,5) e vegetação secundária em regeneração (1,5)
10	7,8	Melão (5,0) e vegetação secundária em regeneração (2,8)

Fonte: Formiga Júnior (2014).

Passo 02 – Identificação dos pontos críticos dos agroecossistemas

Após a definição e caracterização detalhada dos sistemas de manejo avaliados, avançou-se para a segunda etapa do ciclo, que se constituiu na determinação dos pontos críticos a partir das observações de campo e dos dados primários obtidos durante a pesquisa. As discussões realizadas com os assentados e as observações não participativas foram determinantes para a concretização desta fase da pesquisa.

Foram observados tanto os elementos restritivos das atividades, ou seja, que pudessem contribuir negativamente, como também aqueles considerados favoráveis ou que estão contribuindo positivamente para um sistema de manejo sustentável. Foram identificados sete pontos críticos: recursos hídricos, solos, dependência de insumos externos, conservação da biodiversidade, qualidade de vida, rendimento familiar e organização comunitária.

RECURSOS HÍDRICOS

Esse ponto crítico relaciona-se com toda estrutura hídrica do assentamento, abordando fatores que influenciam principalmente a produtividade das culturas, conservação dos recursos naturais e a saúde das famílias. A irrigação tem grande importância para a agricultura brasileira, sobretudo na região semiárida, proporcionando o aumento da produtividade, escalonamento de cultivo entre diferentes espécies e melhoria das condições econômicas dos agricultores. Apesar disso, uma irrigação mal dimensionada pode ocasionar danos ao meio ambiente, principalmente quando a água possui altos índices de salinidade.

A água de irrigação do PA São Romão é proveniente do aquífero Calcário Jandaíra, que possui níveis de salinidade mais elevados. Conforme Oliveira e Maia (1998), a água utilizada desse aquífero para irrigação, apresenta maiores problemas no que diz respeito à salinidade. Este fator requer maiores cuidados quanto ao manejo da irrigação, tendo em vista que o uso desordenado de águas salinas para irrigação pode comprometer o solo, reduzindo a produtividade das culturas ou até tornando-o impréstatível para agricultura.

No PA São Romão, predomina o sistema de irrigação por gotejamento. Esse tipo de irrigação tem sido considerado mais eficiente, em virtude das vantagens apresentadas principalmente no que diz respeito ao uso racional da água. Devido a presença de salinidade na água utilizada para irrigação no município de Mossoró, sobretudo nas proximidades do assentamento em estudo, o sistema por gotejamento torna-se adequado, por reduzir a possibilidade de salinização do solo. Para Gomes (1997), este tipo de irrigação utiliza entre 20 e 30% menos água do que os sistemas por aspersão, podendo chegar a 60% em pomares irrigados.

Outro fator importante a ser destacado, trata-se do uso intensivo de agrotóxicos nas áreas irrigadas. O cultivo de melão na região de Mossoró tem sido alvo constante de pragas, com destaque para a mosca-branca (*Bemisia tabaci*) e a mosca minadora (*Liriomyza trifolii*). A susceptibilidade da cultura a essas pragas torna o uso de agroquímicos indispensável para os produtores, sob pena de comprometer a viabilidade econômica do melão.

Essa condição, aliada aos solos de características arenosas do assentamento, favorece o risco de aumento nos níveis de nitrato, fosfato e nas concentrações residuais dos pesticidas, ou de seus metabólitos, que podem comprometer a qualidade do solo e das águas superficiais e subterrâneas (FERRACINI et al., 2001).

Em termos de disponibilidade de água para irrigação, todos os agroecossistemas pesquisados possuem poços tubulares instalados, com disponibilidade de água durante todo o ano. Com relação à água para o consumo humano, tendo em vista a salinidade dos poços que abastecem a agrovila, esta passa por um processo de dessalinização por osmose reversa, através de um dessalinizador instalado no assentamento. As famílias entrevistadas relataram que raramente ocorre falta de água.

SOLOS

Por se tratar de um recurso natural não renovável, o manejo inadequado do solo pode acarretar em danos irreparáveis à produção. Práticas agrícolas intensas baseadas na forte mecanização,

utilização exacerbada de agrotóxicos e fertilizantes, bem como o monocultivo, podem causar o esgotamento do solo e a contaminação dos mananciais.

O melão cultivado nos agroecossistemas pesquisados é bastante dependente do uso de agrotóxicos. Devido à larga utilização dos diversos ingredientes ativos pulverizados nas plantas e conseqüentemente no terreno cultivado, é latente o risco de contaminação do solo e dos aquíferos da região. Um fator expressivo no tocante a contaminação do solo, é a má gestão de embalagens de agrotóxicos e de resíduos da utilização do mulch e da manta agrotêxtil. Foi identificada a destinação inadequada de embalagens em alguns agroecossistemas, sendo encontradas jogadas no campo, quando estas deveriam ter passado pelo processo de tríplice lavagem e devolvidas aos estabelecimentos que comercializam o produto.

Outro aspecto que pode ocasionar danos expressivos ao solo é a irrigação com águas de salinidade elevada, quando realizada em sistemas de baixa eficiência, ou seja, com lâminas de irrigação inadequadas para a alta concentração de sais existentes na água. Conforme Bernardo (1997), com as irrigações sucessivas, o sal vai se acumulando devido ao fluxo ascendente de umidade decorrente da evapotranspiração, criando os chamados solos salinos. Aspectos positivos quanto a este fator, são as características dos solos do PA São Romão, que possuem textura predominantemente arenosa, facilitando a lixiviação dos sais.

Outro ponto favorável à redução dos riscos de salinização dos solos do PA São Romão é o tipo de irrigação utilizada para a cultura do melão. Todos os agroecossistemas pesquisados utilizam sistemas de irrigação localizada, através de gotejadores, que devido à menor quantidade de água requerida para suprir as necessidades hídricas das culturas, diminuem a evaporação e conseqüentemente a quantidade de sais deixada no solo.

Com relação aos riscos de erosão hídrica no assentamento, apesar do caráter arenoso presente nos solos dos agroecossistemas estudados, que possui menor poder de agregação e apresenta maior risco de erosão, o tipo de relevo predominantemente plano, reduz sobremaneira o potencial erosivo do solo, fazendo com

que haja uma boa drenagem interna. A taxa de erosão, conforme Wischmeier (1978), é mais influenciada por fatores como a declividade do terreno, chuvas, cobertura e manejo do solo, do que propriamente pelas características do solo em si. No caso dos agroecossistemas estudados, a baixa declividade e a boa taxa de infiltração dos solos reduzem fortemente as chances de erosão.

Algumas práticas conservacionistas, inerentes à agricultura familiar, foram identificadas, como a diversificação e a rotação de culturas plantadas pelos agricultores. Com exceção dos agroecossistemas 02 e 10, que cultivam basicamente o melão, observou-se o plantio de mandioca, melancia, milho, cebola, tomate, caju, banana e mamão nos outros agroecossistemas pesquisados. Altieri (2004) relata que a diversidade genética dos sistemas de cultivo é uma estratégia importante para minimizar as perdas em caso de ataque de pragas e doenças específicas, estando os monocultivos mais vulneráveis do que os cultivos múltiplos.

DEPENDÊNCIA DE INSUMOS EXTERNOS

As práticas adotadas no melão cultivado no PA São Romão se assemelham com aquelas existentes nas grandes fazendas exportadoras da fruta, no que se refere à dependência de agroquímicos para maximização da produção. São utilizados fertilizantes químicos como a uréia, cloreto de potássio, ácido fosfórico, sulfato de cálcio, sulfato de amônia, via fertirrigação para fornecer os nutrientes para a planta, visando a obtenção de produtividades elevadas.

Além dos fertilizantes, são utilizados, em grande escala, agrotóxicos de diversos princípios ativos. A introdução desses componentes químicos no cronograma produtivo da cultura, de forma permanente, torna o cultivo bastante dependente dos insumos externos aos agroecossistemas, sendo esta uma condição indesejável para uma agricultura sustentável.

Os pacotes tecnológicos com o uso de sementes híbridas estão presentes na cultura do melão na região de Mossoró, desde a sua introdução pelas grandes fazendas. Este fator aliado ao monocultivo de cucurbitáceas na região tem causado desequilíbrio

em virtude da perda da biodiversidade, sendo esta talvez uma hipótese para o aumento da resistência de pragas como a mosca minadora e a mosca branca. Um dos principais desafios para se alcançar a agricultura sustentável, segundo Altieri (2004), trata-se da redução do uso de insumos externos, ocasionando uma menor dependência de energias externas aos agroecossistemas.

BIODIVERSIDADE

A biodiversidade tem sido bastante afetada com o aumento das áreas ocupadas com a agricultura, sobretudo porque o número de plantas e animais nativos, dos mais diversos biomas, tem sido reduzido para a produção de espécies domesticadas e destinadas à produção de alimentos para população mundial.

A busca por uma agricultura sustentável envolve a concentração de esforços para valorizar e conservar a diversidade biológica, tanto em paisagens silvestres como em paisagens domesticadas (GLIESSMAN, 2001), ou seja, a sustentabilidade dos sistemas agrários está relacionada com a diversidade de culturas exploradas nos agroecossistemas.

As famílias assentadas no PA São Romão, têm na cultura do meloeiro, a sua principal atividade. As condições adequadas de clima e solo, aliadas a boa disponibilidade de água para irrigação, têm proporcionado sucesso na geração de renda para o sustento familiar. Este fato torna o cultivo do melão cada vez mais consolidado no assentamento, de forma que possibilite o incremento da produção e da área plantada.

Esse cenário, força primeiramente, o entendimento de um prognóstico de monocultivo do melão como nas grandes fazendas produtoras. Mas, a dinâmica territorial de um assentamento rural, aonde a gestão de um espaço físico antes feita por um proprietário, agora sob o domínio de diversos agricultores, possibilita a previsão de um segundo entendimento, o de que aquele território possui diversidade em relação às espécies produzidas.

Ao se analisar individualmente cada um dos dez agroecossistemas pesquisados, no tocante ao uso do solo (tabela 01), é pos-

sível notar a existência de uma variação no nível de diversificação de atividades entre eles. Ao estendermos essa análise para as 123 famílias assentadas, que é a capacidade do PA São Romão, tem-se uma noção da diversidade existente neste assentamento rural.

A diversificação produtiva, aliada a busca pela conservação da biodiversidade através dos 309,4 hectares de vegetação nativa que compõem a reserva legal, promove um mínimo de complexidade genética naquele ambiente, sendo este um quesito desejável para a agricultura sustentável. A ideia central não é a de afirmar que o assentamento está em pleno equilíbrio ecológico, mas sim, de atribuir a este espaço geográfico de domínio coletivo, a existência de um ambiente mais complexo quando comparado a uma grande fazenda com monocultivo de melão, por exemplo.

QUALIDADE DE VIDA

O II Plano Nacional de Reforma Agrária (BRASIL, 2005) preconiza que a criação de assentamentos rurais deve ir além da garantia do acesso à terra. Deve prever ações para que as famílias possam produzir, gerar renda e ter acesso aos demais direitos fundamentais, como saúde, educação, energia e saneamento.

No que diz respeito à saúde, o assentamento possui um posto municipal, com estrutura mínima de atendimento semanal. A equipe médica é composta por um médico, um dentista e um enfermeiro. As famílias entrevistadas relataram que o serviço é insuficiente, já que nos dias em que a equipe está no assentamento, muitas vezes acontece de alguns moradores não conseguirem atendimento básico de saúde.

Com relação à educação, as famílias demonstraram satisfação. Existe uma escola municipal recém construída, localizada na agrovila do assentamento, que atende aos alunos do ensino infantil e fundamental. Todos os membros das famílias entrevistadas, em idade escolar, estão frequentando a sala de aula.

A disponibilidade de transporte para as famílias residentes do assentamento é considerada satisfatória, existe um ônibus para levar os alunos do ensino médio para a cidade de Mossoró.

De acordo com as informações obtidas, a mobilidade não é considerada um entrave pelas famílias.

A insegurança pública no PA São Romão e circunvizinhança é motivo de preocupação para os assentados. Muitos foram os depoimentos relacionados a diversos crimes ocorridos na região. Algumas famílias entendem que há relação com a entrada de drogas ilícitas. Foram relatados casos de furtos, assaltos e assassinatos na região de localização do assentamento. Os dados retratam uma estrutura de segurança insatisfatória e ineficiente.

No tocante à moradia, as residências das famílias entrevistadas encontram-se de regular a bom estado de conservação. Alguns entrevistados relataram insatisfação com o espaço físico das casas, demonstraram necessidade de ampliação para melhor acomodação da família. Os moradores informaram que a água destinada é suficiente e de boa qualidade para o consumo.

Um fator importante em relação à qualidade de vida das famílias está relacionado ao uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI), para aplicação de agrotóxicos. Oliveira-Silva et al. (2001) relata que utilização dos agrotóxicos no meio rural brasileiro tem ocasionado muitos problemas para a saúde dos agricultores, devido ao mau uso e alto nível de toxicidade dos agroquímicos aplicados. A falta de equipamentos de proteção e a precariedade dos mecanismos de proteção são fatores de peso nesse quesito. No PA São Romão, verificou-se que os assentados pulverizam as áreas cultivadas sem a devida proteção. Alguns utilizam apenas parte do equipamento, como botas e máscara.

RENDIMENTO FAMILIAR

Esse ponto crítico refere-se à capacidade de geração de renda, estando envolvido os fatores influenciadores da estabilidade econômica das famílias assentadas.

No tocante a produtividade obtida pelos assentados, foi relatada uma variação de 25 a 36 toneladas por hectare entre os agroecossistemas pesquisados. Medeiros et al. (2007), em

experimento realizado com melão Cantaloupe no município de Baraúna, sob condições edafoclimáticas semelhantes ao PA São Romão, obteve produtividade de até 30,05 toneladas por hectare. Os assentados têm conseguido bons níveis de produtividade nas áreas plantadas, proporcionando rendimentos econômicos satisfatórios, consolidando o melão como principal atividade.

No tocante a geração de renda das famílias com o melão, a média de receita líquida obtida por hectare colhido, é de aproximadamente doze salários mínimos. Considerando-se que o tempo desde o plantio à colheita do melão é de aproximadamente 65 dias, a atividade tem gerado uma renda mensal de praticamente seis salários mínimos por hectare colhido. Vale salientar que os preços obtidos pelos assentados têm uma grande variação, o que pode acarretar em rendimentos menores ou maiores, principalmente nos meses de janeiro a março, quando a oferta do fruto é reduzida em virtude das chuvas.

Um aspecto desfavorável, observado na pesquisa, está relacionado à compra dos insumos externos aos agroecossistemas, que além da dependência, considerado fator negativo, também não há uma organização entre as famílias objetivando a redução dos preços. As compras são realizadas individualmente. Outro ponto limitante é a dependência da comercialização por atravessadores, que transportam a produção para os grandes centros consumidores, principalmente Natal-RN e Fortaleza-CE, ficando com grande parte do lucro.

Dos dez assentados que fizeram parte da pesquisa, oito consideram-se totalmente satisfeitos com a atividade do melão. Os outros dois relataram que não estão plenamente satisfeitos, justamente em virtude da variabilidade dos preços obtidos, trazendo insegurança e riscos de prejuízos em virtude do alto investimento para o plantio.

ORGANIZAÇÃO COMUNITÁRIA

A importância do nível organizacional das famílias no fortalecimento dos seus agroecossistemas está voltada para a atenção

dada as questões de interesse comum. O que se percebe no assentamento é certo individualismo. Existem duas associações, entretanto, as discussões voltadas para a melhoria da vida das famílias estão praticamente estagnadas. Não há, por exemplo, debates para sair do domínio de atravessadores, que compram a produção e ficam com boa parte do lucro, ou pelo menos estratégias coletivas para redução dos custos de implantação das culturas, como a compra de insumos.

Além da questão produtiva, é importante destacar alguns pontos que foram relatados pelos assentados participantes da pesquisa, no que se refere aos anseios para a melhoria de vida no assentamento. Dentre os aspectos mais importantes, que merecem ações integradas e associativas, está a falta de segurança no assentamento, indisponibilidade de áreas voltadas ao lazer das famílias, assistência médica insatisfatória, dificuldades de acesso a políticas públicas geridas pelo INCRA, preço justo da produção e canais diretos de comercialização. Vale salientar que estas ações são consideradas coletivas em virtude da necessidade de coesão nas reivindicações ao poder público.

A obtenção de êxito nas reivindicações de âmbito coletivo depende de uma boa organização social, que busque o uso de práticas solidárias para que se possa alcançar a mudança desejada. Com isso, a coesão entre os componentes do PA São Romão nas já fundadas associações, é uma importante ferramenta para o enfrentamento das dificuldades relatadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização deste trabalho, foi possível definir e identificar de forma detalhada, os agroecossistemas cultivados predominantemente com melão no PA São Romão. As áreas estudadas demonstram entre si, uma forte semelhança nas formas de manejo da cultura, com a utilização de fertilizantes químicos, aplicados na fundação da cultura e por fertirrigação, uso intensivo de agrotóxicos para combater as pragas e doenças que acometem a cultura e sementes híbridas importadas. Isto evidencia uma

forte dependência de insumos externos aos agroecossistemas, sendo esse, talvez, o ponto crítico mais relevante. Observou-se que alguns agroecossistemas, possuem maior diversidade de atividades agrícolas do que outros, onde se combinou o cultivo do melão com culturas como mamão, banana, milho, tomate, feijão e mandioca.

Através da pesquisa foi possível identificar que os agroecossistemas possuem um potencial elevado para a irrigação de culturas, com poços de boa vazão e reservatórios estáveis, mesmo em períodos seguidos de estiagem. Outro fator positivo para o cultivo do melão foi a existência de solos bem drenados, profundos e com topografia plana, entretanto, em virtude dos sucessivos processos de mecanização agrícola, que caracteriza o cultivo do melão nas áreas analisadas e da frequente utilização de fertilizantes químicos e agrotóxicos, torna-se latente o risco de degradação do solo e contaminação dos mananciais através da percolação dos elementos químicos.

A gestão de resíduos, provenientes de inputs externos, é outro aspecto que merece atenção. Em alguns casos, não há controle das embalagens de agroquímicos, que legalmente devem ser devolvidas aos estabelecimentos comerciais agropecuários. Isto também ocorre com a manta agrotêxtil e com o mulch de polietileno, que também não possuem a devida gestão por parte dos assentados para recolhimento.

No tocante ao aspecto econômico, as famílias demonstram satisfação com o cultivo do melão em virtude da boa produtividade obtida, gerando retorno econômico satisfatório e promovendo a autossuficiência financeira, mesmo sob dependência de atravessadores. Os entrevistados consideram obter bons rendimentos com a atividade, conseguem pagar as suas dívidas, a exemplo do crédito do PRONAF, com prestações adimplidas sem maiores esforços.

A determinação dos pontos críticos proporcionou o entendimento dos aspectos ambientais, sociais e econômicos, que compõem os agroecossistemas do PA São Romão, possibilitando delimitar, as fragilidades e potencialidades inerentes aos sistemas agrícolas estudados diante do conceito de sustentabilidade. Vale salientar que a metodologia MESMIS possui seis passos para

conclusão de um ciclo avaliativo, em um determinado período de tempo. Na pesquisa foi realizada apenas parte desse ciclo, sendo percorridos os dois primeiros passos, que buscaram a caracterização do objeto de estudo e em seguida a identificação dos pontos críticos.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. A. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 5. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. 120 p.

BERNARDO, S. Impacto ambiental da irrigação no Brasil. In: SILVA, D. D. da; PRUSKI, F.F. (Ed.). Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura. Viçosa-MG: MMA, SRH, ABEAS, UFV, 1997. p. 79-88.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. II Plano Nacional de Reforma Agrária. Edição Especial para o fórum social mundial 2005. Brasília: NEAD, 2005. 40 p.

COSTA, A. A. V. M. R. Agricultura sustentável II: avaliação. Revista de Ciências Agrárias, Lisboa, v. 33, n. 2, p.75-89, dez. 2010. Disponível em <http://www.scielo.gpeari.mctes.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2010000200008&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 18 out. 2012.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

EMPARN – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RN. Monitoramento pluviométrico, 1992-2012. Disponível em: <<http://www.emparn.rn.gov.br>>. Acesso em: 12 jul. 2013.

FAO. FAO Statistical Yearbook 2013: world food and agriculture. Roma: FAO, 2013. 289 p.

FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C. Y. P.; SILVA, A. S.; SPADOTTO, C. A. Análise de risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais da região de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA). Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, Curitiba, v. 11, p. 1-16,

2001.

FORMIGA JÚNIOR, I. M. Sustentabilidade do Cultivo do Melão no Assentamento São Romão em Mossoró-RN. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014. 141 p. (Dissertação de Mestrado).

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2001. 653 p.

GOMES, H. P. Engenharia de irrigação, hidráulica dos sistemas pressurizados: Aspersão e Gotejamento. 2. ed. Campina Grande: Editora da UFPB, 1997. 390 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção agrícola municipal: Culturas temporárias e permanentes, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 nov. 2012.

INCRA – INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Sistema de Informações de Projetos de Assentamento – SIPRA: Área do projeto, capacidade de assentamento, famílias assentadas... Disponível em: <<http://sipra.incra.gov.br/Projeto/Relatorios/default.asp>>. Acesso em: 12 ago. 2014.

LOPEZ-RIADURA, S.; MASERA, O.; ASTIER, M. Evaluating the sustainability of complex sócio-environmental systems. The MESMIS framework. Ecological indicators, v. 2, n. 1, p. 135-148, nov. 2002. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X02000432>>. Acesso em: 25 set. 2012.

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS. México: Mundi-Prensa, 1999. 109p.

MEDEIROS, J. F. de; SANTOS, S. C. L.; CÂMARA, M. J. T.; NEGREIROS, M. Z. de. Produção de melão Cantaloupe influenciado por coberturas do solo, agrotêxtil e lâminas de irrigação. Horticultura Brasileira. v. 25, n. 4, p. 538-543, 2007.

OLIVEIRA, M.; MAIA C. E. Qualidade físico-química da água para irrigação em diferentes aquíferos na área sedimentar do Estado do Rio Grande do Norte. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 2, p. 42-46, 1998.

OLIVEIRA-SILVA, J. J.; ALVES, S. R.; MEYER, A.; PEREZ, F.; SARCINELLI, P. N.; MATTOS, R. C. O. C.; MOREIRA, J. C. Influência de fatores socioeconômicos na contaminação por agrotóxicos. *Revista de Saúde Pública, São Paulo*, v. 35, n. 2, p. 130-135, 2001.

SILVA, A. G. da. Trabalho e tecnologia na produção de frutas irrigadas no Rio Grande do Norte, Brasil. In: CAVALCANTI, J. S. B.(Org.). *Globalização, trabalho e meio ambiente: mudanças socioeconômicas em regiões frutícolas para exportação*. Recife: Ed. Universitá

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning*. Washington, USDA, 1978. 58p. (Agriculture Handbook, 537).

IFRN
Editora ■■■■

Estes primeiros anos do século XXI prenunciam transformações de grande monta para a sociedade e seu território vivencial. A agricultura tem sido uma das atividades humanas que mais se têm modernizado, por meio do uso intensivo de produtos agroquímicos e científicos diversificados, o que vêm influenciando aspectos socioeconômicos e ambientais de agroecossistemas de produção dos tipos plantation e familiar de todo o Brasil, e do Rio Grande do Norte em particular. Entretanto, a agricultura tem se constituído num dos meios de produção cujos níveis de sustentabilidade mais têm sido questionados, sobretudo em virtude dessa ampla modernização decorrente de princípios e práticas da revolução verde.

A larga discussão sobre modernização da agricultura versus sustentabilidade e a contradição aí existente apontam para uma agenda de pesquisa que reúne análises, significados e avaliações disciplinares e interdisciplinares distintas sobre o desenvolvimento da agricultura, rumo a sua sustentabilidade. A realização de estudos e pesquisas em rede que considerem aspectos da sustentabilidade nas atividades agrícolas — enfatizando quer a agricultura baseada em práticas familiares quer a que se baseia nos princípios da revolução verde, como fundamental para as populações — é de crucial importância para que se atinja a meta de uma sociedade sustentável em sua integralidade.

Nesse sentido, o debate sobre indicadores de sustentabilidade no setor agrícola passou a ser feito no âmbito acadêmico, o que permitiu que se estabelecessem linhas norteadoras para um posicionamento quanto ao que se espera de uma agricultura sustentável, aprofundando algumas linhas de pesquisa e estudo e criando outras que se afinem com a preocupação que rege o atual momento histórico da humanidade quanto à segurança alimentar de povos e populações.

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte iniciou em 1985 suas atividades editoriais com a publicação da Revista da ETRN, que a partir de 1999 se transformou na Revista Holos, em formato impresso e, posteriormente, eletrônico. Em 2004, foi criada a Diretoria de Pesquisa que fundou, em 2005, a editora do IFRN. A publicação dos primeiros livros da Instituição foi resultado de pesquisas dos professores para auxiliar os estudantes nas diversas disciplinas e cursos.

Buscando consolidar uma política editorial cuja qualidade é prioridade, a Editora do IFRN, na sua função de difusora do conhecimento já contabiliza várias publicações em diversas áreas temáticas.



Este livro discute sobre diversas sustentabilidades agrícolas do estado do Rio Grande do Norte e, por isso, convidamos estudantes, professores, pesquisadores, representantes institucionais e planejadores ao diálogo proporcionado sobre agricultura e sustentabilidade, no qual a teoria social e interdisciplinar contemporânea incorpora em sua agenda a discussão sobre o desenvolvimento de uma agricultura que seja sustentável, serena e convivial, ou duradora, tanto socioeconômica como ambientalmente.

ISBN 978-85-8161-070-2



9 788581 610702

