

RECURSOS NATURAIS

QUESTÕES SOCIOECONÔMICAS E POLÍTICAS
DO RIO GRANDE DO NORTE



Gesinaldo Ataíde Cândido
Valdenildo Pedro da Silva

Organizadores

IFRN
Editora

RECURSOS NATURAIS

QUESTÕES SOCIOECONÔMICAS E POLÍTICAS
DO RIO GRANDE DO NORTE

Gesinaldo Ataíde Cândido
Valdenildo Pedro da Silva

Organizadores



Natal, 2016

Presidenta da República Dilma Rousseff
Ministro da Educação Aloizio Mercadante
Secretário de Educação Profissional e Tecnológica Marcelo Machado Feres

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

Reitor Wyllys Abel Farkatt Tabosa
Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação Marcio Adriano de Azevedo
Coordenador da Editora do IFRN Darlyne Fontes Virginio
Conselho Editorial André Luiz Calado de Araújo
Dante Henrique Moura
Jerônimo Pereira dos Santos
José Yvan Pereira Leite
Maria da Conceição de Almeida
Samir Cristino de Souza
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.

P497 O petróleo e as profissões vinculadas : oportunidades no Rio Grande do Norte. / Organização de Mário Tavares de O. Cavalcanti Neto.- Natal : IFRN, 2014

143 p. il; color.

ISBN:

1. Petróleo e Gás Natural – Formação Profissional. 2. Geologia do Petróleo. 3. Licenciamento Ambiental – Atividade Petrolífera. 4. Petróleo – Rio Grande do

CDU 622.323:377

DIAGRAMAÇÃO E CAPA

Charles Bamam Medeiros de Sousa

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 → 5

A PESCA ARTESANAL DA SARDINHA-LAJE (OPISTHONEMA OGLINUM) DE MACAU (RN) E AS RELAÇÕES COM VARIÁVEIS CLIMÁTICAS → 9

Adriana Claudia Câmara da Silva
Renilson Targino Dantas

CARACTERIZAÇÃO E PONTOS CRÍTICOS DOS AGROECOSSISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ABACAXI EM TOUROS (RN) → 23

Gerda Lúcia Pinheiro Camelo
Gesinaldo Ataíde Cândido

CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO GERGELIM IRRIGADO COM ÁGUA DE PISCICULTURA E DO LENÇOL FREÁTICO → 45

José Américo de Souza Grilo Júnior
Pedro Vieira de Azevedo

USO DE ESPOLETA ELETRÔNICA PARA OTIMIZAÇÃO DO DESMONTE DE ROCHAS COM EXPLOSIVOS E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS DE VIZINHANÇA → 61

Julio Cesar de Pontes
Vera Lúcia Antunes de Lima

ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL → 73

Leci Martins Menezes Reis
Gesinaldo Ataíde Cândido

A PRÁTICA DA HORTIFRUTICULTURA DE BASE FAMILIAR NO MUNICÍPIO DE CEARÁ-MIRIM-RN: ASPECTOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E ECONÔMICOS → 93

Luiz Eduardo Lima de Melo
Gesinaldo Ataíde Cândido

PRODUÇÃO DE MAMÃO PAPAYA (CARICA PAPAYA L): IMPACTOS AMBIENTAIS SOB A ÓTICA DO SISTEMA AMBIPEC → 113

Maria Agripina Pereira Rebouças
Vera Lúcia Antunes de Lima

QUALIDADE DE VIDA E SUSTENTABILIDADE URBANA: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES → 149

Maria Cristina Cavalcanti Araújo
Gesinaldo Ataíde Cândido

QUALIDADE DE SEDIMENTOS DA ÁREA DE CONFLUÊNCIA DOS RIOS PIRANHAS E SERIDÓ DO RIO GRANDE DO NORTE → 171

Mario Tavares de Oliveira Cavalcanti Neto
José Dantas Neto

EFEITO DA COMBINAÇÃO DE FONTES DE FERTILIZANTES NITROGENADOS VIA FERTIRRIGAÇÃO, NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO MELÃO, NA REGIÃO DO SEMIÁRIDO DE MOSSORÓ-RN → 185

Nelson Silveira Vasconcelos
José Dantas Neto

USO DE TECNOLOGIA SOCIAL PARA MEDIÇÃO DE VAZÃO EM ÁGUAS FLUVIAIS → 211

José Roberto Monteiro de Sousa
Annemarie König

DIMENSÃO SOCIOAMBIENTAL DAS QUESTÕES RELACIONADAS À MUDANÇA DA MATRIZ ENERGÉTICA NO BAIXO-AÇU DO RIO GRANDE DO NORTE → 229

Vanda Maria Saraiva
Annemarie König

APRESENTAÇÃO

O livro Recursos naturais e questões socioeconômicas e políticas do Rio Grande do Norte é um dos produtos da parceria entre a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) — Centro de Tecnologia e Recursos Naturais e Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais — e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), viabilizado pelo doutorado interinstitucional (DINTER) em Recursos Naturais, aprovado pelo Edital nº. 04/2009 da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), em associação com a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação (SETEC).

Esta obra tem um conteúdo sintético, que os coordenadores acadêmico e operacional do DINTER UFCG/IFRN colocam à disposição da sociedade norte-rio-grandense e nordestina, representando o esforço e o conhecimento gerado pelo Programa de Apoio à Pós-Graduação Interinstitucional da Capes para a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, na modalidade de DINTER, para a formação de profissionais dessa rede, como mais uma colaboração para o desenvolvimento do país em princípios mais sustentáveis.

As atividades de ensino e pesquisa, vinculadas ao DINTER, se desenvolveram no período de 2010 a 2013, visando à qualificação e à formação de doutores do quadro permanente do IFRN, com vistas a reduzir assimetrias, fomentar a produção acadêmica e fortalecer as pesquisas puras e aplicadas institucionais, demandadas pelos diversos segmentos da sociedade, bem como criar condições para a oferta de cursos de pós-graduação stricto sensu.

Tendo em vista as formas de utilização dos recursos naturais pelos diversos atores sociais inseridos em um sistema econômico e político que reforça permanentemente uma relação de produção e consumo caracterizada pela intensidade da utilização de tais recursos pelos diversos agentes econômicos, gerando problemas à produção, ao consumo e ao descarte, fazem-se necessárias ações capazes de minimizar e reverter a situação do processo de degradação do ambiente. Essa é uma tarefa árdua especial para a

academia, envolvendo desde o rigor científico até o espírito altruístico das equipes envolvidas com estudos e pesquisas na área ambiental. Além disso, existe a necessidade de uma prática interdisciplinar que procure superar as múltiplas formas de fragmentação e especialização científicas, a partir de práticas coletivas no desenvolvimento de estudos e sobre questões ambientais que envolvam recursos naturais.

Nessa perspectiva, este livro apresenta estudos e pesquisas desenvolvidos no DINTER em Recursos Naturais da UFCG/IFRN, especificamente aqueles relacionados às teses desenvolvidas, na perspectiva de seus diversos autores, advindos de áreas de conhecimento diversificadas e de múltiplas formações. Os temas abordados envolvem conteúdos relacionados ao desenvolvimento de atividades socioeconômicas e às diversas formas de utilização dos recursos naturais — pesqueiros, agrícolas, hídricos, minerais, energéticos — voltados para a qualidade de vida urbana.

O primeiro capítulo faz uma análise da pesca artesanal da sardinha-laje (*Opisthonema oglinum*), desenvolvida no município de Macau-RN, dando ênfase às relações dessa pesca com as variações climáticas.

O segundo caracteriza a realidade socioeconômica e ambiental e determina os pontos críticos (fortalezas e debilidades) dos agroecossistemas de produção de abacaxi do município de Touros (RN), baseando-se nos dois primeiros passos do Marco para a Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade.

O terceiro, por sua vez, faz um estudo comparativo entre os efeitos da irrigação com água do lençol freático e do rejeito dos tanques de piscicultura no crescimento, desenvolvimento e produtividade do gergelim BRS Seda.

O quarto capítulo aborda o uso da espoleta eletrônica como agente de otimização no desmonte de rochas com explosivos, ressaltando a importância dessa tecnologia para a mitigação de impactos de vizinhança causados pela atividade mineral. Tem como objeto de estudo os níveis de ruídos e vibrações gerados pela Mineração Dantas Gurgel & Cia. Ltda. situada nas proximidades da cidade de Caicó-RN.

O quinto capítulo propõe uma discussão teórica sobre agricultura

sustentável, tecendo algumas reflexões sobre sustentabilidade ou não da agricultura tradicional e da agricultura moderna.

O sexto traz uma importante caracterização da prática da hortifruticultura de base familiar do município de Ceará-Mirim, referente ao ano de 2012, enfocando os principais aspectos ambientais, sociais e econômicos envolvidos nessa produção agrícola.

O sétimo apresenta uma identificação precisa dos principais impactos ambientais oriundos do cultivo de mamão papaia (*Carica papaya* L), sob a ótica do sistema Ambitec.

O oitavo capítulo procura evidenciar os principais níveis espaciais de oferta de serviços e recursos urbanos, de notável importância para a identificação e o monitoramento da qualidade de vida urbana das populações residentes na cidade de Natal-RN.

O nono capítulo discute as definições de sedimento de fundo (SF) e sedimento ativo de corrente (SAC), na perspectiva de aplicação dos parâmetros nacionais e internacionais definidores da qualidade dos sedimentos, principalmente daqueles que estão situados na área de confluência dos rios Piranhas e Seridó, do Rio Grande do Norte.

O décimo capítulo aborda os efeitos de diferentes combinações de fertilizantes nitrogenados artificiais via fertirrigação, avaliando e comparando as diferentes combinações de uso de teor de nitrogênio (N-NO₃-), proveniente da água de irrigação, em relação à produtividade e à qualidade de frutos do melão (*Cucumis melo* L.) do tipo solear.

O capítulo 11 investiga os custos e as técnicas envolvidos no cálculo de vazão fluvial, ressaltando que se justificam a demanda por uma tecnologia mais acessível ao pesquisador comum, no sentido de se reduzirem gastos sem, contudo, comprometer-se o nível de qualidade das medições. Por isso, o estudo aponta para o uso de tecnologia social como uma das respostas para essa medição.

Finalmente, o capítulo 12 analisa, a partir da visão de 33 comerciantes consumidores de lenha e/ou carvão vegetal, a dimensão socioambiental das questões relacionadas à mudança da matriz energética na região do Baixo-Açu, no estado do Rio Grande do Norte.

Os artigos aqui reunidos mostram as múltiplas possibilidades de realização de estudos e pesquisas relacionados a questões ambientais sobre os recursos naturais e às múltiplas formas de inter-relação desses estudos e pesquisas com questões socioeconômicas

e políticas, na perspectiva do que apregoa vasta literatura da área, a qual evidencia que os problemas ambientais estão relacionados a tais questões e que as soluções passam sempre pelo desenvolvimento de pesquisas interdisciplinares sobre elas.

Boa leitura.



Gesinaldo Ataíde Cândido

Coordenador Acadêmico do DINTER — UFCG/IFRN

Valdenildo Pedro da Silva

Coordenador Operacional do DINTER — UFCG/IFRN

Organizadores

A PESCA ARTESANAL DA SARDINHA-LAJE (OPISTHONEMA OGLINUM) DE MACAU (RN) E AS RELAÇÕES COM VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

*Adriana Claudia Câmara da Silva
Renilson Targino Dantas*

A pesca artesanal é conhecida por ser uma importante fonte de renda e emprego para muitos países. De acordo com dados estatísticos publicados pelo Ministério da Pesca e Aquicultura (BRASIL, 2009), os pescadores artesanais são responsáveis por aproximadamente 65% da produção pesqueira nacional, o que representa mais de 500 mil toneladas por ano, explicitando a importância dessa atividade no país.

A pesca artesanal contribui para a economia com aproximadamente 85% do pescado, na região Nordeste do Brasil. Esse tipo de pesca é caracterizado por envolver diversas organizações familiares e comerciais, sendo uma atividade exclusivamente manual do pescador que é transmitida por seus ascendentes, por representantes mais idosos da comunidade ou pelos companheiros de trabalho. Exercendo, assim, um papel importante para a manutenção do sustento e a garantia da segurança alimentar de um grande número de comunidades pesqueiras. Esse tipo de profissão é realizado com pequenas embarcações, com ausência de instrumentos de apoio da navegação, e utiliza praticamente a experiência e a sabedoria adquirida pelos pescadores da comunidade.

No Brasil, assim como em outras partes do mundo, a pesca artesanal passa por diversos problemas relacionados a condições de trabalho, comercialização, disponibilidade de recursos e, sobretudo, manejo das espécies exploradas, de acordo com Dias e Salles (2006). Por isso, ser de grande importância conhecer amiudadamente as realidades socioambientais e econômicas das comunidades pesqueiras e as espécies que são exploradas localmente.

Considerando-se que a atividade pesqueira é desenvolvida em ambiente altamente complexo, e sujeito à diversidade ambiental, é necessário acompanhar-se como as alterações climáticas poderão provocar modificações no conjunto de seres vivos do ecossistema. Nos últimos anos, elas estão sendo um dos principais desafios do planeta. São inúmeras as potenciais implicações de tais alterações no meio ambiente, nos ecossistemas, na gestão de recursos e nas atividades econômicas, refletindo no dia a dia das pessoas.

As alterações climáticas resultantes da poluição, assim como do lançamento de gases atmosféricos, associados a outros fatores, estão provocando uma desordem na dinâmica climatológica, segundo Clavico (2008). As alterações de origem antrópica verificadas na composição da atmosfera continuam num ritmo acelerado, ou seja, não apenas o clima afeta o desenvolvimento, mas este também afeta o clima.

A pesca, é um dos setores que, por sua importância econômica, deve ser protegida das alterações climáticas, as quais interferem na produção. Assim, é imprescindível desenvolverem-se pesquisas no sentido de aumentar a proteção do ambiente, especialmente nos setores econômicos, como a pesca, para que esta não seja comprometida pelas alterações climáticas, os quais influenciam na diminuição ou no aumento de seus modos de produção.

Uma investigação que contribua de modo considerável para alargar os conhecimentos sobre os impactos das alterações climáticas nos modos de produção torna-se cada vez mais necessária e significativa. A pesca de qualquer espécie é biomassa que se extrai da natureza. Espera-se que o produtor não explore inadequadamente os estoques, e que não ultrapasse a capacidade de recuperação populacional das espécies, que garante a continuidade da exploração. E, para que isso aconteça é necessário acompanhar a produção e o esforço de pesca, ajustando-se esse esforço aos limites sustentáveis de extração, além de tentar distribuir as capturas de diversos recursos (CLAVICO, 2008).

A área de abrangência da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT) constitui-se em uma das áreas litorâneas brasileiras das quais pouco se sabe acerca dos sistemas de exploração de recursos marinhos e estuarinos, da importância socioeconômica da pesca artesanal, e das possíveis relações entre a pesca artesanal e as alterações climáticas na RDSEPT.

A pesca artesanal da sardinha-laje tem um papel de destaque na economia na RDSEPT, sendo a principal fonte de subsistência da população local, com uma produção total de 49,17% em relação aos demais pescados (BRASIL, 2011). Nos períodos das safras dessas espécies, mesmo apresentando um baixo valor comercial (R\$ 1,00/kg), o milheiro é vendido aos intermediários no valor de mercado, podendo variar entre R\$ 60,00 a R\$ 200,00. Os intermediários deslocam a produção para a capital Natal e para municípios do estado da Paraíba (LIMA et al., 2010). A pesca da sardinha-laje na RDSEPT é uma atividade artesanal realizada à distância de dez milhas da costa em alto mar, fora dos limites territoriais da RDSEPT, em áreas sobre a plataforma continental, com barcos de madeira, geralmente medindo 08 (oito) metros de comprimento, com motor de um cilindro e 18 Cv de potência, utilizando-se de uma rede de espera com abertura da malha de 25 por 30 mm (nó a nó), cujo comprimento é de 20m e altura de 8m. A tripulação é composta, na sua grande maioria, por três pescadores, e a saída da embarcação é feita no final da tarde para chegar ao local de pesca à noite, podendo durar entre 01 (hum) a 08 (oito) dias (SILVA et al., 2011).

Esta pesquisa leva em consideração uma forma de inserir as variáveis climatológicas na avaliação da pesca artesanal da sardinha-laje, com o objetivo de verificar se há interferência climática na produção do pescado e de buscar maneiras de conscientizar os pescadores locais quanto a essa sazonalidade, para que o potencial pesqueiro da RDSEPT se eleve nos meses mais favoráveis, uma vez que a proposta da Reserva é manter a comunidade com os costumes locais intactos e de forma sustentável. Analisar as correlações existentes entre pesca e clima ajudará no aperfeiçoamento e no rendimento da pescaria.

DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E LOCALIZAÇÃO E ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este estudo foi realizado na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT), Macau/RN, situada entre as coordenadas geográficas 5°2'S e 5°16'W e 36°26'S e 36°32'W, compreendendo seis comunidades pesqueiras: Diogo Lopes, Barreiras e Sertãozinho (Macau-RN) e Mangue Seco I e Mangue Seco II e Lagoa Doce (Guamaré-RN). O período de estudo compreendeu os

anos de 2001 a 2011. A reserva abrange uma área total de 12.940,07 e foi criada em 17 de junho 2003, tendo como objetivo preservar os recursos naturais e a sustentabilidade da população local (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de delimitação da RDSEPT



Fonte: Silva (2013).

O clima na região é do tipo semiárido, quente e úmido e com chuvas no verão e precipitações máximas no outono, com períodos mais chuvosos nos meses de março a abril. A precipitação média anual gira em torno de 515,1mm, a temperatura média do ar é de aproximadamente 27,20C e a umidade relativa média do ar é aproximadamente 68%.

VARIÁVEIS ANALISADAS

Escolheu-se a série temporal de 2001-2011, em virtude de ela haver apresentado dados completos sobre a área de estudo, em termos de informações sobre a precipitação pluviométrica, pressão atmosférica, insolação e velocidade do vento. Os registros dos dados dos elementos do clima e do tempo foram obtidos pelo Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), compreendendo o

período de agosto de 2001 até junho de 2011 e os dados relativos à produção pesqueira da sardinha-laje foram fornecidos pelo Projeto de Estatística Pesqueira (ESTATPESCA) da Divisão Técnica (DITEC) do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IBAMA/RN) no mesmo período.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após a análise dos dados e avaliando-se os tipos de pescado desembarcados ao longo do período em estudo, buscou-se, como critério de seleção, identificar quais espécies seriam mais importantes. Um dos fatores determinantes foi a maior quantidade em toneladas (t) de pescado desembarcado por espécie. Assim, a pesquisa foi delimitada para tratar da espécie mais expressiva de pescado desembarcada na RDSEPT. A espécie foi sardinha-laje, o qual representa, em média, respectivamente, 51,13% do total do pescado desembarcado na região em estudo. Para descrever as possíveis relações que possam existir entre a produção da sardinha-laje e as variáveis climáticas foi proposta o modelo de correlação linear múltipla. O modelo de correlação linear múltipla foi avaliado por análise de variância e o procedimento analítico foi realizado através do programa estatístico Statistical Package Social Sciene, versão 13.0, e para a aceitação do ajuste do modelo foi considerado o nível de significância $\alpha = 5\%$.

ESTUDO DA VARIABILIDADE TEMPORAL DOS RECURSOS PESQUEIROS DESEMBARCADOS

Para o estudo da variabilidade temporal foram utilizados os dados de desembarque do pescado do município de Macau-RN obtidos através do Projeto de Estatística Pesqueira (ESTATPESCA) da Divisão Técnica (DITEC) do IBAMA-RN, do período 2001 a 2011. Os distritos dos quais se utilizaram dados de desembarque foram Diogo Lopes, Barreiras e Sertãozinho. Foi selecionada a espécie mais expressiva de pescado desembarcado na RDSEPT. A partir dos dados quantitativos (capturas anuais de pescado em toneladas), foram feitas as séries temporais pelo método de regressão, através do programa estatístico STATISTICA 7.0 ($\alpha = 5\%$), com o objetivo de analisar a pesca da sardinha-laje em função do tempo, a fim de se detectarem

prováveis variações sazonais da quantidade da captura do pescado desembarcado. O modelo considerado para a série temporal é dada pela seguinte equação:

$$Y_t = \mu + \beta t + \gamma_j + \epsilon_t \quad (1)$$

Y_t = série temporal

μ = componente tendência

γ_j = componente sazonal

ϵ_t = erro aleatório

Sendo:

$$D_{jt} = \begin{cases} 1, & \text{se o período } t \text{ corresponde ao mês } j. \\ & j = 1, 2, \dots, 11 \\ -1, & \text{se o período } t \text{ corresponde ao mês } 12 \\ 0, & \text{em caso contrário} \end{cases}$$

ANÁLISES DESCRITIVA E ESTATÍSTICA DA CORRELAÇÃO ENTRE A PRODUÇÃO DA SARDINHA-LAJE (O. OGLINUM) E AS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS.

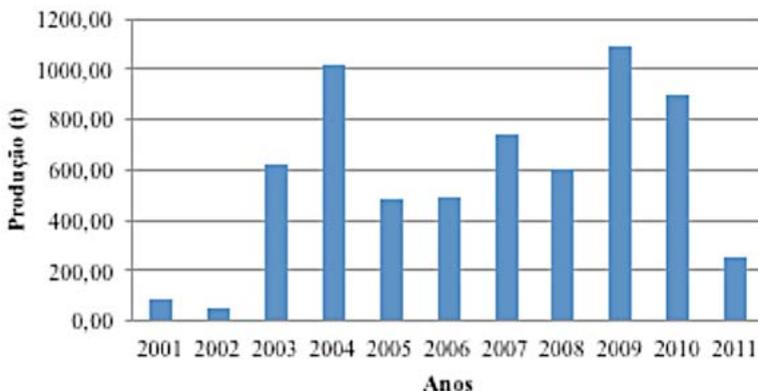
Nesta pesquisa, foram utilizados dados referentes à produção da sardinha-laje de pescado desembarcado(t) e as variáveis climáticas fornecidas pelo BDMP do INMET. Vale ressaltar, a ocorrência de uma lacuna em relação aos dados de produção das principais espécies de pescado desembarcadas no ano de 2001, em virtude da ausência de elementos comprobatórios de registro no primeiro semestre desse ano.

O coeficiente de determinação da sardinha-laje com as variáveis climáticas foi significativo. A sardinha-laje com as variáveis climáticas apresentou coeficiente de determinação alto ($R^2 = 0,95$). A partir dos resultados encontrados, em relação ao regime das chuvas, nesta pesquisa, corroboram com os que dizem Oliveira et al. (2006), em estudo sobre variabilidade temporal da precipitação pluviométrica em municípios localizados em diferentes sub-regiões do estado de Pernambuco. Silva (2010) verificou que essa diferença se deve às diferentes características climatológicas de cada área, pois, no litoral setentrional, a ação dos ventos alísios ocorre com mais intensidade em um curto espaço de tempo durante o ano, quando há um deslocamento dos centros de pressão atmosférica do atlântico, promovendo uma baixa precipitação na região.

SARDINHA-LAJE

Na RDSEPT, os dados da produção mensal e da anual (t) de sardinha-laje apontaram para dois picos acentuados, acima de 1.000 toneladas/ano, nos anos de 2004 e 2009. O acentuado pico de produção foi, possivelmente, devido ao incremento do número de embarcações motorizadas e de veleiros, totalizando 191 embarcações, sendo 46 barcos motorizados e 145 veleiros, em 2004; e 205 embarcações —101 embarcações motorizadas e 104 veleiros — em 2009. Entretanto, em 2002, houve uma queda acentuada, para aproximadamente 54 toneladas/ano (Figura 2).

Figura 2 – Produção média anual de sardinha-laje

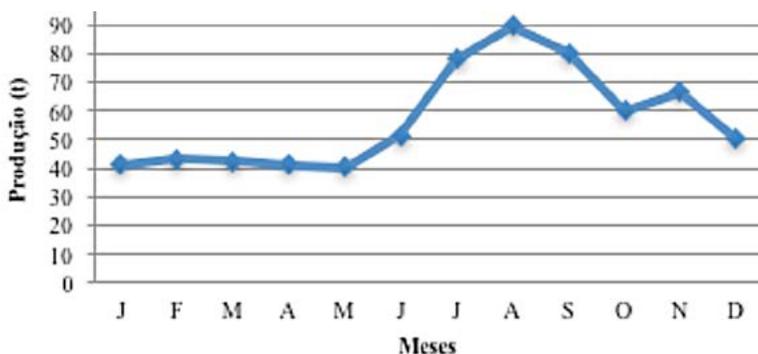


Fonte: Silva (2013).

Os dados da produção mensal e da anual (t) de sardinha-laje na RDSEPT, no período de agosto de 2001 a julho de 2011, apresentaram flutuações sazonais, havendo uma alta produção durante os meses secos (agosto a dezembro) e picos de produção em período chuvoso (março de 2009 e fevereiro de 2010). Constatou-se também que o maior volume de produção mensal ocorreu no segundo semestre em uma série temporal de dez anos, apresentando uma ocorrência estacional (setembro a dezembro), com crescimento do mês de julho até novembro. Os meses de julho, agosto e setembro apresentaram as maiores produções médias: 78,2t, 89,61t e 80,13t, respectivamente (Figura 3).

O resultado da análise da série temporal mostrou que as variações da produção de sardinha-laje foi significativo: p-valor = 0,002463, com o coeficiente de correlação moderado ($r = 0,537$). Houve também uma regularidade, de ano a ano, na produção de sardinha-laje nas constantes sazonais de julho (α_7), agosto (α_8) e setembro (α_9) e uma tendência de crescimento ao longo do tempo, intercepto ($\beta_0=41,2560$) e tempo ($\beta_1= 0,26080$) (Tabela 1).

Figura 3 – Produção média mensal de sardinha-laje



Fonte: Silva (2013).

Tabela 1 – Análise da série temporal da produção de sardinha-laje

Parâmetros	Estimativas	p-valor
β_0	41,2560	0,000000*
β_1	0,26080	0,002463*
α_1	-15,7670	0,103937
α_2	-13,8958	0,151270
α_3	-14,9966	0,121766
α_4	-16,5735	0,087684
α_5	-17,5303	0,071157
α_6	- 6,7351	0,485432
α_7	19,7391	0,042726*
α_8	34,0121	0,000606*
α_9	24,2723	0,013114*
α_{10}	3,8004	0,693536
α_{11}	10,2226	0,290141

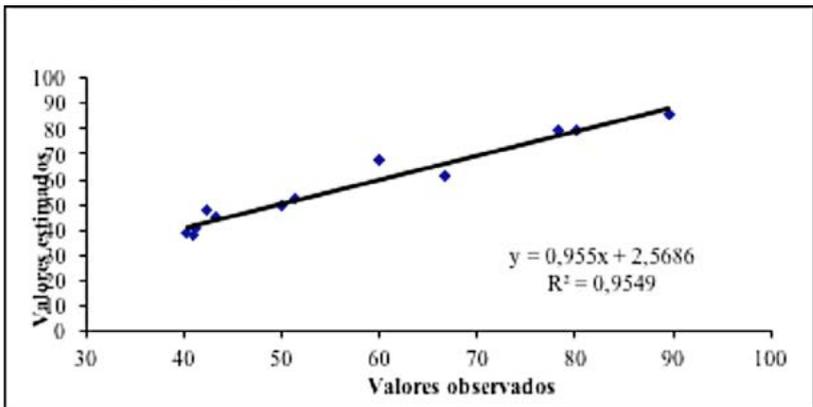
*São marcados com asterisco os períodos da série que apresentam diferenças com p-valor < 0,05.

Fonte: Silva (2013).

Analisando-se o comportamento da produção da sardinha-laje em relação à precipitação pluviométrica, ao longo do tempo, constatou-se que, após o período chuvoso, ocorreu um aumento da produção dessa espécie. Foi também possível verificar que, na ausência de chuva, a produção foi maior do que no período chuvoso.

Quanto ao resultado da análise de regressão linear múltipla, a sardinha-laje apresentou um modelo de regressão com as variáveis climáticas. O coeficiente de determinação foi alto ($R^2 = 0,95$) (Figura 4).

Figura 4 - Análise de regressão linear múltipla da sardinha-laje com as variáveis climáticas.



Fonte: Silva (2013)

Os resultados sobre a principal espécie de pescado desembarcado associada com as variáveis climatológicas apresentados neste estudo foram consistentes, de certo modo, com os obtidos por Silva (2010), em trabalho sobre a pesca de pequena escala nos litorais setentrional e oriental do Rio Grande do Norte. Esse autor verificou que as pescarias destinadas à captura de sardinha-laje, no litoral setentrional, apresentaram estacionalidade, sendo o período seco (agosto a dezembro), com os menores índices de precipitação pluviométrica, o de maior produção dessa espécie, como também, é a época de sua reprodução. Esse fato foi comprovado nesta pesquisa,

na qual se observou que a produção da sardinha-laje, ao longo de uma série temporal, apresentou as maiores concentrações nos meses de julho a setembro, havendo uma tendência de crescimento ao longo do tempo. Além disso, Silva et al. (2011) afirmaram, em estudo sobre a estrutura populacional e a época da reprodução da sardinha-laje no litoral norte do Rio Grande do Norte, que a pesca é realizada na estação seca (agosto a dezembro), uma vez que, na estação chuvosa, ocorrem os maiores índices de precipitação pluviométrica e, em consequência, a água torna-se turva e as sardinhas se afastam da costa, procurando águas mais claras. A presente pesquisa corrobora essas constatações anteriores.

Por outro lado, os resultados obtidos por Vieira et al. (2010), ao analisarem a produção de sardinha-laje no Nordeste do Brasil, constataram que os meses de maior produção foram dezembro a março, divergindo com os resultados apresentados nessa pesquisa. González et al. (2007) pesquisando sobre a sardinha, *Sardinella aurita*, associada com a variabilidade ambiental do ecossistema de ressurgência costeira de Nova Esparta, Venezuela, concluíram que a captura de sardinha em áreas costeiras está associada à intensidade do vento e à temperatura do ar, coincidindo com os resultados apresentados nesta pesquisa, no qual foi alta a correlação com as variáveis climáticas. Ainda González et al. (2007) verificaram que não somente a disponibilidade e/ou a acessibilidade para a captura estão sujeitas à variabilidade natural, mas a introdução de uma nova arte de pesca, como a sardinha cerco ou arte anel, e a interferência de redes de emalhar de deriva fecham o caminho para a pesca da sardinha, podendo resultar no comprometimento futuro da estabilidade de pesca e no desequilíbrio trófico do ecossistema costeiro.

Cergole et al. (2005), por sua vez, analisando as principais pescarias comerciais da região Sudeste-Sul do Brasil, observaram que, entre os meses de abril e outubro, a sardinha-laje se mantém em estado de repouso reprodutivo, havendo maior produção dessa espécie nos meses de menor precipitação pluviométrica, o que confirma pelos resultados encontrados neste estudo. A mesma abordagem científica foi compartilhada por Pio e Schwingel (2012), em estudo sobre a sincronia do período reprodutivo da sardinha-laje e da sardinha-verdadeira (*S. brasiliensis*), no qual fizeram um acompanhamento reprodutivo das espécies ao longo dos anos, verificando que havia uma consonância entre as atividades reprodutivas, que ocorrem

principalmente nos meses dos períodos de primavera e verão, que são os meses de menores índices pluviométricos. Na RDSEPT, também houve aumento da produção de sardinha-laje nesse período.

Além disso, em seu estudo biológico-pesqueiro sobre a sardinha-laje em Pernambuco, Lino (2003) afirmou que, nos meses de fevereiro a abril, é comum uma diminuição da produção, pois nesse período a sardinha-laje se afasta para a desova, devido ao fato de a água estar mais fria no período chuvoso. Isso também foi percebido nesta pesquisa, na análise das médias mensais de produção da sardinha-laje e da precipitação pluviométrica, quando se verificou uma diminuição da produção entre os meses de fevereiro e maio. Já Feltrim e Schwingel (2005) estudaram a dinâmica populacional da sardinha-laje na região Sudeste-Sul e verificaram que o aumento de produção foram os meses de novembro a fevereiro, período de maior atividade reprodutiva, divergindo dos resultados encontrados nesta pesquisa, que apontaram como a época de maior produção de sardinha-laje os meses de julho a setembro.

Occhialini e Schwingel (2003), em trabalho sobre a composição e a variação espaço temporal da captura da frota de traineiras entre 1997 e 1999 no porto de Itajaí, Santa Catarina, constataram que, nos meses de novembro e dezembro, ocorreu um aumento na participação da sardinha-verdadeira nas capturas, provavelmente devido seu agrupamento junto à costa para posterior desova, ocasionando um aumento da vulnerabilidade desse recurso pesqueiro nesse período, o que coincide com os resultados da presente pesquisa. Cergole et al. (2005), em trabalho no qual se analisam as principais pescarias comerciais da região Sudeste-Sul do Brasil, verificaram que a sardinha-laje apresenta um período reprodutivo bastante semelhante ao da sardinha-verdadeira, com um aumento na atividade reprodutiva no final da primavera e início do verão. Desse modo, espera-se que se crie um período de defeso reprodutivo dirigido à sardinha-laje na RDSEPT, evitando a captura desta espécie durante sua reprodução.

Portanto, de um modo geral, os meses com os menores índices de precipitação pluviométrica foram os que apresentaram as maiores produções, coincidindo com a época reprodutiva da sardinha-laje. Resultados semelhantes apresentaram os trabalhos de Félix et al. (2006) e Araújo et al. (2008), que encontraram maior diversidade e abundância nos meses mais quentes, que são a época reprodutiva de um grande número de espécies de peixes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se, com este estudo que, a partir de uma série histórica de 10 (dez) anos, a produção da sardinha-laje foi, em certa medida, influenciada pelas variáveis climáticas onde apresentou coeficiente de determinação alto. Já a variabilidade da sardinha-laje em função do tempo apresentou regularidade, de ano a ano, nos meses de julho a setembro, período em que se constataram os menores índices pluviométricos, dando a essa atividade uma característica sazonal.

Enfim, considera-se que esse resultado foi importante por proporcionar o conhecimento da dinâmica da exploração da pesca da sardinha-laje da RDSEPT. Diante dessa constatação, faz-se necessário desenvolver pesquisas com outras variáveis ambientais, as quais possam influenciar ou não na diminuição ou no aumento de produção de sardinha-laje na região, assim como, a partir desses estudos, haja uma tomada de decisão da gestão dos recursos pesqueiros da sardinha-laje no município de Macau/RN.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C.C.V. et al. Composição e estrutura da comunidade de peixes de uma praia arenosa da Ilha do Frade, Vitória, Espírito Santo. *Iheringia. Sér. zool.*, v. 98, n. 1, p. 129-135. 2008.

BRASIL. Lei Ordinária Nº 11.959, de 29 de junho de 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/>. Acesso em: 08 nov. 2011.

BRASIL. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. Diagnóstico do mercado de trabalho no Rio Grande do Norte. Disponível em: <www.dieese.org.br/projetos/FBB/diagnosticoFinal.pdf>. Acesso em: 15 maio 2011.

CERGOLE, M. C. et al. Análise das principais pescarias comerciais da região Sudeste-Sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração. São Paulo: Instituto Oceanográfico/Série documentos REVIZEE/Score Sul, 2005, 176 p.

CLAVICO, L. S. Estudo das relações da variabilidade climatológica relacionada à variabilidade social da safra de pescados de água doce desembarcado na cidade de Pelotas, RS. 2008. 105 f. Dissertação

(Mestre em Ciências) – Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, 2008.

DIAS, T. L. P.; SALLES, R. Diagnóstico da pesca artesanal e proposta de plano de ordenamento da pesca na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Macau-Guamaré/RN): relatório técnico do IDEMA, 2006. 106 p.

FELTRIM, M. C.; SCHWINGEL, P. R. *Opisthonema oglinum* (Leseur, 1818). In: CERGOLE, M. C.; ÁVILA-DA-SILVA; A. O.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. (Eds.) Análise das principais pescarias comerciais da região Sudeste-Sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração. São Paulo: Instituto Oceanográfico da USP, 2005. 176 p.

FÉLIX, F. C. et al. Abundância sazonal e a composição da assembleia de peixes em duas praias estuarinas da Baía de Paranaguá, Paraná. *Rev. Bras. Zool.*, v. 8, n. 1, p. 35-47. 2006.

GONZÁLEZ, L. W. et al. La pesca de sardina, *Sardinella aurita* (Teleostei: Clupeidae) asociada con la variabilidad ambiental del ecosistema de surgencia costera de Nueva Esparta, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* v. 55, n. 1, p. 279-286. 2007.

LIMA, T. A. S. et al. Caracterização e estrutura da cadeia produtiva da Sardinha no distrito de Diogo Lopes, Macau-RN. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 10. Anais... Recife, 2010. CD-ROM.

LINO, M. A. S. Estudo biológico-pesqueiro da manjuba, *Opisthonema oglinum* (Leseur, 1818) da região de Itapissuma, Pernambuco. 2003. 34 f. Dissertação (Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2003.

OCCHIALINI, D.S.; P.R. SCHWINGEL. Composição e variação espaço-temporal da captura da frota de traineiras entre 1997 e 1999 no porto de Itajaí, SC. *Notas Téc. Facimar.* v. 7, p. 11-22, 2003.

OLIVEIRA et al. Variabilidade temporal da precipitação em municípios localizados em diferentes sub-regiões do estado de Pernambuco. *Revista on-line Caminhos de Geografia.* Uberlândia, v. 6, n. 19, 2006, p. 175-184.

PIO, V. M.; SCHWINGEL, P. R. Sincronia do período reprodutivo de sardinha-laje (*Ophistonema oglinum*) e sardinha-verdadeira

(*Sardinella brasiliensis*): base para modelo de defeso. In: SIMPOSIO IBEROAMERICANO DE ECOLOGÍA REPRODUCTIVA, RECLUTAMIENTO Y PESQUERÍAS, 2, 2012, Mar del plata. Anais... Argentina, 2012. p. 84.

SILVA, M. J. S. et al. Estrutura populacional e época da reprodução da sardinha-laje, *Opisthonema oglinum*, no litoral norte do rio grande do norte: dados para o manejo pesqueiro. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE, 8., 2011, Natal. Anais... Natal, 2011. p. 530-536.

SILVA, A. C. C. Influência de variáveis climáticas na pesca artesanal de Macau – RN. 143f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais)– Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba. 2013.

SILVA, A. C. A pesca de pequena escala nos litorais setentrional e oriental do Rio Grande do Norte. 2010. 201 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Pesca) –Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

VIEIRA, A. C. et al. Produção de sardinha-laje (*Opisthonema oglinum*) no nordeste do Brasil. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX, 10., 2010. Recife. Anais... Recife, 2010.

CARACTERIZAÇÃO E PONTOS CRÍTICOS DOS AGROECOSSISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ABACAXI EM TOUROS (RN)

*Gerda Lúcia Pinheiro Camelo¹
Gesinaldo Ataíde Cândido²*

A região do Mato Grande no estado do Rio Grande do Norte abrange uma área de 5.986,20 Km² e é constituída por 16 municípios: Bento Fernandes, Caiçara do Norte, Ceará-Mirim, Jandaíra, João Câmara, Maxaranguape, Pedra Grande, Poço Branco, Pureza, Rio do Fogo, São Bento do Norte, São Miguel do Gostoso, Taipu, Touros, Parazinho e Jardim de Angicos, conforme mapa 1 (BRASIL,2010).

Atualmente, a população residente desse recorte espacial é superior a 200 mil habitantes, dos quais 52% vivem na área rural. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do território é de 0,61 e 80% dele apresenta baixo dinamismo econômico (BRASIL, 2011).

Estando, historicamente, ligada à atividade econômica da pecuária e do cultivo do algodão, seguida pela exploração do sisal e da agricultura de sequeiro em alguns dos municípios, a região, que está inserida, predominantemente, no contexto semiárido norte-riograndense, pela decadência dessas atividades hoje se apresenta com novas perspectivas econômicas, entre elas a fruticultura.

1 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.

2 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.

As organizações mais voltadas para o segmento econômico em conjunto com o poder público, têm incentivado três principais atividades no território: a mandiocultura, a apicultura e a fruticultura em consonância com as culturas tradicionais – milho e feijão (BRASIL, 2010). Em relação à fruticultura, o abacaxi merece destaque e segundo dados do IBGE (2011), o Estado do Rio Grande do Norte é o terceiro produtor brasileiro de abacaxi, com uma produção de 107 milhões de frutos colhidos em uma área total de 4.000 ha. Na região do Mato Grande, os municípios de Touros, Pureza e São Miguel do Gostoso são responsáveis por 95% da produção do Estado. Destaca-se nessa região, o Município de Touros, com uma produção de 85 milhões de frutos, em uma área plantada de 3.000 ha.

Diante de poucos estudos científicos sobre esse tipo de sistema agrícola e sua sustentabilidade foi que se impulsionou essa investigação de doutoramento sobre os níveis sustentáveis do cultivo do abacaxi. Para tanto, seguiu a aplicação de todas as etapas do Marco para a Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS). Trata-se de uma ferramenta metodológica de suma importância para a avaliação de sustentabilidade de sistemas de manejo de recursos naturais diversos, em âmbito local, sendo bastante apropriada ao contexto da realidade social da agricultura familiar. Uma de suas finalidades é permitir uma reflexão crítica sobre as possibilidades e limitações de melhoria dos sistemas de manejo através de processos de análise e retroalimentação, como assinalam Maserá, Astier e López-Ridaura (2000).

A identificação de pontos críticos (ou potencialidades e limitações) da produção de abacaxi, apesar de constituir a segunda etapa do método MESMIS³, tem início desde a determinação e caracterização dos agroecossistemas, pois neste momento, além de indicar a situação geográfica atual, as famílias inquiridas expõem também

3 Esse método visa operacionalizar os princípios gerais de sustentabilidade em definições práticas e foi adotado como parte da Rede de Gestão de Recursos Naturais, e proposto pela Fundação Rockefeller. É produto de um projeto iniciado em 1995 por uma equipe multi-institucional no México, com o objetivo de desenvolver os instrumentos para avaliar a sustentabilidade de sistemas de recursos naturais, conduzido pelo GIRA, o Grupo Interdisciplinar de Tecnologia Rural Apropriada, uma ONG local, baseada no México Ocidental, no estado de Michoacán (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 2000)

seus sonhos, satisfações e expectativas frente ao tema em estudo. É a partir dessa etapa que as famílias procuram deixar bem claro os seus pontos de vista sobre o assunto, apontando se na sua percepção aquele é um ponto forte ou fraco do sistema agrícola de produção e de sobrevivência familiar. Além disso, os pesquisadores deste estudo também passam a perceber os pontos críticos na medida em que vai conhecendo e criando laços de proximidade com o sistema agrícola em estudo.

Em vista do exposto, e dos fundamentos teóricos propostos pelo MESMIS, o trabalho em questão tem a finalidade precípua de caracterizar a realidade socioeconômica e ambiental e de determinar os pontos críticos dos agroecossistemas de produção de abacaxi do município de Touros (RN).

AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES DO CULTIVO DE ABACAXI

Inicialmente, foram estabelecidos critérios, apresentados no quadro 1, para a determinação da localização dos agroecossistemas a serem estudados, do tipo de cultivo, do sistema de cultivo, da condição socioeconômica dos agricultores, das similaridades previamente identificadas nos aspectos ambientais, sociais e econômicos. A interação entre o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) – Campus João Câmara – e a Cooperativa dos Agricultores de Cana Brava - COOPCAN viabilizou o estabelecimento da rede de contatos com os cooperativados, cuja receptividade e presteza para participar da pesquisa devem ser ressaltadas.

Quadro 1 – Critérios estabelecidos para seleção dos agroecossistemas

Critérios	Descrição
Região do Mato Grande	Inserida no projeto Rede de Pesquisa de Sustentabilidade em Agroecossistemas
Condição socioeconômica da região	Menor índice de desenvolvimento sustentável do Rio Grande do Norte
Cultivo do abacaxi	A inserção do cultivo do abacaxi na região impulsionou a atividade e o crescimento econômico local
Sistema de cultivo	Os agroecossistemas de agricultura de base familiar são predominantes na região
Aspectos ambientais, sociais e econômicos dos agroecossistemas	Similaridades em relação a relevo, solo, recursos hídricos, vegetação, clima, assim como nos aspectos econômico e social
Aspectos favoráveis à pesquisa	Receptividade dos agricultores e proximidade entre os agroecossistemas, facilitando a comparação dos sistemas agrícolas e garantindo maior consistência às informações.

Fonte: Camelo (2013).

Os agroecossistemas objeto deste estudo têm por representantes desde arrendatários, posseiros, proprietários até ocupantes da terra, todos integrantes da COOPCAN, localizada no município de Pureza, destacado no mapa 01. Dentre os 25 cooperados, 16 concordaram em participar da pesquisa. Destes, seis cultivam abacaxi utilizando técnicas de irrigação e dez cultivam sob a condição de sequeiro. Vale ressaltar que os agroecossistemas participantes da pesquisa

estão inseridos no município de Touros, do mapa 01 localizados sob as coordenadas 21°40´84", a oeste de latitude e 94°12´47" a norte de longitude. O clima predominante na área é tropical chuvoso com verão seco, com temperaturas médias máxima de 32,0° C e mínima de 21,0° C, apresentando duas estações bem definidas – verão e inverno – e precipitação média anual de 800 mm.

Considerando-se ser a localização estudada de divisa entre os municípios de Touros e Pureza, algumas especificidades caracterizam os agroecossistemas. No ponto 02, mapa 1, inserido no município de Pureza, situa-se a comunidade Cana Brava, com cerca de 2.600 habitantes e a uma distância de 130 km de Natal. Nessa comunidade, está localizada a sede da COOPCAN e os domicílios dos agricultores participantes da pesquisa. Nos pontos destacados no mapa 01, localizado no município de Touros, estão os agroecossistemas familiares de cultivo de abacaxi. Os agroecossistemas familiares contribuem para a geração de trabalho e renda dos moradores da comunidade Cana Brava, no entanto a produção e a comercialização do abacaxi integram a pauta de produção do município de Touros.

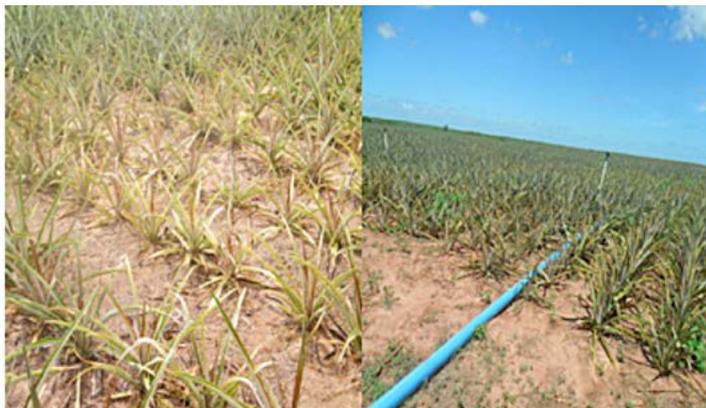
Nos agroecossistemas objeto da pesquisa, a cultura do abacaxi é predominante, porém existem cultivos isolados de mandioca, macaxeira, feijão de corda, milho e melancia, para atender a demanda de subsistência. Alguns agricultores que utilizam técnicas de irrigação vêm adotando cultivos consorciados de macaxeira e abacaxi e de feijão e abacaxi. A pecuária é praticamente inexistente na localidade, porém a criação de galinha caipira, suínos e ovinos, em pequena quantidade, contribui para a alimentação das famílias agricultoras.

Os agroecossistemas apresentam uma topografia plana ondulada, com um solo areno argiloso, de boa profundidade. Na vegetação, há escassez de mata ciliar, as nascentes apresentam-se desprotegidas, o desmatamento é feito sem um plano de preservação e sem conservação e reparo dos danos causados. Em relação à fauna, encontram-se animais silvestres. Na região, estão as nascentes do rio Cana Brava, que deságua no rio Maceió e depois na lagoa do Boqueirão. Apesar do baixo nível tecnológico, há plantios com espaçamento definido. Em relação à infraestrutura, existem implementos agrícolas em desuso, necessitando de modernização.

Apesar da ocorrência de períodos relativamente longos de deficiência hídrica ao longo do ciclo do abacaxizeiro, a lavoura de sequeiro acontece, com a escassez de água nas propriedades. Na

perspectiva de incrementar o processo produtivo com o uso da água, alguns agricultores investem na perfuração de poços tubulares em suas propriedades e na implantação de sistemas de irrigação (figura 1). Segundo os agricultores, isso lhes proporciona retorno financeiro garantido em curto prazo.

Figura 1 – Plantio de abacaxi: (A) Agroecossistema sob condição de sequeiro e (B) Agroecossistema irrigado



Fonte: a autora (2011)

O abacaxi produzido na região é originário da agricultura familiar, que comercializa seus produtos, principalmente, para atravessadores, os quais os compram, diretamente, na propriedade. Os agricultores familiares, na região, possuem agroecossistemas com área média variando de 10 ha. a 40 ha., conforme é apresentado, a seguir, na tabela 01., na qual foram estabelecidos os números de 01 a 06 para os agroecossistemas irrigados e os números de 07 a 16 para os agroecossistemas sob condição de sequeiro. O cultivo do abacaxi destaca-se na maioria das propriedades integrantes do estudo.

Durante as visitas de campo e a reunião com os produtores e os técnicos, constatou-se, na região, a predominância de pequenos produtores, todos de base familiar, com áreas cultivadas de 1 ha. a 20 ha., conforme dados expostos na tabela 01, a seguir. O cultivo do abacaxi sob a forma de agricultura convencional é destaque no município, onde o plantio utiliza insumos químicos, adubos químicos e fertilizantes – estes últimos, de acordo com os relatos

dos agricultores, em menor incidência –, no entanto é raro o uso de mecanização moderna.

Segundo Batalha e Souza Filho (2009), no Brasil, os agricultores familiares são pequenos agricultores, representando o tamanho das propriedades uma das maiores limitações para o crescimento sustentável da agricultura familiar. Um número significativo de estabelecimentos familiares são minifúndios que não oferecem condições apropriadas para a sobrevivência da família. Mais da metade dos agricultores desses estabelecimentos ainda utiliza a tração humana, isto é, o braço e a enxada como principal força mecânica e instrumento de trabalho.

Os instrumentos econômicos públicos e as oportunidades de mercado se têm voltado para a agricultura familiar. Os potenciais de elevação da produtividade da terra e do trabalho desse tipo de agricultura se evidenciam mais rapidamente e, de acordo com dados do Censo Agropecuário 2006, a importância da agricultura familiar revela-se na participação na economia: 4.367.902 estabelecimentos agrícolas (84,4% do total), ocupando 24,3% da área dos estabelecimentos agrícolas. O valor bruto da produção (VBP) da agricultura familiar soma 54 bilhões de reais, o que corresponde a 38% do total. Um dado signficante é que a mão de obra ocupada na agricultura familiar totaliza 12,3 milhões de pessoas (74,4%), enquanto os estabelecimentos não familiares empregam 4,2 milhões, ou seja, 25,6% do pessoal ocupado (IBGE, 2006).

Tabela 01 – Agroecossistema da família com sua respectiva técnica de cultivo – área total, área de cultivo do abacaxi e área de preservação dos agroecossistemas.

Agroecossistema da família com a respectiva técnica de cultivo	Área total (ha.)	Área cultivo - Abacaxi (ha.)	Preservação da mata nativa 20% da área total * (ha.)
01 - irrigado	25	18	05
02 - irrigado	40	25	08
03 - irrigado	26	10	05
04 - irrigado	40	05	08
05 - irrigado	15	10	03
06 - irrigado	25	13	05
07 - sequeiro	35	06	07
08 - sequeiro	25	06	05
09 - sequeiro	37	10	07

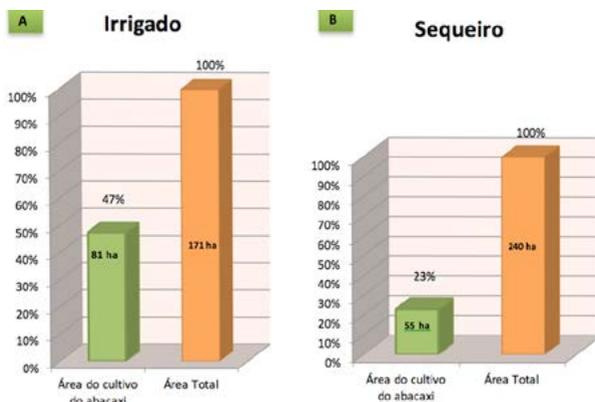
10 - sequeiro	25	07	05
11 - sequeiro	10	03	02
12 - sequeiro	46	10	09
13 - sequeiro	25	03	05
14 - sequeiro	15	03	03
15 - sequeiro	10	04	02
16 - sequeiro	12	03	02

* Percentual de área a ser preservada de acordo com a Lei Nº. 12.651, de 25 de maio de 2012.

Fonte: a autora (2011 - 2012)

Ainda em relação aos dados da tabela 01, a área total dos agroecossistemas integrantes da pesquisa é de 411 ha. Seis desses agroecossistemas detêm uma área total de 171 ha, realizando-se o cultivo do abacaxi, sob técnicas de irrigação, em 81 ha. com 47% da área, conforme apresentado no gráfico 01. Em relação aos agroecossistemas que realizam o cultivo sob a condição de sequeiro, o total da área é de 240 ha, com plantio de abacaxi em 55 ha. (23%) da área. Destaca-se que 136 ha. (33% da área total dos agroecossistemas participantes) são utilizados no cultivo do abacaxi.

Gráfico 01 – Áreas dos agroecossistemas: (A) irrigado e (B) sequeiro



Fonte: Camelo (2013)

Segundo Buainain et al., (2009) o tamanho médio dos estabelecimentos dos agricultores familiares nordestinos é de 17 ha. Os autores destacam que o tamanho do estabelecimento, por si só, não é suficiente para revelar a viabilidade ou potencialidade da exploração sustentável das unidades familiares, que depende de outros fatores entre eles: fertilidade do solo, localização, sistema de produção adotado, tecnologias empregadas, acesso aos mercados. No entanto, segundo esses autores, o tamanho dos agroecossistemas é uma das fortes restrições ao crescimento sustentável da agricultura familiar.

A composição das famílias agricultoras (tabela 02) tem uma média de 3,5 integrantes, com predominância do trabalho masculino na atividade agrícola. Das 22 mulheres integrantes das famílias agricultoras, 10 trabalhavam nas atividades agrícolas.

Tabela 02 - Composição da mão de obra familiar nos agroecossistemas

<i>Agroecossistema da família</i>	<i>Nº. integrantes da família</i>	<i>Homem</i>	<i>Mulher</i>
01 - irrigado	04	01	01
02 - irrigado	02	01	01
03 - irrigado	03	02	01
04 - irrigado	04	01	01
05 - irrigado	04	01	01
06 - irrigado	06	03	03
07 - sequeiro	06	02	04
08 - sequeiro	04	01	01
09 - sequeiro	03	01	01
10 - sequeiro	04	01	01
11 - sequeiro	01	01	00
12 - sequeiro	06	03	03
13 - sequeiro	05	03	02
14 - sequeiro	04	01	01
15 - sequeiro	02	01	01
16 - sequeiro	01	01	00

Fonte: a autora (2013)

Os produtores não possuem trator, mas, eventualmente, utilizam locação, contratada por hora, para o preparo do solo. Na maioria das vezes, o cultivo e o preparo são realizados fazendo-se aração e gradagem do solo e incorporando-se calcário, geralmente sem a realização de análise de solo.

Embora ainda sejam necessárias análises que relacionem a forma de acesso à terra (proprietário, parceiro, ocupante ou arrendatário) ao nível de renda e de vida, algumas tendências podem ser antecipadas. O Nordeste, por exemplo, onde se concentra a maior parte dos agricultores familiares pobres do Brasil, apresenta também o menor percentual dos agricultores proprietários por estabelecimentos familiares em relação as demais regiões, conforme tabela 03.

Tabela 03 – Agricultores familiares – percentual dos estabelecimentos e área segundo a forma de acesso à terra

Região	Proprietário		Arrendatário		Parceiro		Ocupante	
	% Estab.	% Área	% Estab.	% Área	% Estab.	% Área	% Estab.	% Área
<i>Nordeste</i>	65,4	91,8	6,9	1,0	8,4	1,6	19,3	5,6
<i>Centro-Oeste</i>	89,8	93,6	3,4	2,7	1,3	0,4	5,6	3,2
<i>Norte</i>	84,6	94,2	0,7	0,3	1,4	0,4	13,2	5,1
<i>Sudeste</i>	85,7	92,2	4,1	3,8	5,2	1,5	5,0	2,5
<i>Sul</i>	80,8	87,8	6,4	5,4	6,0	3,2	6,7	3,7
<i>Brasil</i>	74,6	91,9	5,7	2,3	6,4	1,5	13,3	4,3

Fonte: Censo agropecuário 2006 (IBGE)

Na área dos agroecossistemas participantes da pesquisa, predominam as formas de acesso à terra como proprietário e como posseiro (ocupante da terra), com um percentual de 56%; como arrendatários e como parceiros, somam 44%, conforme quadro 02.

Quadro 02 – Formas de acesso à terra

Agroecossistema da família	Formas de acesso a terra
01 - irrigado	Proprietário
02 - irrigado	Proprietário
03 - irrigado	Proprietário
04 - irrigado	Proprietário
05 - irrigado	Proprietário
06 - irrigado	Parceiro
07 - sequeiro	Posseiro
08 - sequeiro	Posseiro
09 - sequeiro	Proprietário
10 - sequeiro	Arrendatário
11 - sequeiro	Arrendatário
12 - sequeiro	Proprietário
13 - sequeiro	Parceiro
14 - sequeiro	Parceiro
15 - sequeiro	Parceiro
16 - sequeiro	Parceiro

Fonte: a autora (2013)

Após a caracterização dos agroecossistemas em uso pelos agricultores, foram realizadas visitas técnicas a esses agroecossistemas e entrevistas, objetivando o levantamento dos principais pontos críticos do cultivo do abacaxi.

PONTOS CRÍTICOS (POTENCIALIDADES VERSUS LIMITAÇÕES) DOS AGROECOSSISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ABACAXI

Este artigo aborda resultados da execução das primeiras etapas do MESMIS em agroecossistemas familiares do município de Touros (RN). Esta etapa é de importância vital para o restante do processo, pois os agroecossistemas avaliados devem ser entendidos de maneira integral, possibilitando assim a identificação dos pontos críticos dos sistemas, ou seja, enfatizando os aspectos limitantes e as possibilidades para a sustentabilidade destes.

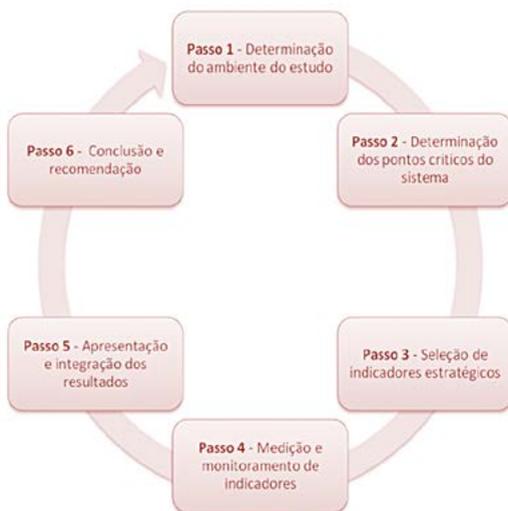
Além disso, a determinação dos pontos críticos teve início a partir dos levantamentos bibliográficos, principalmente daqueles trabalhos atrelados a agricultura familiar e que utilizaram a metodologia MESMIS. Após a listagem, passou-se a classificar os pontos críticos que poderiam ameaçar a sustentabilidade do sistema de produção de abacaxi ou delinear características, associando com os atributos

de sustentabilidade propostos pelo MESMIS. A definição final recaiu sobre vinte pontos críticos, levando em consideração aspectos como representatividade local, importância ressaltada nas referências levantadas, disponibilidade de dados e condições de mensuração.

Os aspectos destacados a seguir estão apresentados em conformidade com as dimensões ambiental, econômica e social. Eles foram selecionados a partir das discussões com os agricultores, seguindo os passos 01 e 02 do ciclo de avaliação proposto pelo MESMIS (figura 02), nomeados pelos autores de pontos críticos, que podem ser definidos como sendo potencialidades e limitações dos agroecossistemas.

O cumprimento dessa etapa foi realizado, a partir da proposição de Masera, Astier e López-Riadura (2000), por meio da coordenação dos pesquisadores e da integração entre os participantes, a fim de melhor definirem-se as prioridades relativas à importância dos diferentes aspectos. Optou-se pela abordagem do aporte teórico nas considerações pertinentes e por apresentar o relato da observação direta dos pesquisadores nas situações de incoerência, divergência, ambiguidade ou similaridades identificadas e de desafios ainda por serem contornados.

Figura 02 – Ciclo avaliativo proposto para o estudo realizado nos agroecossistemas de cultivo do abacaxi.



Fonte: Elaborado a partir de Masera, Astier e López-Riadura (1999)

DIMENSÃO AMBIENTAL

Os pontos críticos apresentados com maior frequência pelos participantes da pesquisa foram: desconhecimento científico sobre a conservação do solo; ausência de análises química e de condição de fertilidade do solo e de análises físicas do solo; falta de orientação técnica em relação a tipo de adubação; condições de acesso à água; receio de contaminação de água e de solo na região, devido ao uso excessivo de agrotóxicos; e ausência de preservação e recuperação da paisagem natural.

À medida que os agricultores expressavam com eficácia e confiabilidade sua visão, percebia-se uniformidade entre o que era dito por eles e a visão de Caporal e Costabeber (2002) quando afirmaram que a manutenção e a recuperação da base de recursos naturais constituiu um aspecto central para se atingir a sustentabilidade e exigem a preservação e/ou melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo, mas também a manutenção e/ou melhoria dos recursos hídricos e da biodiversidade, assim como dos recursos naturais em geral. Convém salientar que os agroecossistemas adotam um modelo de agricultura convencional, porém as falas dos agricultores revelaram a necessidade de apoio institucional e técnico para orientá-los de acordo com um modelo agroecológico, o que demonstra que, apesar de leigos, eles são sensíveis às questões ambientais.

No tocante à dimensão ambiental, o desconhecimento científico em torno da conservação do solo, a ausência de análises química e de fertilidade e física do solo, a falta de orientação técnica em relação ao tipo de adubação e as condições de acesso à água refletem a necessidade de apoio. Aspectos como: receio de contaminação de água e solo na região devido ao uso excessivo de agrotóxicos e ausência de preservação e recuperação da paisagem natural demonstraram uma visão sobre os atributos da sustentabilidade.

DIMENSÃO ECONÔMICA

Entre os agroecossistemas, nota-se a adoção de práticas baseadas nas técnicas da agricultura convencional, objetivando o aumento da produção. Nos últimos anos, o cultivo do abacaxi vem se destacando na região, predominando o monocultivo nos agroecossistemas de

base familiar. Entre os agricultores familiares, a dimensão econômica exerce uma importante influência, se não a de maior destaque, na opção pelo cultivo do abacaxi e na decisão de realizar novos investimentos com vistas ao incremento do cultivo.

Os avanços do cultivo se devem ao crescimento da competição nos mercados. Inicialmente, todos os agroecossistemas cultivavam o abacaxi sob a condição de sequeiro, no entanto alguns vêm empregando técnicas de irrigação, com a perspectiva de aumento da produtividade, garantia da qualidade dos frutos, valorização do preço final do produto, considerando-se a capacidade de oferta nos períodos de entressafra. A irrigação adotada pelos agricultores oportuniza o deslocamento das colheitas para o período das entressafras, com melhores preços para o produto. No caso dos agroecossistemas de base familiar participantes da pesquisa, 38% optaram por técnicas de irrigação e 62% permanecem na condição de sequeiro.

Os aspectos econômicos são determinantes nas decisões dos agricultores familiares sobre se continuarão investindo na atividade predominante, se adotarão novas tecnologias, se ampliarão a produtividade do trabalho e a capacidade de gerar emprego e riqueza e se buscarão eficiência na administração dos recursos.

Para definir os indicadores de sustentabilidade da dimensão econômica com aproximação e coerência, é necessário identificarem-se os pontos críticos que afetam os agroecossistemas familiares. A partir do relato dos que fazem, efetivamente, o desenvolvimento da economia na região, as famílias agricultoras e os praticantes da agricultura familiar ficam claro que os recursos financeiros e as formas de acesso à terra são determinantes da dimensão econômica. Para eles, na propriedade, com recursos financeiros é possível construir os mecanismos da produção e identificar, na prática, o que realmente é aplicável ao ambiente, utilizando-se métodos e conhecimentos adquiridos com o tempo, informalmente.

DIMENSÃO SOCIAL

Na dimensão social, as potencialidades e as limitações foram sistematizadas após a identificação dos aspectos sociais mais valorizados pelos integrantes da pesquisa: qualidade de vida e participação e gestão. No contexto onde residem os agricultores com suas famílias, existe uma uniformidade no posicionamento dos

participantes da pesquisa em torno do social. Os serviços de saúde, a escolaridade da família, a qualidade da moradia, os serviços de infraestrutura, os bens duráveis e a satisfação com a vida no campo receberam um grau de importância máxima, na escala de 1 a 3.

A realização do primeiro ciclo de avaliação proposto pelo MESMIS nos agroecossistemas de base familiar do cultivo do abacaxi retrata a realidade vigente, dentro de uma periodicidade de 24 meses, entre os anos agrícolas de 2011 e 2012. Foram sistematizadas as duas primeiras etapas do MESMIS: a determinação e a caracterização dos agroecossistemas, seguidas da identificação dos pontos críticos. Nesse sentido, com base nas informações identificou-se uma grande incidência de agroecossistemas de base familiar de cultivo do abacaxi apresentando potencialidades e limitações, numa perspectiva de desenvolvimento rural sustentável.

A realização da primeira e da segunda etapas do modelo apontou um intenso cultivo do abacaxi em agroecossistemas com pequena extensão de área, variando de 10 ha. a 40ha., o que gera, em muitos casos, o uso intensivo da terra, ilustrado na figura 03. Do ponto de vista dos agricultores, uma unidade de produção com área de 40 ha. é considerada grande.

Figura 03 – Uso intensivo da terra nos agroecossistemas familiares de cultivo do abacaxi na região



Fonte: Camelo (2013).

Todos os agroecossistemas são de base familiar, e os agricultores consideram que o cultivo do abacaxi vem sendo responsável pelas

transformações ocorridas na localidade onde residem. Justificam essa avaliação apontando a melhoria das condições de moradia, o acesso a bens tangíveis e o interesse em investimentos em técnicas de irrigação dos que ainda cultivam sob a condição de sequeiro, pois, segundo estes, isso ampliaria a capacidade produtiva e a capacidade de geração de emprego e renda. Além da autonomia financeira, os agricultores ressaltam que, com o cultivo do abacaxi, desenvolveram uma autossuficiência econômica que lhes garante melhor qualidade de vida e a sustentabilidade econômica de suas famílias no meio rural.

Os agroecossistemas adotam o modelo convencional de produção agrícola da revolução verde. No entanto, como alertam Conway e Barbier (1990) e Conway (1997), a prioridade no uso de insumos químicos, o aumento do uso de energia – específico nos agroecossistemas sob técnicas de irrigação –, a especialização da produção agrícola – no caso, a predominância do monocultivo do abacaxi –, o interesse pelo aumento da produtividade, expresso pelos agricultores praticantes do cultivo sob técnicas de irrigação, bem como os ganhos de produtividade física à custa de uma crescente artificialização dos agroecossistemas, podem colocar em risco a produtividade agrícola a médio e a longo prazo.

Dentre os problemas identificados, estão as dificuldades com os canais de comercialização, o baixo preço estabelecido pelos compradores e a dificuldade de recebimento do pagamento. O preço dos insumos químicos e a dependência do fornecedor, por ser o mesmo que compra o abacaxi e fornece os insumos.

Os agricultores apontam dificuldades acerca da qualidade de vida e da participação e gestão. A condição de residirem no município de Pureza e seus agroecossistemas estarem localizados em Touros dificulta o acesso a educação, a saúde, bem como gera a impossibilidade de melhorias da infraestrutura na comunidade Cana Brava. Relatam, ainda, uma inquietação sobre a geração de renda proporcionada ao município de Touros e que, na maioria das situações, contam com apoio técnico da EMATER, da EMPARN e dos bancos localizados em Touros.

Nos relatos, fica explícita a satisfação com as condições das moradias, porém, em alguns casos, foi possível constatar precariedade nas condições de habitação e conforto (figura 04), especialmente em relação a saneamento – fontes de água não protegidas, sistemas de abastecimento de água potável sem tratamento, deficiência dos espaços internos e localização precária.

Figura 04 – Residência de uma família agricultora



Fonte: Camelo (2013).

Dentre os problemas enfrentados pelos agricultores está a participação nas organizações – associações, cooperativas, sindicatos. Apesar de todos os integrantes da pesquisa participarem de direito da cooperativa, em sua maioria eles demonstram não reconhecer a importância da organização social e não acreditar nas transformações que podem emergir das ações executadas por meio da cooperativa, como a comercialização dos produtos. Relatam a experiência de comercialização realizada por ela em anos anteriores e apresentam problemas nesse sentido que merecem ser pesquisados de forma mais detalhada. Para muitos deles, a autogestão é a opção viável no momento atual. O quadro 03, a seguir, expõe as potencialidades e limitações, por atributos, identificadas a partir das entrevistas com as famílias agricultoras.

Quadro 03 – Potencialidades e limitações, por atributos, dos agroecossistemas familiares de cultivo do abacaxi em Touros – RN

ATRIBUTOS	POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES
Produtividade	Baixa rentabilidade Baixa contratação de mão de obra
Estabilidade Resiliência Confiabilidade	Desconhecimento científico em torno da conservação do solo Ausência de análises químicas e de fertilidade e físicas do solo Falta de orientação técnica em relação ao tipo de adubação Condições da água (armazenamento, disponibilidade e qualidade) Receio de contaminação de água e de solo na região Ausência de preservação e recuperação da paisagem natural Descarte inadequado de embalagens de insumos químicos
Adaptabilidade	Uso de técnicas de irrigação Incremento no uso dos insumos químicos e fertilizantes Práticas de pousio, rotação e consorciação de culturas agrícolas
Equidade	Condições de habitação Infraestrutura sanitária e de transporte Acesso à saúde Acesso à educação Demanda de ações intermediárias de cunho assistencial
Autogestão	Canais permanentes de comercialização Acesso a crédito Falta de apoio técnico e logístico Ausência de integração entre os participantes da cooperativa

Fonte: Camelo (2013).

Com a identificação dos pontos críticos e de seu agrupamento por atributos, encerrou-se a segunda etapa do ciclo avaliativo. No tópico a seguir, será realizado o agrupamento dos critérios de diagnósticos e dos indicadores de sustentabilidade agregados para as dimensões ambiental, econômica e social. Essa etapa foi cumprida pela pesquisadora com base nos dados obtidos junto aos agricultores, e os embasamentos científicos foram utilizados tendo-se em vista a pertinência de cada indicador.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que, a realização do primeiro ciclo de avaliação dos agroecossistemas de base familiar do cultivo do abacaxi, utilizando o método MESMIS, retrata a realidade vigente, dentro de uma periodicidade de 24 meses, entre os anos agrícolas de 2011-2012. No caso específico deste artigo, foram sistematizadas as duas primeiras etapas percorridas desse método: inicialmente, a determinação e a caracterização dos agroecossistemas, seguidas da identificação dos pontos críticos. Após a coleta de dados e informações, identificamos uma grande incidência de agroecossistemas de base familiar do cultivo do abacaxi apresentando potencialidades e limitações, numa perspectiva de desenvolvimento rural sustentável.

A realização da primeira e segunda etapas do método possibilitou a identificação de um forte monocultivo do abacaxi, em agroecossistemas com pequena extensão de área, variando de 10 ha. a 40ha., o que gera, em muitos casos, o uso intensivo da terra. Para os agricultores, uma unidade de produção com área de 40 ha. é considerada grande.

Todos os agroecossistemas são de base familiar, e os agricultores consideram que o cultivo do abacaxi vem sendo responsável pelas transformações ocorridas na localidade onde residem. Justificam essa avaliação apontando a melhoria das condições de moradia, o acesso a bens tangíveis e o interesse em investimentos de técnicas de irrigação dos que ainda cultivam sob a condição de sequeiro, pois, segundo eles, isso ampliaria a capacidade produtiva e a capacidade de geração de emprego e renda. Além da autonomia financeira, os agricultores ressaltam que, por meio do cultivo do abacaxi, desenvolveram uma autossuficiência econômica que garante uma melhor qualidade de vida e a sustentabilidade econômica de suas famílias no meio rural.

No tocante à dimensão ambiental, o desconhecimento científico em torno da conservação do solo, a ausência de análises química, física e biológica do solo, a falta de orientação técnica em relação ao tipo de adubação e as condições de acesso à água refletem a necessidade de apoio. Aspectos como receio de contaminação de água e solo na região devido ao uso excessivo de agrotóxicos e ausência de preservação e recuperação da paisagem natural demonstram uma visão sobre os atributos da sustentabilidade. Convém salientar que os agroecossistemas adotam o modelo de agricultura convencional,

porém suas opiniões revelam necessidade de apoio institucional e técnico para orientá-los dentro de um modelo agroecológico, demonstrando que, apesar de leigos, eles são sensíveis às questões ambientais.

Nos relatos, fica explícita a satisfação com as condições das moradias, porém, em alguns casos, foi possível constatar precariedade nas condições de habitação e conforto, em especial com relação a saneamento – fontes de água não protegidas, sistemas de abastecimento de água potável sem tratamento, deficiência dos espaços internos e localização precária.

Dentre os problemas enfrentados pelos agricultores, está a participação nas organizações – associações, cooperativas, sindicatos. Apesar de todos os integrantes da pesquisa participarem de direito da cooperativa, em sua maioria eles demonstram não reconhecer a importância da organização social e não acreditar nas transformações que podem emergir das ações executadas por meio da cooperativa, como a comercialização dos produtos.

Em síntese, os agroecossistemas apresentam potencialidades e limitações, sendo que estas podem ser contornadas, por meio da integração equilibrada das possibilidades locais de melhorias existentes. Entre essas possibilidades, merecem destaque: a implementação de uma consciência ecológica, via intensificação verde, seguindo uma lógica que obedeça essencialmente a estímulos de mercado, minimizando-se os riscos de aumentar as desigualdades sociais e a degradação de recursos naturais não renováveis, bem como a busca imediata de retomar a credibilidade da cooperativa e, a partir da atuação desta, o fortalecimento da economia local.

REFERÊNCIAS

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.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Produção Agrícola Municipal. 2010**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em : 10 mai. 2011.

BATALHA, M. O. ; SOUZA FILHO, H. M. Gestão integrada da agricultura familiar. São Carlos: EdUFSCAR, 2009

BUAINAIN, A. M.; ROMEIRO, A. R.; GUANZIROLI, C. **Agricultura Familiar e o Novo Mundo Rural**. Sociologias, Porto Alegre, ano 5, nº 10, jul/dez 2003, p.312-347.

CAMELO, G. L. P. **Avaliação da sustentabilidade dos agroecossistemas familiares de cultivo do abacaxi irrigado versus sequeiro mediante aplicação do MESMIS em Touros** – RN. 2013. 191 p. (Tese Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB – Brasil.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia: enfoque científico e estratégico. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, v. 3, n.2, p.13-16, abr./jun.2002.

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

CONWAY, G. **The doubly green revolution: food for all in the twenty-first century**. London: Penguin Books, 1997.

CONWAY, G. R. & BARBIER, E. D. **After the green revolution: sustainable agriculture for development**. London: Earthscan, 1990.

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

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS**. México: Mundi-Prensa, 2000. 109p.

CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO GERGELIM IRRIGADO COM ÁGUA DE PISCICULTURA E DO LENÇOL FREÁTICO

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

A diminuição da disponibilidade dos recursos hídricos e a deterioração da qualidade das águas subterrâneas apontam para uma tendência de um aproveitamento racional da água, com o mínimo de dano ao meio ambiente.

O reuso de água é uma prática antiga que vem ganhando importância com a redução da disponibilidade de recursos hídricos de boa qualidade, além de economizar água dos lençóis subterrâneos, fornece em parte, a matéria orgânica e nutrientes, como nitrogênio e fósforo, que podem ser transferidos para o solo, possibilitando que a irrigação com essas águas funcione como uma fertirrigação para as plantas (AYRES; WESTCOT, 1991; MANCUSO; SANTOS, 2003; MOTA et al., 2007).

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma das plantas oleaginosas mais antigas e usadas pela humanidade, sendo a nona oleaginosa mais cultivada no mundo. O cultivo do gergelim apresenta grande potencial econômico, devido às possibilidades de exploração, tanto no mercado nacional como no internacional. Essa cultura se insere,

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.

tanto nos sistemas tradicionais de cultivo, como na agricultura sustentável e orgânica. Além disso, possibilita aos produtores e suas famílias melhorarem sua renda através da venda dos seus produtos como fonte de alimento, motivo pelo qual se constitui numa das alternativas para manter os produtores e suas famílias no campo, visto que nessas atividades os produtores utilizam a mão de obra familiar (BRASIL, 2005).

Nos últimos anos, o gergelim tem despertado o interesse de novos produtores e empresários brasileiros que buscam uma cultura alternativa para alimentação e exploração agrícola viável. É um alimento de alto valor nutricional, rico em óleo e proteínas. Além de fins alimentares, seus grãos encontram diversas aplicações nas indústrias farmacêutica, cosmética e óleo-química (BRASIL, 2005). Por outro lado, essa cultura apresenta tolerância à seca, facilidade de cultivo e ampla adaptabilidade às condições edafoclimáticas da região, além de ser pouco exigente em insumos e registrar baixa incidência de doenças. Na região Nordeste do Brasil, o gergelim passou a ser cultivado comercialmente a partir da década de 80, principalmente como uma alternativa pela redução da produção do algodão.

O cultivo de gergelim se desenvolve principalmente em sistemas de produção de pequena escala, que utilizam a mão-de-obra familiar e normalmente é consorciado com milho, feijão caupi e servindo de fonte alternativa de renda. Neste segmento, a exploração da cultura representa uma excelente opção por exigir práticas agrícolas simples e de fácil assimilação.

Alguns assentamentos rurais do semiárido nordestino desenvolve atividades de piscicultura, como forma de implementar as condições econômicas da comunidade. Entretanto, na agrovila de Canudos, o rejeito dessa atividade é lançado no meio ambiente, tornando o solo cada vez mais salinizados e impróprios às atividades agrícolas. Por outro lado, os assentados já exploram algumas culturas irrigadas com água do lençol freático, mas suspeita-se que existe a possibilidade de aumento da produtividade utilizando a água do rejeito dos tanques de piscicultura. O gergelim pode ser uma alternativa para esses produtores que usam água dos tanques de piscicultura, garantindo-lhes uma atividade econômica e geração de renda. Por outro lado, são escassos os estudos que mostrem, em escala real, a comparação da produtividade do cultivo de gergelim irrigado com água de diferentes qualidades.

Nesse contexto, o presente trabalho objetivou comparar os efeitos da irrigação com água do lençol freático e do rejeito dos tanques de

piscicultura no crescimento, desenvolvimento e produtividade do gergelim BRS Seda.

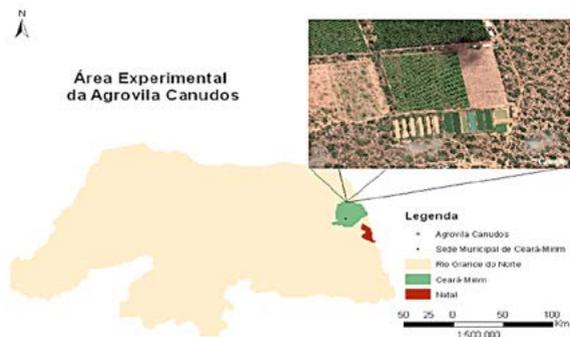
MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da área experimental

A pesquisa foi realizada na Agrovila Canudos, distante 23 quilômetros do município de Ceará-Mirim-RN, a qual faz parte do assentamento Rosário, onde 40 famílias vivem das atividades de agricultura, pecuária e piscicultura.

Os experimentos foram realizados na agrovila de Canudos, situada nas coordenadas geográficas: 5°28'S, 36°25'W e 44 m de altitude. 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 *C_gA'Sa'*: seco, subúmido e megatérmico, com período chuvoso nos meses de março, abril e maio. A localização geográfica da Agrovila de Canudos local onde o gergelim foi cultivado estão apresentados na figura 1.

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 Jr e Azevedo (2013).

EXPERIMENTOS DE CAMPO

Os experimentos de campo foram realizados em uma área de 0,5 ha, sendo 0,25 ha, irrigada com água do lençol freático e 0,25 ha com água do rejeito dos tanques de piscicultura, nos períodos chuvoso e seco do ano de 2012. Utilizou-se o sistema de irrigação localizado do tipo gotejamento com água do lençol freático e vazão dos gotejadores 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. 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⁻¹, para assegurar uma boa germinação das sementes.

A irrigação na área do rejeito foi feita por aspersores da marca Agropolo NY25, com pressão de serviço de 20 mca, precipitação de 5 mm.h⁻¹, 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) no intuito de monitorar a umidade do solo.

Figura 2. Tensiômetro com escala graduada para monitorar a irrigação



Antes da semeadura, um trator fez a escarificação e duas gradagens cruzadas do solo, utilizando-se uma grade niveladora. Em seguida, foi realizada a abertura de sulcos e a semeadura do gergelim, num espaçamento de 70 cm entre linhas por 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).

O tipo de solo da área experimental é areia quartzosa distrófica de baixa fertilidade. 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 monoatômico (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.

Foram analisadas seis amostras de água do lençol freático e do rejeito dos tanques de piscicultura. Na tabela 1 estão contidos os valores de pH, condutividade elétrica, relação de adsorção de sódio, macronutrientes e alguns micronutrientes presentes nas águas de irrigação.

Tabela 1: Valores médios dos principais parâmetros físico-químico e bacteriológico na água do lençol freático e na água do rejeito ao longo dos experimentos

Parâmetros	Unidade	Água do Lençol Freático	Água do Rejeito
Condutividade Elétrica	dS.m ⁻¹	0,07	0,10
pH	ND	6,05	6,66
Cálcio	mg.L ⁻¹ Ca ²⁺	2,78	6,36
Magnésio	mg.L ⁻¹ Mg ²⁺	0,58	4,46
Sódio	mg.L ⁻¹	5,60	16,20
RAS ^o	(mmol.L ⁻¹) ^{0,5}	0,85	1,25
Nitrogênio Total	mg.L ⁻¹ N	0,25	4,48
Fósforo Total	mg.L ⁻¹ P	0,16	11,27
Potássio K ⁺	mg.L ⁻¹ K ⁺	0,20	6,70

Fonte: Grilo Jr e Azevedo (2013)

Variáveis analisadas

A cada 15 dias, uma amostragem em 20 plantas (5 plantas por repetição), anteriormente selecionadas e representativas da população da parcela, foram coletados para realização da análise de crescimento não destrutiva: *altura média de plantas; diâmetro caulinar; área foliar das plantas.*

A área foliar das foi estimada em conformidade como (Silva et al., 2002):

$$A = 0,7 * C * L \quad (1)$$

Sendo: C o comprimento da nervura principal da folha do gergelim (cm), L a largura da folha, e AF a área da folha do gergelim em cm². A área foliar da planta (AFP) foi estimada como:

$$AFP = \sum_{i=1}^n A_i \quad (2)$$

Onde AFP foi obtida em cm² e n é o número de folhas.

Simultaneamente, foram realizadas as coletas para análises de crescimento destrutivas de cada parcela, em cada tratamento, sendo amostradas 5 plantas de tamanho representativo da população. Esse material coletado foi fracionado em caule, folha e raiz e pesado em balança eletrônica com precisão de 0,01 g. Depois de pesadas, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em uma estufa de circulação forçada, com temperatura de aproximadamente 75°C. As amostras permaneceram em estufa, por no mínimo 24 horas, ou até a amostra atingir o peso constante, para se assegurar a obtenção do peso seco real. A partir dessa análise, foi efetuado o peso da matéria verde e da matéria seca ao final do ciclo da cultura.

Além dessas variáveis, foram analisados alguns indicadores de produtividade da cultura, tais como: peso de mil sementes, número de cápsulas por planta, peso médio de grãos por planta e a produtividade das sementes em cada parcela. Os dados obtidos foram submetidos ao programa ASSISTAT, utilizando-se a análise de variância e o teste de Tukey com $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ciclo fenológico do gergelim BRS seda

O ciclo da planta do gergelim da cultivar BRS Seda foi de aproximadamente 90 dias entre a emergência e a maturação dos frutos (Tabela 2). A germinação iniciou-se no quarto dia após a semeadura (DAS = 4), tendo-se 100% das plântulas germinadas no 6º dia. A floração teve início no 35º dia após a semeadura (DAS = 35), e todas as plantas estavam floradas aos 45 dias após a semeadura (DAS = 45). A maturação dos frutos, por sua vez, iniciou-se no 75º dia após a semeadura (DAS = 75), terminando aos 90 dias (Grilo Jr & Azevedo, 2013). Cabe ressaltar que o florescimento do gergelim irrigado com águas dos tanques de piscicultura foi antecipado em 5 dias, portanto no trigésimo dia, já existiam plantas florescendo, isso ocasionou uma redução no ciclo do cultivo para 85 dias.

Tabela 2. Ciclo fenológico da cultura do Gergelim, variedade BRS Seda

Dias após a semeadura DAS	Fases do desenvolvimento	Período após emergência (dias)
07	Germinação	1-7
35	Crescimento vegetativo	7-35
75	Floração e frutificação	36-75
90	Maturação dos frutos	76-90

Análise de crescimento e desenvolvimento do gergelim

A tabela 3 contém os valores médios em 20 plantas, obtidos a cada 15 dias, da altura, diâmetro caulinar, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, irrigadas com água do lençol freático e com água do rejeito dos tanques de piscicultura. Avaliando-se esses resultados, observa-se que, as plantas irrigadas com água do rejeito atingiram uma altura média de 172 cm e um diâmetro caulinar médio de 22,71 cm, enquanto as irrigadas com água do lençol freático atingiram 172 cm e 18 mm. A maior taxa de variação na altura, ocorreu

entre 30 e 60 dias, sendo o valor igual a 2,07 cm/dia no rejeito e de 1,7 na água do lençol. Pode-se atribuir esta superioridade à qualidade das águas serem ricas em nutrientes, utilizados pela planta para crescer e desenvolver.

Tabela 3 - Valores médios da altura da planta e do diâmetro caulinar a cada 15 dias após a semeadura

Altura de Plantas						
Tipo de água	15	30	45	60	75	90
Água do lençol	7,50	42,40	95,60	135,80	160,20	170,20
Água do rejeito	8,90	45,70	111,40	147,30	175,20	192,50

Diâmetro Caulinar				
Tipo de água	15	30	45	60
Água do lençol	3,0 5,2	11,40	16,15	17,27 17,27
Água do rejeito	4,0 6,2	10,30	17,35	18,56 20,13

Após o estudo de análise de variância, geraram-se equações de regressão, de forma a se ter uma estimativa do comportamento da altura da planta, diâmetro caulinar e área foliar, em função dos dias após a semeadura, constatando-se que os modelos que melhor esses parâmetros são uma função polinomial do 1º grau e uma função polinomial do 3º grau, conforme as figuras 3A, 3B e 3C.

Nas tendências das curvas de área foliar, representadas na figura 1C, são observadas nitidamente as proporcionalidades do aumento em todas as fases do ciclo fenológico. A área foliar atingiu o valor máximo aos 75 dias após a semeadura, declinando gradativamente até o final do ciclo da cultura. Severino et al. (2002), ressaltam ainda, que pouco se conhece a respeito do crescimento da área foliar do gergelim, sobretudo por se tratar de uma planta com morfologia foliar bastante complexa, apresentando folhas de vários formatos, tamanhos e espessuras, de acordo com a fase da cultura.

Figura 3A: Gráfico representativo da altura das plantas nos dois tratamentos

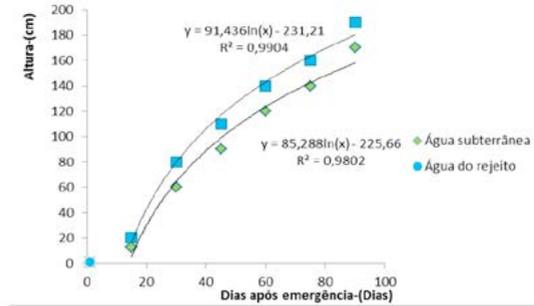


Figura 3B: Gráfico representativo do diâmetro caulinar do gergelim nos dois tratamentos

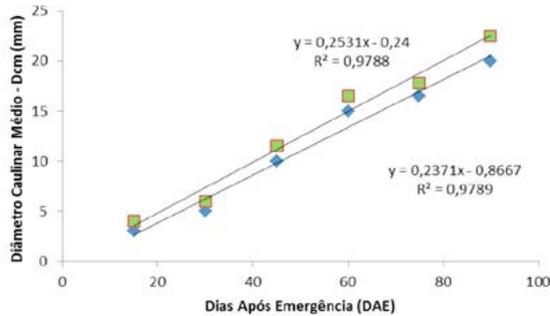
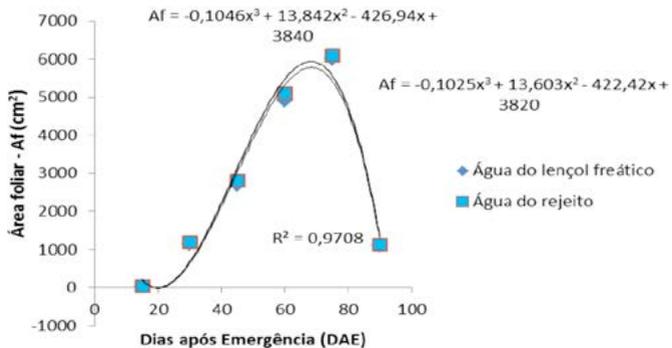


Gráfico 3C: Gráfico representativo da área foliar do gergelim nos dois tratamentos



ÍNDICES DE PRODUÇÃO DO GERGELIM

Os principais índices são: número de cápsulas, massa de grãos por planta e peso de mil sementes. 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, 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 et al. (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 4, que o número de cápsulas nas plantas irrigadas com água do rejeito foi 35% superior daquelas irrigadas com água do lençol freático.

Tabela 4. Valores médios do número de cápsulas, peso de grão e peso de mil sementes por planta de gergelim, nos dois tratamentos

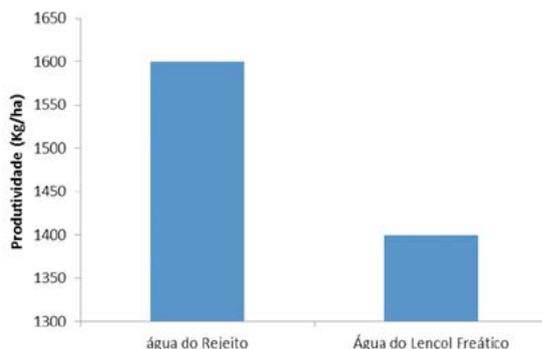
Variáveis	Nº de cápsulas		Peso de grãos (g)		Massa de mil sementes(g)	
	Água do lençol freático	Água do rejeito	Água do lençol freático	Água do rejeito	Água do lençol freático	Água do rejeito
Médias	95,40	132,40	20,40	24,40	3,40	3,43

Fonte: Grilo Jr e Azevedo, (2013).

PRODUTIVIDADE DE GRÃOS

A produtividade dos grãos do gergelim é a variável mais importante para se avaliar a viabilidade econômica da cultura. O resultado obtido neste experimento foi de 1.400 kg.ha⁻¹ quando o gergelim foi irrigado com água do lençol freático e de 1.600 kg.ha⁻¹ 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⁻¹. Perin et al. (2010), em experimento de campo, obtiveram uma produtividade média de 842,4 kg.ha⁻¹, 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⁻¹ via fertirrigação.

Figura 4: produtividade do gergelim irrigado com água do rejeito da piscicultura e do lençol freático.



CONCLUSÕES

A análise comparativa da produtividade do gergelim, variedade BRS Seda irrigado com água do lençol freático e do rejeito dos tanques de piscicultura, na agrovila Canudos, em Ceará-Mirim (RN) permite concluir que:

A média de grãos para um ciclo de 90 dias, foi maior quando irrigado com água do rejeito dos tanques de piscicultura ($1.600 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), em comparação com a irrigação com água do lençol freático ($1.400 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Esses valores são importantes indicadores de benefícios econômicos e sociais para os assentados;

Ao final do ciclo fenológico e após secagem, a biomassa seca de gergelim foi maior no tratamento de irrigação com água do rejeito dos tanques de piscicultura (8.400 kg), em comparação aquela obtida no tratamento de irrigação com água do lençol freático (7.200 kg);

Com relação ao número de cápsulas e o peso de grãos por planta, o tratamento de irrigação com água do rejeito dos tanques de piscicultura apresentou valores 30% e 20% superiores, respectivamente;

Enfim, considera-se que a cultura apresentou um rendimento superior quanto aos padrões de produtividade, quando irrigado com águas do tanque de piscicultura. Diante de tal constatação, vale ressaltar que as águas provenientes dos tanques de piscicultura aumentam a produtividade da cultura do gergelim, além de economizar as águas subterrâneas de qualidade superior.

REFERÊNCIAS

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991.218p. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29, rev. 1).

ARRIEL, N. H. C.; VIEIRA, D. J.; ARRIEL, E. F.; PEREIRA, J. R.; COSTA, I. T. Correlações genéticas e fenotípicas e herdabilidade em genótipos de gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v.3, n.3, p.175-180, 1999.

BELTRÃO, N.E.M.; NOBREGA, L.B. da; AZEVEDO, D.M.P. de; SILVA, L.C.; ARAUJO, J.D.; SILVA, M.B. da; 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.

BRASIL. 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.

_____. 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.

FAVARIN, J.L.; DOURADO, D.N; VILA NOVA, N.A.; AXEL, G. Equações para estimativas do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.37, n.6, p.769-773, 2002.

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

GRILO JR, J. A. S.; AZEVEDO, P. V. Crescimento, desenvolvimento e produtividade do gergelim BRS Seda irrigado com água do lençol freático na agrovila de Canudos, em Ceará-Mirim (RN). **Revista Holos**, p.18-33, v.2, 2013.

MAIA FILHO, F.C.F.; MESQUITA, E.F.; MELO, D.S.; SOUSA, P.M.; PEREIRA, R.F; MELO, W.B.; VIEIRA, I.G.S.; ANDRADE, R. Desenvolvimento fisiológico do gergelim BRS Seda sob cultivo orgânico. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS E FIBROSAS, 1., 2010, Campina Grande. Anais, Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 616-621.

MANCUSO, P. C.S.; SANTOS, H.F. **Reúso de água**. Editora Manole Ltda, Barueri, SP, 576p, 2007.

MARQUELL, W.A. **Tensiômetros para controle de irrigação em hortaliças**. Circular Técnica nº57, Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, 2008.

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.

MOTA, S.; AQUINO, M.D.; SANTOS, A.B. (Organizadores). **In: Reúso de Águas em Irrigação e Piscicultura**. Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, 2007, 350p.

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

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.

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.

SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M; CARDOSO, G. D.; FARIAS, V. A; LIMA, C. L. D. Análise do crescimento e fenologia do gergelim cultivar CNPA G4. **Revista Brasileira de oleaginosas e fibrosas**.v.6, n.3, p. 599-608, 2002.

SANTOS, M.S; BARROS, H.M.M; MARTINS, E.S. C.S.; SAMPAIO, M.; LIMA, V.L.A.; BELTRÃO, N.E.M.; SALES SAMPAIO, F.M.A. de. Irrigação com efluente do reator UASB em duas cultivares de gergelim no semiárido paraibano. **Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.4, n.1, p.27-30, 2010.

SILVA, L. C.; SANTOS, J. W.; VIEIRA, D. J.; BELTRÃO, N. E. M.; ALVES, I. J. F. Um método simples para se estimar a área foliar de plantas de gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**. v.6, n.1,p.491-496, 2002.

THORNTON, C.W. & MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton, N.J.: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, publications in Climatology. v. 8, n. 1, 1957. 104 p.

VIEIRA, D. J.; AZEVÊDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. M.; NOBREGA, L. B. da. 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.

USO DE ESPOLETA ELETRÔNICA PARA OTIMIZAÇÃO DO DESMONTE DE ROCHAS COM EXPLOSIVOS E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS DE VIZINHANÇA

*Julio Cesar de Pontes*⁶
*Vera Lúcia Antunes de Lima*⁷

A atividade de desmonte de rocha é o principal elo da cadeia produtiva da atividade mineral, e influência no seu desempenho operacional das etapas de carregamento, transporte do minério, beneficiamento e controle ambiental. Novas tecnologias têm sido desenvolvidas visando adequações no plano de fogo, objetivando melhores resultados tanto econômicos quanto ambientais. Neste texto, analisamos o uso de espoleta eletrônica no desmonte de rochas com explosivos como um dos agentes mitigadores dos níveis de ruídos e vibrações nas vizinhanças da Mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda. No entanto, sabemos que, a exploração de maciços rochosos com uso de explosivos provoca inevitáveis impactos ambientais e desconforto para as populações que residem em seu entorno.

Os principais efeitos ambientais, segundo Neto (2004), se fazem sentir através do ultralancamento de fragmentos, ruídos e da geração de vibrações no terreno, da sobrepressão atmosférica, da emissão de materiais particulados (poeira) na atmosfera, e do aumento dos níveis de ruído. Segundo Chamié (2010), esses problemas podem ser reduzidos a um nível aceitável pela comunidade se a lavra for executada de modo a preservar as condições de saúde, segurança e bem-estar da população afetada, adotando-se técnicas modernas na exploração e pelo monitoramento continuado dos parâmetros

6 Doutor em Recursos Naturais (Universidade Federal de Campina Grande). Professor do Instituto Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: julio.pontes@ifrn.edu.br

7 Professora doutora e orientadora do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais (Universidade Federal de Campina Grande). E-mail: antunes@deag.ufcg.edu.br

ambientais envolvidos, mantendo-os dentro dos limites estabelecidos pelos organismos governamentais fiscalizadores e em conformidade com a NBR 9653 que dispõe sobre os parâmetros de vibrações com uso de explosivos.

Os sistemas de iniciação surgiram em função da necessidade de se controlar a detonação das cargas principais. Atualmente, essa necessidade é maior em virtude da busca de tecnologias que viabilizem a melhoria da fragmentação, a sequência e direção da iniciação e, conseqüentemente, do movimento e lançamento dos blocos, minimizando os impactos ambientais, tais como vibração e ultralanchamentos.

Há registros de que ao longo das últimas décadas, os acessórios de detonação que tem como principal função controlar e iniciar a massa explosiva agregou novas tecnologias com o objetivo de melhorar seu desempenho, assinala Bernado (2004). Como os intervalos de tempo dos iniciadores eram irregulares e proporcionavam pouco ou nenhum controle da iniciação, tornou-se necessário desenvolver métodos mais seguros. Já as informações encontradas em Neto (2006), mostra que houve tentativa de melhorar a segurança quanto aos meios de detonação no desmonte de rochas com explosivos, e foram desenvolvidos vários sistemas de iniciação semelhante ao estopim. Assim, inicialmente utilizou-se o iniciador pirotécnico que constitui a espoleta simples e posteriormente esse iniciador foi aperfeiçoado através da mudança de sua carga explosiva que sem ser foco de estudo, auxiliou na mitigação de impactos ambientais como ruídos e vibrações.

Segundo Djordjevic (1997), entende-se por pico de velocidade de partícula o índice de maior valor absoluto do sinal de velocidade que o corpo atinge no lançamento. A frequência é o inverso do período da onda dominante onde está localizado o pico, se entendendo por tempo o instante em relação ao gatilho em que ocorreu o pico, assim o pico de aceleração é o maior valor absoluto da derivada do sinal de velocidade. O pico de deslocamento é maior valor absoluto da integral do sinal de velocidade.

Ainda em Djordjevic (1997), a frequência é um indicativo importante sobre a transferência de energia, em que quanto maior a frequência, menor a transferência de energia, assim como o tempo que indica qual foi o momento mais crítico do desmonte em consonância com a aceleração, que permite interpretações relevantes

os municípios de Jucurutú, Florânia, São João do Sabugí, Ouro Branco, Jardim do Seridó, São José do Seridó, Cruzeta, Timbaúba dos Batistas, São Fernando, Serra Negra do Norte, e com o Estado da Paraíba, abrangendo uma área de 1.215 km². O presente município encontra-se distante cerca de 292 km da capital Natal, sendo seu acesso, a partir de Natal, efetuado através das rodovias: BR-226, BR-427 e RN-228 (IBGE, 2010).

A Mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda – objeto de estudo, é uma empresa privada que detém uma área requerida junto ao DNPM, de 30,00 hectares. A empresa explora recursos naturais a seis anos no mercado da mineração, extraindo e beneficiando rochas graníticas, participando diretamente no mercado da construção civil. A escolha da referida empresa como foco de estudos se deu pelo fato da mesma fazer uso de explosivos para desmontar o maciço rochoso e por estar a menos de 1 km de distância da zona urbana, causando assim impactos de vizinhança.

Figura 2 – Talude remanescente da Mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda desmontado com uso de espoleta eletrônica



Fonte: Pontes (2013)

O registro do processo produtivo e avaliação dos impactos ambientais com vistas a operacionalização mais segura, melhor adequação do sistema de temporização da sequência de detonação redução, melhor fragmentação de rochas e menor nível de vibração, fazendo uso de registros icnográficos

O planejamento e desmonte da bancada do granito é feito obedecendo a metodologia a seguir:

Figura 4 – perfuração dos furos (a), explosivos granulados e encartuchados (b), explosivo, brinel e booster (c), bláster preenchendo os furos com explosivo granulados (d), malha de cabos e amarrações para iniciar a detonação (e)



d>



e>



Fonte: Pontes (2013).

Antes de terem sido carregados os furos com material explosivo, foram realizadas as medições das profundidades com a trena métrica, coletando profundidades reais dos mesmos e observando se houve obstrução. Posteriormente, foi verificada a inclinação da bancada com o inclinômetro, que através de uma sonda (sensor) analisou o desvio da perfuração nos eixos (x,y,z) e transferiu para o registrador (SDF). Os dados colhidos pelo registrador do inclinômetro foram baixados e analisados pelo Software SDF.

RESULTADOS E DISCUSSÕES DA PESQUISA

Os iniciadores eletrônicos têm uma influência significativa na eficiência do desmonte. Entre os parâmetros de avaliação para se diagnosticar a eficiência das espoletas eletrônicas, pode-se destacar: diminuição dos impactos ambientais; menores danos causados ao talude remanescente e diminuição dos custos.

O uso de espoletas eletrônicas permite maior flexibilidade na escolha dos tempos e maior segurança que o sistema pirotécnico

devido sua precisão e a vasta janela de tempos programáveis de 0 a 8.000 ms. Essas características permitem adequar o plano de fogo para diversas situações.

A operação pode ser interrompida mesmo após ser iniciada a contagem do tempo. Os programas que simulam as operações de desmorte permitem a programação dos devidos retardos e, assim, observá-los em diferentes velocidades. Isto é feito com o objetivo de prever possíveis correções ou alterações na sequência da detonação previamente escolhida, como também verificar erros de projeto. Com isso, mitigam-se os perigos quanto ao manuseio de material explosivo, assim como também, preservar a segurança dos trabalhadores, uma vez que o sistema de detonação é realizado eletronicamente com controle de tempo e de possíveis erros de operacionalização.

A espoleta eletrônica além de fomentar uma melhor fragmentação da rocha em virtude do controle de tempo sobre as explosões e, conseqüentemente, sobre a liberação de grandes energias, ela mitiga os impactos de vizinhança, tais como: abalos sísmicos de grande intensidade (vibrações) e reduz a poluição sonora (ruídos).

A espoleta eletrônica tem se configurado numa das mais promissoras tecnologias para o desmorte de rochas com explosivos em virtude tanto de sua operacionalidade, quanto pela segurança e controle sobre todo o processo de detonação. Quando comparada a outras tecnologias, a exemplo a espoleta não elétrica, pode-se verificar muitos benefícios advindos da espoleta eletrônica, a saber: operacionalização, otimização dos resultados do desmorte de rochas, baixa frequência gerado pelo limite de Velocidade de Pico da Partícula - VPP (ABNT 9653/2005).

Os resultados de vibrações evidenciados na Tabela 1 são mensurados pela determinação dos valores máximos para os três componentes da VPP e de Frequência de vibração obtidos nos eixos longitudinal (L), vertical (V) e transversal (T) com unidade de medidas determinadas em mm/s, assim como os resultados de sobre pressão acústica, constam de registros abaixo do limite superior permitido na Norma Brasileira ABNT- NBR 9653/2005 nos pontos monitorados.

Tabela 1 – Limites de intensidade das frequências de ruídos.

FREQUÊNCIA	LIMITE DE VPP	PRESSÃO ACÚSTICA
4 Hz até 15 Hz	Iniciando em 15 mm/s até 20 mm/s	134 dB
15 Hz até 40 Hz	Iniciando em 20 mm/s até 50 mm/s	
Acima de 40 Hz	50 mm/s	

Fonte: Pontes (2013).

Os valores de frequência de ruídos analisados pelo Software Sistex v2.03, apresentaram valores da sobre pressão acústica da ordem de 125,67 dB no uso de linha silenciosa. O resultado da sobre pressão acústica com uso de linha de eletrônica mostrou valores da ordem de 121,65 dB. Embora ambas as técnicas apresentem resultados que se enquadrem nos limites de pressão acústica sugerida pela ABNT, o uso de linha eletrônica produz menor desconforto de vibrações acústicas.

Na Tabela 2, se podem analisar os valores expressos na coluna de linha silenciosa, que representam as vibrações oriundas da detonação com uso de espoleta não elétrica e na coluna de linha eletrônica estão expressos os valores das vibrações geradas pela detonação realizada com espoleta eletrônica.

Tabela 2 – Análise de sismografia da espoleta eletrônica x espoleta não elétrica.

VIBRAÇÃO	LINHA SILENCIOSA	LINHA ELETRÔNICA
T (mm/s)	1,01	1,05
V (mm/s)	1,19	0,86
L (mm/s)	1,51	0,9
Resultante (mm/s)	1,23	0,93

Fonte: Pontes (2013).

Embora os valores de vibrações observados no desmonte com uso de linha silenciosa tenham obtidos valores nos limites sugeridos pelas NBR 9653/2005, pode-se perceber que os valores de vibrações obtidos no desmonte com utilização de linha eletrônica são inferiores aos de linha silenciosa. Dessa maneira, observa-se que as detonações

que fazem uso de linha silenciosa geram maiores desconforto a população do entorno comparada aos resultados obtidos com linha eletrônica.

CONCLUSÕES

Os resultados examinados neste estudo permitiram avaliar o impacto ambiental, quanto ao desconforto de ruído e vibrações com uso de linha silenciosa e eletrônica na etapa de detonação com explosivos, permitindo apontar o método que gera menor impacto ambiental.

Os dados de ruídos sugerem que as detonações realizadas com linha eletrônica possuem características melhores para uso com explosivos, uma vez que os níveis de sobrepressão acústica chegam a ser até 3,2% dB menor comparados aos níveis de sobrepressão acústica quando usado linha silenciosa.

Com relação aos níveis de vibrações registrados nos eixos transversal, vertical e longitudinal, a detonação com linha eletrônica mostrou resultados mais satisfatórios quanto comparados aos valores de vibrações na detonação realizada com linha silenciosa. A linha eletrônica chega a gerar aproximadamente 24% menos vibrações que a linha silenciosa durante a detonação.

Sobre essa perspectiva, quando as detonações forem realizadas em áreas urbanas, vizinhança ou controlada, sugere-se o uso de linha eletrônica (espoleta eletrônica) como fator mitigador de ruídos e vibrações.

REFERÊNCIAS

BERNADO, P. A. M. **Impactos ambientais do uso de explosivos na escavação de rochas, com ênfase nas Vibrações**. 2004. 385f. Tese (Doutorado em Engenharia de Minas)- Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2004.

CHAMIÉ, P.M.B. **Contexto histórico, sob o enfoque urbanístico, da formulação e legalidade do estudo de impactos de vizinhança**. 2010. 178 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) –

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo. São Paulo, 2010.

DJORDJEVIC, N. **Mnimizing the enviromental impacto f blast vibration**. Mining Engineering, abril, f. 57-61, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Natal: IBGE, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 3 nov. 2011.

NETO, C. **Análise das vibrações resultantes do desmonte de rocha em mineração de calcário e agilito posicionada junto á área urbana de Limeira (SP) e sua aplicação para minimização de impactos ambientais**. 2004. 82 f. Dissertação (Mestrado em Geociência e Ciências Exatas)- Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2004.

NETO, T, L, A. **Problemas gerados pela extração de rochas e propostas para mitigação do impacto sonoro**. 2006. 200f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

PONTES, J. C. de. **Impactos de vizinhança proporcionado pelo desmonte de rocha com uso de explosivos: estudo de caso na mineração Dantas Gurgel & Cia Ltda, Caicó-RN**. 2013 .86 f. Tese (Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Recurso Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande-PB. 2013.

ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

Leci Martins Menezes Reis⁸
Gesinaldo Ataíde Cândido⁹

A partir dos idos de 1980, as discussões sobre agricultura sustentável têm-se expandido com diversos questionamentos sobre agricultura tradicional familiar e agricultura moderna, ou do agronegócio, no sentido de ser ou não sustentáveis.

Nesse contexto, a agricultura familiar tem-se apresentado nos esforços em torno da questão agrária e na compreensão do entendimento da diferenciação de outras categorias, pautada na mão de obra familiar e de práticas no cultivo tradicionais (ALTIERI, 2005). Em contrapartida a agricultura do agronegócio, resultante da revolução verde, passou ser centralizada nos esforços em torno da produção agrícola em larga escala, uso de tecnologias modernas e na compreensão do entendimento de categoria como na mão de obra patronal (BORLAUG, 2008; MIGUEL, 2009).

8 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.

9 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. Caracterizados pelo avanço das tecnologias, seleção de sementes e mudas, manipulação genética, uso de agroquímicos, fertilizantes, herbicidas e biocidas, maximização produtiva e lucro, mas, sobretudo, relaciona-se com o modelo de desenvolvimento centrado nas relações de produção e de consumo nos sistemas agrícolas modernos. Esse sistema agrícola tem recebido diversas denominações como agricultura: moderna, intensiva, comercial, convencional, tecnológica, científica, precisão, plantation, dentre outras.

Na agricultura familiar, predomina o uso de técnicas antigas de produção agrícola que vêm desde as dos seus antepassados às atuais tecnologias. Enquanto que na agricultura do agronegócio, surgem continuamente estratégias e sistemas inovadores (HAMMOND et al., 1995; MULLA; SCHEPERS, 1997; SANTOS, 1997), de novas tecnologias de cultivo advindas do pacote tecnológico, práticas de manejo, pesquisa de seleção de sementes, uso de drones à sistematização do manejo pontual, e o cadastro ambiental rural (CAR), voltado para o controle, monitoramento e combate ao desmatamento da vegetação nativa, em detrimento da agricultura (MMA, 2012) dentre outras estratégica.

Esse tipo de agricultura voltada ao agronegócio passou a ser amplamente contestada devido à intensa depleção que vem provocando sobre os recursos naturais¹⁰, à elevação da concentração fundiária, ao aumento da geração de aspectos e impactos ambiental, elevados níveis de desigualdade social e concentração de renda (EHLERS, 2008; GLIESSMAN, 2009), mas também defendida por meio do argumento de que, com a verticalização da agricultura, podem-se elevar os níveis de produtividade, de alimentos e fibras, os avanços tecnológicos, as técnicas de manejo, o conhecimento das necessidades nutricionais de plantas, o melhoramento genético de espécies vegetais e a geração de emprego qualificado (BENTON, 2012).

Convém ressaltar que, na busca por uma agricultura que seja sustentável, muitas críticas têm sido direcionadas a agricultura do agronegócio haja vista essa forma de agrícola estar se processando com o uso de insumos agroquímicos. Para os críticos, além de essa prática ser voltada para a maximização da produção e do lucro, ela é ecologicamente desequilibrada, economicamente inviável e socialmente injusta, na medida em que não garante a segurança alimentar e nutricional, a produtividade e a melhoria de vida das pessoas (EHLERS, 2008).

Não obstante, é relevante destacar, mais uma vez, que existem vertentes diferenciadas sobre o entendimento de agricultura sustentável. Elas consideram que as novas tecnologias agrícolas, têm importante papel a desempenhar mediante as formas de produção

10 Elementos natural de vital proveito para o homem: água, ar, solo, vegetação, minerais, microrganismos, etc. Significa a materialização do conhecimento empírico e científico

modernas, contribuindo para uma construção socioambiental mais justa, sem perder o foco de que, com o desenvolvimento da agricultura sustentável, devem ser garantidas a preservação dos recursos naturais e melhorias da vida humana a longo prazo.

A revolução verde tem se caracterizado por seu avanço científico e tecnológico, proporcionando a produção e o uso de agroquímicos, a maximização produtiva e o lucro, mas também impactos traduzidos em: efeito estufa, desmatamento, chuvas ácidas, dentre outros, que têm ameaçado a sobrevivência e a qualidade da vida humana.

Assim, essa forma de produção agrícola tem sido criticada, por uma vertente teórica, como sendo responsável pelos ciclos de degradação e pobreza observados em grandes regiões do planeta (ALTIERI, 2006), e elogiada por outra, devido à grande produção de alimentos, construção do conhecimento tecnológico, biogenética e de gestão dos recursos naturais (BORLAUG, 1997, 2008).

Por sua vez, Schultz (1965) expôs que a adoção das novas tecnologias agrárias permitiu a elevação da renda nas propriedades modernas por meio do aumento da produção, da produtividade e do benefício/custo. Na atualidade, Benton (2012) assinalou que direcionar a agricultura do agronegócio ou moderna, para a rota da sustentabilidade é colocar ambientalistas e representantes agrícolas numa única sinergia de objetivos básicos: produzir alimentos, fibras e energia; expandir a gestão de sistema agrícola; praticar o tratamento da água; monitorar a fertilidade do solo, a polinização e o manejo da cobertura natural no solo e de barreiras verdes dentro e no entorno das propriedades; descartar embalagens adequadamente, antes e depois da colheita; e interagir com o equilíbrio natural do ambiente.

O melhoramento dessas técnicas agrícolas dinamizaria a fertilidade do solo, o aproveitamento do potencial da produtividade. Portanto, o presente estudo teve como objetivo geral refletir sobre agricultura sustentável.

FUNDAMENTAÇÕES TEÓRICAS

Os debates sobre o termo desenvolvimento, vinculados tão somente à ideia de crescimento econômico, ou de progresso, foram acirrados após a Segunda Guerra Mundial e findando em discussões em eventos e congressos até por volta dos anos 1980. No cerne desses debates, revelava-se a lógica predatória do sistema capitalista, na qual

a natureza era vista como fonte infinita de recursos dos processos produtivos, como no caso de sistemas agrícolas.

Durante esse período, os sistemas agrícolas de economia globalizada apresentaram um ciclo expansivo de grande alcance, no qual os conhecimentos científicos e tecnológicos avançavam de maneira expressiva e, mais do que nunca, passaram a ser empregados nos processos produtivos (SANTOS, 1997). Essa expansão adentrou pelas mais diversas esferas geográficas, adaptando-se conforme as características ambientais e culturais legitimando a forma de agricultura científicada, necessitando da demanda de bens científicos e de assistência técnica, onde os produtos seguem padrões de consumo e mercadológicos, rigor sistêmico técnico e científico, sendo essas condições que delimitam a forma de produção de como: plantar, colher, armazenar, empacotar, transportar e comercializar.

Ainda sobre esse período, o desenvolvimento era entendido meramente como crescimento econômico: as ideias básicas do capitalismo norteavam essa ótica e também delegavam à natureza funções de servir à produção agrícola e de absorver resíduos desta, os quais eram dispostos no solo, na água, no ar e na cobertura vegetal. Percebe-se, assim, que as questões ambientais, sobre os recursos naturais, não eram levadas em conta em detrimento do desenvolvimento. Tomando por base as palavras de Thomas et al. (2002), o crescimento econômico era centrado na ideia de crescimento atrelado pelo Produto Interno Bruto (PIB) per capita, que era utilizado como uma das referências principais da noção de desenvolvimento.

No entanto, a aceitabilidade do PIB como uma medição do desenvolvimento tem sido repudiada, em face de suas limitações como representação da equidade social. Essa visão de desenvolvimento atrelado ao PIB é tratada por Veiga (2008, p.23) como sendo à base do capital de consumo global. Para ele, a questão talvez surja do equilíbrio que, concomitantemente, se estabelece entre os níveis de produção – inferência de consumo – e de desenvolvimento, e que foi tomando grande dimensão nos países ditos em desenvolvimento. Sendo o principal entrave sobre a inviabilidade econômica da grande maioria dos países em desenvolvimento é a miséria científico-tecnológica, que tem repercutido, nas dimensões ambiental, econômica, social e institucional.

Nesse contexto, o desentendimento, ou simplesmente o não consenso, sobre o conceito de desenvolvimento e sobre como

este pode ser mensurado constitui-se também um dos fatores de comprometimento da sustentabilidade da vida planetária. Para Veiga (2008), a natureza multidimensional do desenvolvimento sempre impõe limitações à definição e medição de indicadores de sustentabilidade.

Sobre a multidimensionalidade da natureza, Sen (2010) expõe que, para se presenciar a equidade social, o desenvolvimento deve ser visto como um processo de expansão das liberdades reais que as pessoas possam desfrutar. Essa compreensão contrasta com visões que restringem desenvolvimento a mero crescimento do PIB, aumento da renda per capita, industrialização de determinada área territorial, uso tecnológico e ao nível de consumo da população, esquecendo-se de outras dimensões sociais, como saúde, educação, liberdade etc.

O autor ressalta, ainda, que quase tudo “o que as pessoas conseguem realizar é influenciado por oportunidades econômicas, liberdades políticas, poderes sociais e por condições habilitadoras, como saúde adequada, educação básica, incentivo e aperfeiçoamento de iniciativas” na construção de uma vida que seja capaz de sustentar-se (SEN, 2010, p.18).

Seguindo-se esse caminho, a liberdade se apresenta como meios de expandir o novo olhar e que contemplem necessidades pessoais, pois o desenvolvimento tem de estar relacionada a boas práticas como liberdades políticas, facilidade econômica, oportunidades sociais, garantia de transparência e segurança protetora. A liberdade política é o processo democrático de participar e escolher representantes, fiscalizar e criticar; a facilidade econômica é a possibilidade de usar crédito agrícola, troca e distribuição de renda; a oportunidade social é permeada pela educação e a saúde, que evitam o analfabetismo e a morbidez; a garantia de transparência é evidenciada pela sinceridade, pela clareza nos trâmites, o que inibe a corrupção, a irresponsabilidade financeira e transações ilícitas; e, por fim, a segurança protetora é materializada pelas disposições institucionais fixas, como benefícios para os desempregados – seguro desemprego –, suplementos de renda, entre outras.

Não se desconsidera que o PIB seja a medida mais usada da atividade econômica, fundamentado em normas internacionais para o seu cálculo e em suas bases estatística e conceitual. Entretanto, no contexto da economia, ele mede principalmente a “produção de mercado – expressa em unidades de dinheiro – e, como tal,

é útil, porém tem sido muitas vezes tratado como se fosse uma medida de bem-estar econômico” (STIGLITZ; SEN; FITUOSSO, 2009, p. 12). Ademais, confundir bem-estar econômico com indicadores econômicos – função relação positiva – poderá gerar níveis duvidosos de sustentabilidade, de cidadania e decisões inadequadas à gestão pública e à privada por desconsiderar o cunho sustentável¹¹ (ROCHA; BACHA, 2000). Não seria suficiente, estabelecer programas de acesso a crédito rural a agricultura familiar, se as formas de acesso a esses programas fossem limitadas e excludentes, por razões sociais, étnicas, religiosas, políticas, dentre outras. A liberdade dos indivíduos deve ser mensurada dimensionalmente mediante a capacidade de ser: resiliente, produtiva, equidade e empoderamento.

Em relação a mensuração e sistematização a luz da sustentabilidade, Veiga (2008) considera que, ao avaliarem-se os níveis de sustentabilidade, deve-se considerar que o desenvolvimento pode ser medido e comparado num estudo de caso, mediante cada um dos indicadores conforme contexto dimensional. Ou seja, em vez de um duvidoso índice sintético, que pretenda expressar em um único número a complexidade do desenvolvimento, é preferível ter um conjunto integrado de indicadores de cunho multidimensional.

Além disso, o conjunto de indicadores deve tomar dimensões representativas, de cunho sistêmico, de modo a reduzir os agravos que possam vir a comprometer o desenvolvimento desejável local, como aquele atrelado ao conhecimento da relação homem-natureza no âmbito econômico, social, ambiental e institucional (PRIMAVESI, 2013). Entende-se como conhecimento sistêmico a atividade pela qual o homem toma consciência da realidade do meio envolvente e procura compreendê-lo e gestá-lo para desenvolver práticas sustentáveis.

Esse conhecimento pode ser empírico, na medida em que considera o saber adquirido pela experiência local, e científico, quando acumulado por meio de pesquisa bibliográfica científica e entendimento da tecnologia utilizada. Ambos serão discutidos no tópico seguinte, desenvolvimento sustentável e sustentabilidade.

11 Entendido, neste artigo, como que articula o crescimento econômico com o socioambiental e a gestão do uso dos recursos naturais, nas propriedades, objetivando disponibilizar ao menos a mesma quantidade desses recursos às populações futuras

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUSTENTABILIDADE

O conceito sustentabilidade da relação homem-natureza é uma ideia recente, uma vez que, nos países desenvolvidos, o ambientalismo somente tomou corpo dentre os anos de 1945 a 1950, o pós-guerra. E o termo sustentabilidade despontou na década de 80, institucionalizado em 1987, pela Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) de Brundtland, quando foi elaborado o relatório conhecido como Nosso Futuro Comum, e considerado como base para a definição dos princípios da biodiversidade e do futuro da geração vindoura. Nas décadas mais recentes, conferência Rio-92 e Rio+20, a discussão sobre sustentabilidade foi reforçada com definições de que todas as nações devem ajustar o desenvolvimento sob a luz de segurança alimentar e de sustentabilidade.

Porém, os debates afloraram bem antes das discussões internacionais realizadas no pós-Segunda Guerra Mundial sobre fragilidades e limitações do conceito de desenvolvimento como simplesmente crescimento econômico. Tratava-se, na verdade, de um reexame do conceito de desenvolvimento, predominantemente ligado à ideia de progresso econômico. A palavra sustentabilidade tem sua origem do latim *sus-tenere* (EHLERS, 2008), que significa sustentar ou manter. Contudo, o conceito de sustentabilidade apresentado na literatura tem inúmeras definições. Observa-se, no relatório de Fournex – documento que serviu como uma preparação para a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano de 1972 –, a existência de dois caminhos antagônicos a respeito da construção conceitual de sustentabilidade. O primeiro caminho, de cunho pessimista, focado no esgotamento dos recursos naturais e na incapacidade do progresso técnico-científico de resolver essa questão; já o segundo, otimista, apontado pelas inovações tecnológicas e pelo conhecimento científico, considerando ser possível solucionar os problemas ambientais que se apresentem.

Com a inclusão do desenvolvimento sustentável nos debates dos fóruns mundiais da década de 1970 sobre desenvolvimento, a temática era abordada mediante as dimensões econômica, social e ambiental. Até então, ao se estudar o desenvolvimento, a preocupação estava relacionada como os recursos eram utilizados, transformados e como os ganhos eram distribuídos. Com a contribuição de Sachs (2005) nesse debate ocorre a inserção nele de mais duas dimensões do desenvolvimento: a espacial e a cultural. Para o autor, o

desenvolvimento perderia o sentido se ocorresse o crescimento em detrimento da cultura da sociedade.

Essa discussão surgiu também devido a inquietações sobre os caminhos que vinham sendo tomados pelo crescimento econômico, na medida em que, havendo a preocupação com o desempenho quanto à satisfação das necessidades humanas, em muitos territórios, enquanto aos recursos naturais eram comprometidos pelo esgotamento e pela degradação ambiental.

Dessa forma, a justaposição de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável foi apontada pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD, 1987), presidida por Gro Harlem Brundtland, à época primeira-ministra da Noruega, com a incumbência de reexaminar as questões críticas do meio ambiente e do desenvolvimento, tendo como objetivo elaborar uma nova compreensão do problema, além de defender propostas de desenvolvimento sustentável de abordagens local.

Nesse cenário, o termo sustentabilidade passou a ser mundialmente conhecido e utilizado, tendo-se em vista o desenvolvimento permitir satisfazer as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades (WCED, 1987). Com essa perspectiva, o desenvolvimento econômico e a utilização racional dos recursos naturais estão inexoravelmente ligados no tempo e no espaço.

As recomendações da Conferência em Brundtland, 1987, constituíram-se em uma base para a Conferência sobre Meio Ambiente Rio-92, que teve como objetivo geral avaliar como o tema ambiental estava atrelado às políticas e ao planejamento dos países, desde a Conferência de Estocolmo de 1972. A importância dessas duas conferências – Brundtland, 1987, e Estocolmo, 1972 – para a elaboração conceitual sobre o desenvolvimento sustentável veio consolidar, ainda mais, as discussões na Conferência Rio-92, na qual se firmou a ideia de que o desenvolvimento sustentável passava a ser um compromisso de cada pessoa, uma vez que, além de usuários dos recursos naturais, todos são também provedores de informações e conhecimentos sociais, ambientais e político-institucionais (BRASIL, 1992).

Esse enfoque foi trazido, também, para a pauta da Conferência Rio+20 e, por meio do relatório, o futuro que queremos sobre sustentabilidade, em que a diversidade, cultura e étnica, consideradas

vitais para tal proposta, trazendo na essência o reconhecimento das diferenças, em que essa tríade deve-se convergir a caminhos sustentáveis. Para isso, colocou-se em pauta o papel da ciência e da inovação tecnológica, interdisciplinar, na transição para a economia verde e a erradicação da pobreza socioambiental (ONU, 2012).

O caminhar juntos, interdisciplinar, significa chegar à essência da vida planetária através do conhecimento e de informações sobre a manutenção dos recursos naturais e da vida das pessoas, as quais clamam por existir. Isso é legitimado no referido relatório, na seção Manutenção da Agricultura/Floresta, por meio de dez recomendações, dentre as quais se destacam a redução em 150 milhões de ha, do desmatamento até 2020 e a necessidade de investir em ciência, tecnologia, inovação e conhecimento local. Essas estratégias visam contribuir para se enfrentar um dos principais desafios do binômio agricultura/floresta: torná-lo produtivo sem destruí-lo e torná-lo sustentável.

Tratando da segurança alimentar, tema debatido na Rio+20, merece destaque o posicionamento de Vanda Shiva, sobre a necessidade de fazer prevalecer direitos e acesso dos produtores rurais, tradicionais às tecnologias, as quais devem permitir a utilização nos de maquinários de baixo consumo energético, elevando a produtividade e a sustentabilidade desejável. Esse entendimento fica claro quando a ONU afirma que, para “lograr un justo equilibrio entre las necesidades económicas, sociales y ambientales de las generaciones presentes y futuras, es necesario promover la armonía con la naturaleza” (ONU, 2012, p.8). A relação homem-natureza clama-se pela necessidade de informações nas diversas escalas geográficas e temporais, uma vez que os indicadores comumente utilizados, como renda per capita, produto nacional bruto, estimativas dos fluxos individuais de poluição ou de recursos não fornecem indicação suficiente sobre a sustentabilidade local por corresponder abordagens generalizadas.

Assim, os instrumentos de avaliação de diferentes parâmetros ambientais e de desenvolvimento sustentável, muitas vezes, não representam a realidade in loco, uma vez que o ideal do desenvolvimento sustentável emerge na tentativa de harmonizar crescimento econômico, equidade social e preservação ambiental. Por essa lógica, a discussão conceitual sobre desenvolvimento sustentável da agricultura modernos encontra barreiras na prática, prevalecendo a lógica de mercado em vez da lógica das necessidades humanas. Isto

é, os padrões de consumo e de acumulação da sociedade contrastam com a finitude dos recursos naturais e com os limites de assimilação e suporte impostos pela natureza.

No entender de Christen (1996), os sistemas de produção agrícolas devem ser observados nas pesquisas de avaliação da sustentabilidade por meio de dimensões, indicadores locais, combinando escalas temporais específicas. Além disso, compreende-se que, sendo a sustentabilidade mensurável a partir de indicadores, o conceito de sustentabilidade terá, eventualmente, consequências esperadas para a gestão da agricultura. Assim como existem inúmeros conceitos de sustentabilidade, também há, no universo das pesquisas, inúmeros modelos de mensurá-la.

Para a consolidação da sustentabilidade local, devem-se considerar as dimensões ambiental, social, ecológica, econômica, cultural, política e psicológica (SACHS, 2004). Por sua vez, o desenvolvimento para ser sustentável, a situação desejável é de que se sustente por aproximadamente 25 anos, considerando que os processos sociais e naturais são dinâmicos.

Nesse intuito, defende-se que a sociedade sustentável deva permitir e sustentar as modificações partindo do local para escala planetária. Caso contrário, desenvolvimento sustentável permeia pela conceituação científica, de cunho desafiador, mas irrelevante. E a avaliação de sustentabilidade da agricultura e o modo como a sociedade se apropria dos recursos naturais podem indicar formas de reverter tendências insustentáveis. Por essa leitura, um conceito de sustentabilidade aplicado a qualquer atividade desenvolvida pelo homem, rural ou urbano, deve considerar as contingências do local e do tempo.

De acordo com 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 agrícola em manter ou melhorar sua produtividade atrelada aos recursos naturais e com a aptidão socioeconômica local.

Os autores Hammond et al. (1995), Sachs (2004), Sepúlveda (2008) e Cotrim (2008) conceituam sustentabilidade como sendo um processo multidimensional e intertemporal, devendo ser praticada

na escala local e tendo como eixos dinamizadores as dimensões ambiental (resiliência), econômica (produtividade) e social (equidade e autonomia).

No contexto da agricultura sustentável a capacidade de manutenção da produção através do tempo, média de 20 anos, por meio de propriedades: resiliência, sendo a capacidade das propriedades agrícolas de manter a produtividade diante das flutuações cambiais, climáticas ou de agressões externas; produtividade, abrangendo o resultado da produtividade agrícola; equidade, focando o grau de igualdade de distribuição da produtividade do sistema agrícola entre os representantes e trabalhadores – beneficiários humanos; e a autonomia, permitindo a materialização do conhecimento em nível de: gestão, manejo e empoderamento das pessoas.

Por fim, os caminhos percorridos pela FAO (2011) sinalizam que o acesso mundial à alimentação, face à dinâmica natural, às mudanças climáticas, é também um dos desafios para sustentabilidade agrícola, ao afirmar que aproximadamente 850 milhões de pessoas passam fome no mundo – dentre estas, 820 milhões vivem em países em desenvolvimento –, e possivelmente serão afetadas pelas mudanças climáticas, debatidas por inúmeros estudos, além de problemas socioeconômicos.

ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

Para realização de algumas reflexões sobre agricultura sustentável tomou-se como viés o entendimento do desenvolvimento sustentável, o qual vem ganhando amplo destaque internacional após inúmeras discussões sobre problemas sociais, econômicos e ambientais, decorrentes do modelo de agricultura moderna¹², que ocorreu após a Segunda Guerra Mundial, mediante preocupação com a segurança alimentar e com a produção de fibras para a atual e as futuras gerações (BORLAUG, 1997).

A partir de então, ficaram evidentes os danos que o crescimento econômico e a industrialização causaram ao meio ambiente, fazendo preverem-se as dificuldades de se manter o desenvolvimento da agricultura sustentável com acelerado o esgotamento de seus recursos naturais. Esses elementos são considerados fundamentais

12 Tendo como embasamento a produção nas novas técnicas e tecnologias agrícolas.

no desenvolvimento da agricultura, evoluindo-se para um modelo agrícola que seja ecologicamente equilibrado, socialmente justo e economicamente viável, o qual depende de preceitos da prudência ecológica na relação homem – natureza (SACHS, 2005). Em que essa prática, agricultura sustentável, deve ocorrer na contemporaneidade tanto nas de forma tradicional quanto nas de forma moderna, considerando as interferências no solo, na água, no ar e na vegetação nativa, o que vem reforçar a necessidade de técnicas de interação sistêmica sobre os recursos naturais.

Essa visão sistêmica se evidencia nas definições sobre agricultura sustentável, apontadas por muitos, centradas nas áreas da ecologia, da economia e da sociologia, o que decorre do fato de haver diversos olhares sobre as condições legitimadoras da agricultura sustentável. Contudo, há certo consenso em que as diversas concepções compartilham entre si alguns objetivos: manter os recursos naturais e a produtividade agrícola em longo prazo; realizar ações produtivas e que minimizem as adversidades do meio ambiente; garantir retornos adequados aos agricultores; maximizar a produção com o uso mínimo de insumos agroquímicos; atender às necessidades sociais e à segurança alimentar (TISDELL, 1999; EHLERS, 2008; GLIESSMAN, 2009).

No entanto, refletindo por outra vertente do entendimento sobre agricultura sustentável, destacam-se outros autores tais como: Schultz (1965), Mulla e Schepers, (1997), Pierce e Nowak (1999), Christen (1996), Sepúlveda (2008), Bourlang (1997), Hespanhol (2007), Wilson e Tisdell (2011) e Benton (2012), em que apontam a necessidade de gestão da segurança alimentar, da responsabilidade socioambiental e econômica às atuais e futuras gerações.

Comungando com essa lógica, o clássico Schultz (1965) parte da premissa de que a adoção das novas tecnologias agrárias permite a elevação da renda de propriedades de prática agrícola familiar ou de agronegócio, através do aumento do cultivo, da produtividade e do lucro e, também, de que tecnologias modernas podem gerar níveis de sustentabilidade na agricultura de práticas modernas ou tradicionais. Embora situações como inundação de áreas férteis, modificação na qualidade do solo, alteração na qualidade da água, redução da mata nativa, processo erosivo, perda da biodiversidade etc. tenham originado questões socioambientais avassaladoras, o emprego de técnicas viáveis, de manejo adequado e gestão dos recursos naturais, dentre outras práticas, poderiam garantir a sustentabilidade.

Além disso, no que diz respeito à agricultura sustentável, deseja-se que a manutenção de determinado sistema agrícola tenha continuidade não dependendo apenas dos fatores biofísicos, mas também dos socioeconômicos. A forma de produção de agricultura irrigada moderna pode ser conceituada como sustentável na medida em que as interferências do homem sobre os recursos naturais tenham embasamento na prática de gestão no sentido de: preservar ou melhorar a qualidade do solo; usar racionalmente os recursos hídricos; utilizar e gerenciar insumos internos e externos; preservar a diversidade biológica; e garantir a equidade de acesso ao conhecimento científico, cultural e tecnológico de precisão.

Por sua vez, a agricultura de precisão, ou tecnológica, a qual tem como um dos efeitos desejáveis conter o desmatamento, uma vez que identifica os locais onde o cultivo do produto pode ocorrer sem invadir as áreas de floresta, e zonedar as áreas de maior ou menor produtividade na agricultura familiar ou na agricultura do agronegócio. Nesse sentido, tem-se por princípio a relevância de indicadores expressando o manejo da variabilidade dos solos, a produtividade, a logística, as comunidades culturais, dentre outras. Essas ações têm contribuído de forma relevante para consolidar e expandir a capacidade produtiva e a competitividade dos sistemas agrícolas de fruticultura, mantendo aposição relevante de áreas pontuais no mercado agrícola local e internacional.

Para os autores Mulla e Schepers (1997), sem os estudos dos indicadores a avaliação de agricultura moderna não se sustentaria a longo tempo. No pensar de Pierce e Nowak (1999), a forma de agricultura irrigada moderna configura-se com aplicação de técnicas e novas tecnologia abrangentes quanto à variabilidade espacial, climática e temporal, associada à característica dos sistemas agrícolas de aumentar a produtividade. Assim, a agricultura sustentável deve traçar sua essência sem perder o foco da manutenção dos recursos naturais – solo, água e vegetação –, tecnológicos e culturais.

Ademais, Christen (1996) considera a agricultura sustentável, aquela que mantém propriedades: equidade entre gerações, atenção a recursos naturais, diversidade biológica, viabilidade econômica e segurança alimentar, por aproximadamente 25 anos.

Desse modo, o entendimento do conceito de agricultura sustentável tem sido criticado, principalmente, pela pouca ênfase dada aos aspectos da produtividade e pela ausência consensual

sobre como equilibrar as diferentes formas de sustentabilidade num sistema produtivo agrícola. Há certo consenso, neste estudo, sobre, realmente, ser um grande desafio desenvolver prática e pesquisa em agricultura sustentável, por ser um processo que abrange interesses multidimensionais e de extrema complexidade sociocultural.

Entretanto, diante da natureza complexa desse desafio, a avaliação de sistemas e projetos rurais interdisciplinares é importante, na medida em que contribuirá para práticas agrícolas sustentáveis, sobretudo porque requer mudanças subjetivas de hábitos e gestão de política-institucional, num período de aproximadamente 20 anos (SEPÚLVEDA, 2008).

Por conseguinte, a expressão de Norman Borlaug, de não existir refeição grátis, percola a noção de sustentabilidade da agricultura, ao estar diretamente associada à possibilidade de manter-se a produtividade ao longo do tempo, conservando-se, ou melhorando-se, a base dos recursos naturais solo e água, mantenedores da atividade agrícola. No que diz respeito à agricultura irrigada, considerada como principais suportes de demanda alimentar, a aplicação de tecnologias agrícola visa melhorar o cultivo e defender uma maior atenção à morbidez de população, à desnutrição, à fome e à insegurança alimentar de áreas como na América Latina, na Ásia, no Oriente Médio e na África (BOURLANG, 1988).

No pensar de Benton (2012), caso se tenha duas práticas agrícolas de mesmo cultivo, mas de diferentes formas de produção, dentre elas uma é melhor para o ambiente: esta será mais sustentável. Porém, o que normalmente acontece é que a prática mais sustentável tem uma produção menor, o que o leva a indagar: qual seria o custo de aumentar a produção, se um país de forma de produção transição, baixa produtividade, precisaria adquirir alimentos e energias de outros de forma de produção moderna? O pensar desse autor expressa que é necessário manter equilíbrio entre o uso da terra de cultivo e o uso da terra para proteção permanente – conservação da biodiversidade -, visto que áreas diferentes têm aptidões para diferentes práticas agroambientais. Nesse sentido, “a agricultura sustentável precisa ser gerenciada de forma sistêmica, [...] não apenas com foco isolado nas fazendas, nem só em escala nacional”, mas com uma visão interligando local ao global (BENTON, 2012, p.1).

Isso repercutiu no viés empresarial de sementes geneticamente modificadas, em que o entendimento de sustentabilidade segue uma

vertente e as organizações não governamentais (ONGS) o expressam de outra, o que tem revelado os conflitos de interesses políticos e econômicos entre essas duas concepções. Tem-se detectado que, para as empresas vinculadas ao pacote tecnológico, a agricultura sustentável é compatível com o padrão da modernização quando praticada com racionalidade e gestão agrícola. Já para a maioria das ONGs, agricultura sustentável é aquela que visa, sobretudo, seguir um modelo socioeconômico baseado na equidade no uso dos recursos naturais e que levam em consideração as questões cultural e ambiental (HESPANHOL, 2007).

Considerando-se que as atividades agrícolas familiares são concebidas pelo padrão convencional de produção, a agricultura sustentável pode ser praticada a partir do uso do avanço tecnológico, da biotecnologia e de sistemas adequados de manejo dos recursos naturais que possam garantir a exploração ao longo do tempo, sem maiores comprometimentos, com resiliência, equidade e equilíbrio. Todavia, é necessário considerar-se que tanto na agricultura tradicional, quanto na agricultura moderna, permeiam-se algumas similitudes quanto à prática de irrigação, dentre outras e heterogeneidades quanto ao uso de insumos, de tecnologias, de energia, dentre outros, porém considerando diferentes escalas.

Existem, contudo, no Brasil, certa parcela de propriedades agrícolas adotando formas de cultivo legalizado, menos agressivo, assim como iniciativas ligadas à adequação de produção integrada de frutas (PIF)¹³. Para que essa agricultura irrigada seja aplicada, como tem sido concebida na lógica do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), muito se tem discutido a necessidade de repensar os paradigmas norteadores de agricultura sustentável, pois se acredita que a gestão de insumos industriais, de agroquímicos, de manejo, dentre outras, seriam medidas significativas à construção dessa agricultura (PORTOCARRERO, 2005; FERREIRA, 2008).

Sobre essa lógica, toma-se as reflexões Wilson e Tisdell (2011) em que ambos destacam que o crescente aumento do uso de agroquímicos tem sido acompanhado de um incremento considerável das pesquisas e do desenvolvimento (P&D) das indústrias químicas e dos institutos de pesquisas, o que pode ter contribuído aos

13 Tem como objetivo o desenvolvimento socioeconômico e respeito ao equilíbrio e às limitações dos recursos naturais visando definir um novo cenário para a produção de fruticultura irrigada

investimentos e à produção de pesquisas de técnicas de manejo integrado de pragas (MIP) e de alternativas ecológicas, que não têm tido atenção com algum rigor.

Expandem-se, dessa maneira, o fortalecimento das diferentes perspectivas no que concerne à agricultura sustentável. Para alguns, a aplicação racional de técnicas já disponíveis na exploração dos recursos naturais é suficiente para se atingirem patamares sustentáveis, enquanto, para outros, a concretização dessas técnicas requer alterações significativas no padrão de desenvolvimento existente (HESPANHOL, 2007).

Nesse sentido, a construção de uma agricultura sustentável deveria passar por uma abordagem interdisciplinar, considerando-se a complexidade da superposição dos indicadores de sustentabilidade. Muito se tem divulgado que não existem ainda respostas simples para as questões relacionadas à agricultura sustentável. Diferentemente do que tem ocorrido com pacotes tecnológicos, é muito pouco provável que possa existir algo como pacotes de agricultura sustentável, prontos para ser aplicada nas atividades agrícolas, por permear essa questão a complexidade socioambiental e biofísica, na relação homem-natureza.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a discussão sobre agricultura sustentável considera que as formas de agricultura tradicional (familiar) ou moderna (agronegócio), nas diversas escalas, utilizam em suas práticas, recursos naturais, tecnológicos e humanos, e que devem destacar no seu processo de produção práticas dinamizadoras à agricultura sustentável, consideradas inerentes ao desenvolvimento local.

Além disso, considerando a proposta de reflexões sobre agricultura sustentável, conclui-se tanto na agricultura tradicional, familiar, quanto na agricultura moderna, do agronegócio, requer que seja desenvolvida por instituições de ensino e de fomento, capacitação, investimentos e fiscalização pelos órgãos competentes, abrangendo as dimensões ambientais, econômicas, sociais e institucionais para que seja desenvolvido o aumento de produtividade, da gestão dos recursos naturais sob a ótica da agricultura sustentável nas esferas tradicional e moderna.

Sendo que ambas estão cada vez mais atreladas à utilização de tecnologias e da necessidade de conhecimento, sobre agricultura sustentável, para que possam sinalizar para construir no cotidiano a segurança alimentar por meio de técnicas necessárias para auxiliar na construção sustentável da agricultura tradicional e moderna, como também na formulação de políticas públicas e privadas com rigor equitativo, planos, programas e projetos que possam auxiliar e estimular a adoção de boas práticas e técnicas voltadas à conservação do solo e da água; restauração florestal nativa; manutenção da fertilidade do solo e da biodiversidade local; adoção de programas de pagamento por serviços ambientais exemplos concretos de políticas e programas em execução e no reconhecimento de práticas agrícolas sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 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.

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, p.5.

BRASIL. Agenda 21. MMA, 1992. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 10 maio 2012.

CHRISTEN, O. Sustainable agriculture: history, concept and consequences for research, education and extension. Berichte Uber Landwirtschaft, 1996. 74(1), 66-86. Disponível em: <<http://www.mendeley.com>>. Acesso em: 20 jun.2011.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO.

Nosso futuro comum. Rio de Janeiro: FGV, 1998.

COTRIM, D. S. Agroecologia, sustentabilidade e os pescadores artesanais: o caso de Tramandaí-RS. 2008. 197 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) –Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

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

EHLERS, E. Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma. São Paulo: Agropecuária, 2008.

FERREIRA, C. M. Fundamentos para a implantação e avaliação da produção sustentável de grãos. Santo Antônio de Goiás: Embrapa arroz e feijão, 2008.

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

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.

HESPANHOL, A. N. Agricultura, desenvolvimento e sustentabilidade. In:_____. Abordagens teórico-metodológicas em geografia agrária. RJ: Editora EDUERJ, 2007, p.179-198.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Técnicas de pesquisa. São Paulo: Atlas, 1996.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. Lei nº 12.651/ 2012/Decreto nº 7.830. Cadastro ambiental rural. Brasília: MMA, 2014. Disponível em: < <http://www.car.gov.br/#/>>. Acesso em: 24 jun.2013.

MIGUEL, L. de A. Dinâmica e diferenciação de sistemas agrários. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

MULLA, D. J.; SCHEPERS, J. S. Key process and properties for site-specific soil and crop management. In: PIERCE, F. J.; SADLER, E. J. The state of site-specific management for agriculture. Madison: ASA: CSSA: SSSA, 1997. p. 1-18.

ORGANISATION LAS NACIONES UNIDAS. El futuro que queremos. Rio de Janeiro: ONU, 2012. Disponível em: <<http://www.uncsd2012.org>>. Acesso em: 12 jul. 2012.

PORTOCARRERO, M. A. Instrução normativa nº 001/20/01/2005. Rio de Janeiro: MAPA, 2005. Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br/pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2012.

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

ROCHA, D. P. e BACHA, C. J. C. A preocupação das políticas públicas com a sustentabilidade dos recursos florestais em Rondônia. Revista de Economia e Sociologia Rural. v. 38, n. 3, p. 09 – 40, jul./set., 2000.

SACHS, I. Desenvolvimento sustentável: desafio do século XXI. Ambiente & Sociedade, v. 7, n. 2, jul./dez., 2004. Disponível em: <<http://www.redalyc.org>>. Acesso em: 12 mar. 2012.

_____. Desenvolvimento: incluyente, sustentável, sustentado. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

SANTOS, M. A natureza do espaço: técnicas e tempo, razão e emoção. Rio de Janeiro: Hucitec, 1997.

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

SEN, K. A. Desenvolvimento como liberdade. São Paulo, Companhia das Letras, 2010.

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

STIGLITZ, J. E.; SEN, A.; FITUOSSI, J. Report by the commission on the measurement of economic performance and social progress. Paris: CMEPSP, 2009. Disponível em : < http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/documents/rapport_anglais.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2013.

THOMAS, V. A. et al. A qualidade do crescimento. São Paulo: Editora UNESP, 2002.

TISDELL, C. Biodiversity, conservation and sustainable

development. EUA: Edward Elgar,1999. Disponível em: <<http://www.clubedomeioambiente.com/site/index.php>>. Acesso em: 7 maio 2012.

VEIGA, J. E. da. Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. Our common future. Oxford: Oxford University Press, 1987. Disponível em: < <http://www.un-documents.net>>. Acesso em: 20 jan.2013.

WILSON, C; TISDELL, C. Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs? Ecological economics, 2001. Disponível em: <http://www.upi-yptk.ac.id/Ekonomi/Wilson_Why.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2013.

A PRÁTICA DA HORTIFRUTICULTURA DE BASE FAMILIAR NO MUNICÍPIO DE CEARÁ-MIRIM-RN: ASPECTOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E ECONÔMICOS

Luiz Eduardo Lima de Melo¹⁴

Gesinaldo Ataíde Cândido¹⁵

O desenvolvimento agrário, baseado nas técnicas da “Revolução Verde”, vem gerando sérios problemas socioambientais, pois a alta tecnologia aliada à elevada produtividade contribui para o êxodo rural, a concentração de renda, a perda da estética da paisagem e da qualidade ambiental, não se configurando, assim, como sustentável e duradouro (VEIGA, 2002).

Portanto, a agricultura para ser sustentável exige que se leve em conta, simultaneamente, as dimensões econômica, ecológica e social, isto é, impõe a combinação de eficácia econômica e gestão racional do meio ambiente e do tecido social. Como toda atividade produtiva, a agricultura deve ser economicamente viável, ecologicamente saudável e socialmente equitativa (ANGLADE, 1999).

Existe, de acordo com Veiga (2001), uma proposta de desenvolvimento de base territorial que visa ao desenvolvimento rural sem especialização produtiva, mas com diversificação econômica, tendo por base as propriedades de caráter familiar, o que pode ser considerado como ideal do ponto de vista da sustentabilidade.

14 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.

15 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.

Para Cândido (2010), nas últimas décadas, a agricultura familiar vem sendo 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.

No Rio Grande do Norte, existem cerca de 71.210 pequenas propriedades rurais familiares, que correspondem a 86% do total das propriedades agrícolas, sendo a agricultura familiar responsável por 90% da produção de arroz no estado, 86% da de feijão, 61% da de mandioca e 83% da produção de milho. Neste estado, as unidades familiares ocupam 33% da área dos estabelecimentos agrícolas e detêm 77% das pessoas que trabalham no meio rural (BRASIL, 2006; 2010).

O município de Ceará-Mirim - RN, área de estudo desta pesquisa, está localizado no litoral Norte Potiguar e possui uma forte vocação para a agricultura familiar. Em 2012, neste município, existiam, aproximadamente, 1.069 propriedades agrícolas familiares, das quais 75 encontravam-se produzindo de forma “orgânica”. As demais propriedades familiares existentes no município desenvolviam suas práticas agrícolas de forma “convencional”, ou se estavam em processo de “transição agroecológica”, apresentando características produtivas intermediárias entre os sistemas convencional e orgânico.

Este trabalho, portanto, teve por objetivo caracterizar a prática da hortifruticultura de base familiar neste município, ao longo do ano de 2012, enfocando os principais aspectos ambientais, sociais e econômicos envolvidos no processo produtivo.

Para tanto, foram levantados dados secundários em sites oficiais, sendo os dados primários coletados “in loco”, através de aplicação de questionário durante as visitas às propriedades estudadas.

A AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL

Tem sido intenso o debate sobre os agroecossistemas de base familiar, seus elementos caracterizadores, sua dinâmica, viabilidade e lógica econômica, como afirmou Guanziroli (2001). Para o autor, o

elemento-chave mais importante para definir os produtores familiares é que sua produção está baseada na mão-de-obra familiar. Desta forma, as unidades de produção familiares não recorrem à mão-de-obra assalariada, a não ser de forma ocasional ou em quantidade inferior à mão-de-obra familiar.

Na divulgação do Censo Agropecuário de 2006, o IBGE passou a utilizar, para medir a concentração/distribuição fundiária, o dispositivo da Lei da Agricultura Familiar nº 11.326, de 24 de julho de 2003, que conceitua a agricultura familiar como a que é praticada em estabelecimento rural de até 04 módulos fiscais da sua área, dirigido por um membro da família, com mão-de-obra predominantemente familiar e cuja renda é composta majoritariamente por meio das atividades agrícolas (BRASIL, 2006).

Tentando estabelecer as diferenças básicas entre a agricultura patronal e familiar, Vieira (2005) esclarece que, no modelo patronal, existe uma completa separação entre gestão e trabalho, uma organização centralizada, ênfase na especialização e em práticas agrícolas padronizáveis e predominância do trabalho assalariado.

Wanderley (2000) destaca que a reivindicação da ruralidade no Brasil tem buscado na valorização da agricultura familiar o modelo de desenvolvimento rural local e sustentável. Segundo ele, o espaço rural compreendido como um espaço singular de reprodução social é um grande norteador quando aponta o modelo de agricultura familiar como o “locos” para se atingir a sustentabilidade pelas suas características de produção e produtividade, com inclusão social, geração de renda e produção de alimentos, associando, assim, a sustentabilidade.

Em linhas gerais, os empreendimentos familiares têm duas características principais: são administrados pelos membros da própria família, que neles trabalham diretamente, com ou sem o auxílio de terceiros. Destaca-se que a gestão é familiar e o trabalho é predominantemente dos seus membros, embora com alguma contratação de serviços eventuais de mão-de-obra. O estabelecimento familiar é, ao mesmo tempo, uma unidade de produção e de consumo; uma unidade de produção e de reprodução social (BRASIL, 2007a).

Vieira (2005) ressalta que são diversas as tentativas de se estabelecerem as bases estatísticas, pelo número de empregados e pelo tamanho das propriedades, de forma a definir o que seja uma

agricultura familiar, especialmente tendo em vista a ação das políticas públicas para o setor. Para este autor, tão importante quanto definir com dados estatísticos, é a compreensão da agricultura familiar pela sua dinâmica interna, associada à sua origem e à forma de se relacionar com seu entorno.

Segundo Oliveira (2007), a agricultura familiar produz 40% da riqueza gerada no campo no Brasil, sendo mais de quatro milhões de agricultores (84% dos trabalhadores rurais brasileiros) que vivem em pequenas propriedades e produzem a maior parte da comida que chega à mesa dos brasileiros. Conforme o autor, quase 70% do feijão vem da agricultura familiar, assim como 84% da mandioca, 58% da produção de suínos, 54% do leite bovino, 49% do milho e 40% das aves e ovos produzidos em nosso país.

Denardi (2001) ressalta que o governo brasileiro vem enfrentando um desafio no sentido de avançar em questões de sistemas de produção alternativos e sustentáveis, enfatizando as virtudes e limitações das políticas públicas voltadas para a agricultura familiar, principalmente aquelas relacionadas com a previdência social rural e com o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF).

Para este autor, o fortalecimento da agricultura familiar no Brasil e a busca de caminhos alternativos para uma agricultura sustentável, salientando o foco nas dimensões econômicas, sociais e ambientais, tem levado a agricultura familiar ao desenvolvimento de atividades com base ecológica.

Gomes (2004) enfatiza que a sustentabilidade da agricultura familiar está vinculada à capacidade dos agricultores conservarem ou aumentarem sua qualidade de vida, mantendo e garantindo recursos para as próximas gerações.

Verona (2008) sustenta que a agricultura familiar apresenta papel fundamental quando abordado o assunto sustentabilidade, destacando-se como produtora de alimentos para a sociedade, como prestadora de serviços ambientais e estreitamente relacionada a situações sociais e econômicas dos países.

A agricultura familiar é, portanto, uma das principais responsáveis pela manutenção do trabalhador no campo e, conseqüentemente, um dos maiores agentes de redução do êxodo rural no Brasil.

Segundo Ehlers (1999), a transição para uma agricultura sustentável é fundamental para o fortalecimento e expansão da agricultura familiar. Conforme o autor, a agricultura familiar foi relegada para um segundo plano, principalmente quanto ao crédito agrícola. Porém, na transição para uma agricultura sustentável, a agricultura familiar será mais vantajosa que a patronal, seja pelo tamanho, diversidade de cultivos, flexibilidade e a aptidão para a conservação dos recursos naturais.

METODOLOGIA DE PESQUISA

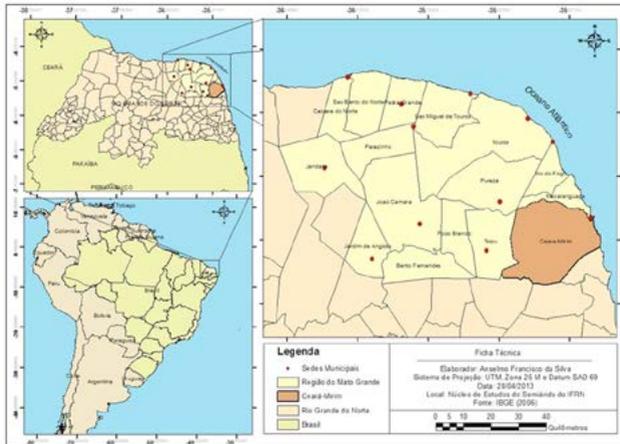
Caracterização da Área de Estudo

O município de Ceará-Mirim localiza-se na microrregião do Litoral Nordeste, na mesorregião do Leste Potiguar. De acordo com o censo realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) no ano de 2007, sua população era de 65.450 habitantes, dos quais 32.503 habitavam a zona rural. Possui uma área territorial de 739,7 Km², sendo o terceiro maior município do seu território (BRASIL, 2007b).

O município em questão faz parte do Território Rural do Mato Grande, que abrange uma área de 5.732 Km², sendo composto por outros 15 municípios (figura 1): Bento Fernandes, Caiçara do Norte, Jandaíra, João Câmara, Maxaranguape, Parazinho, Pedra Grande, Poço Branco, Pureza, Rio do Fogo, São Bento do Norte, São Miguel do Gostoso, Taipu e Touros (BRASIL, 2010).

O Território do Mato Grande, segundo dados do IBGE de 2007, concentrava cerca de 7% da população do Estado. A população rural do Território era de 113.054 habitantes, predominando sobre a população urbana que contava com 104.465, o que correspondia a 51,6% do total (BRASIL, 2007b).

Figura 1 - Mapa do Território Rural do Mato Grande, com os seus 16 municípios.



Fonte: Banco de dados do IBGE (2006); Elaborado por: Anselmo Francisco da Silva.

O Território do Mato Grande concentra um número significativo de estabelecimentos rurais com até 10 hectares, totalizando 3.777 hectares. Cinco municípios se destacam pela quantidade de estabelecimentos desse tipo, sendo eles, Caiçara do Norte (80%), Ceará-Mirim (68,98%), Rio do Fogo (63,64%), Taipu (58,33%), Jardim de Angicos (55,75%) e Touros (55,20%).

Existem, no Território, 5.124 famílias assentadas pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA. A área total desses assentamentos é de 126.557 hectares (BRASIL, 2010). O Território conta com assentamentos na maioria dos seus municípios.

No Território do Mato Grande, a interface entre os setores primários e secundários estimulam o desenvolvimento das atividades agroindustriais, notadamente nos municípios de Ceará-Mirim, João Câmara e Touros, pelo fato de existir um expressivo número de estabelecimentos agroindustriais. Vale destacar as agroindústrias de açúcar, pesca, camarão, beneficiamento de milho, polpa de fruta, doces, castanha do caju, mel, dentre outras (BRASIL, 2010).

O setor de comércio e serviços são características de cidades de médio porte que polarizam o entorno dos demais municípios. Neste sentido, os municípios mais expressivos são Ceará-Mirim, João

Câmara e Touros, tendo em vista sua posição geográfica em relação à malha viária, com fluxo intenso para a capital.

Segundo os dados do IBGE, a condição legal das terras está condicionada ao tipo de estabelecimento agrícola. Destes estabelecimentos, 64,27% são próprios, com maior concentração nos municípios de Touros (1.329), Ceará-Mirim (762) e João Câmara (671) (BRASIL, 2006).

Delimitação da população alvo e das amostras

Em Ceará-Mirim, conforme dados do Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA), existiam, no ano de 2012, 21 projetos de assentamento rural, contemplando, aproximadamente, 1.069 famílias e ocupando um total de 12.946 hectares de área, conforme mostram as tabelas 1, 2 e 3 (BRASIL, 2010).

Na ocasião da pesquisa, segundo informações da Secretaria Municipal de Agricultura do município, do total de propriedades familiares existentes no município, cerca de 80%, ou seja, 855 delas tinham como atividade agrícola predominante a “hortifruticultura”, sendo, portanto, o alvo deste estudo. Considerou-se como hortifruticultores aqueles agricultores que, no momento desta pesquisa, produziam, simultaneamente, frutas e hortaliças em suas propriedades.

Das 855 unidades agrícolas familiares, portanto, que trabalhavam com hortifruticultura no município, 75 o faziam de forma orgânica, tendo recebido treinamento pelo programa de Produção Agroecológica Integrada e Sustentável (PAIS), através do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), em parceria com o Banco do Brasil.

O programa PAIS busca capacitar às unidades agrícolas familiares, de forma que elas se adequem às exigências técnicas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e possam ser certificadas para a produção orgânica. Das 75 propriedades orgânicas existentes, somente 10 encontravam-se certificadas.

Ainda, segundo informações da Secretaria Municipal de Agricultura, das 780 propriedades restantes, 546 (70%) podiam ser consideradas convencionais, pois faziam uso simultâneo de fertilizantes químicos e agrotóxicos (agroquímicos) em seus cultivos.

As 234 propriedades (30%) que não podiam ser classificadas como convencionais, muito menos como orgânicas, foram denominadas propriedades em transição agroecológica ou, simplesmente, “em transição”. Neste caso, aquelas propriedades que usavam somente fertilizantes naturais em seus cultivos, mas que, eventualmente, aplicavam pesticidas químicos no controle de pragas, ou vice-versa, se enquadravam nesta classificação. Como também, as propriedades que usavam somente fertilizantes e pesticidas naturais, mas ainda não tinham suas práticas agrícolas padronizadas pelo Ministério da Agricultura.

Determinou-se, portanto, 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. Desta população total, delimitou-se três subpopulações ou amostras a serem estudados, de acordo com o seu sistema de produção agrícola: o das propriedades convencionais, o das propriedades em transição agroecológica e o das orgânicas.

O primeiro grupo era, portanto, formado pelas 546 propriedades familiares do município que produziam de forma convencional. O segundo grupo pesquisado era constituído pelas 234 propriedades familiares que encontravam-se em transição agroecológica. O terceiro grupo era, então, composto pelas 75 propriedades que produziam de forma orgânica pelo programa PAIS do SEBRAE.

Inicialmente, foi feita uma amostragem do tipo “piloto”, tomando-se uma amostra de 30 propriedades familiares (10 de cada tipo), com o intuito de se conhecer melhor a população a ser estudada, para que se pudesse determinar o tipo mais adequado de amostragem definitiva a ser realizada para a pesquisa.

Devido às diferenças observadas entre os três grupos estudados, optou-se por se realizar uma amostragem do tipo “probabilística estratificada proporcional”. Probabilística no sentido em que é uma técnica rigorosamente científica, isenta de subjetividade por parte do pesquisador, onde a seleção dos elementos que vão compor a amostra é feita aleatoriamente, de tal forma que cada elemento tem uma probabilidade conhecida, diferente de zero, de fazer parte daquela amostra.

A amostragem probabilística estratificada consiste em dividir a população em subgrupos (estratos), de forma que haja uma homogeneidade dentro dos estratos e uma heterogeneidade entre eles. A partir daí, a retirada dos elementos que vão compor cada

amostra é feita de forma aleatória simples. A definição dos estratos pode ser de acordo com o sexo, idade, renda, grau de instrução, ou, como no caso desta pesquisa, de acordo com o modelo agrícola produtivo praticado (GIL,1999).

Na amostragem estratificada proporcional, o número de elementos que irão compor a amostra será proporcional ao número total de elementos que compõem o grupo ou estrato. A partir de cada um dos grupos, então, foi delimitada uma amostra com um número mínimo de propriedades, que fosse estatisticamente representativa, onde foi aplicada a metodologia de avaliação de sustentabilidade, adaptada para o município a partir do método IDEA.

Para determinação dos tamanhos das amostras representativas para cada grupo de propriedades, utilizou-se a metodologia geral proposta por Krejcie e Morgan (1970).

De acordo com esta metodologia, os tamanhos das amostras a serem pesquisadas nos sistemas convencional, em transição e orgânico seriam de, respectivamente, 226, 148 e 63 propriedades. No entanto, como não foi possível entrevistar-se o total de 437 propriedades, decidiu-se reduzir, de forma proporcional, o tamanho das amostras.

Optou-se, então, por reduzir-se os tamanhos das amostras pela metade, de forma que, ao final, as mesmas ainda correspondessem, a pelo menos, 20% do tamanho da sua população original. Sendo assim, os tamanhos das amostras foram definidos como sendo de 113 propriedades convencionais, 74 propriedades em transição, e 32 propriedades orgânicas, perfazendo um total de 219 propriedades entrevistadas.

Após determinar-se o tamanho de cada amostra, iniciou-se a aplicação do questionário de coleta de dados nas propriedades agrícolas. A seleção das propriedades para aplicação do questionário era feita de forma aleatória, sendo as mesmas contabilizadas, de acordo com o seu sistema produtivo, à medida que iam sendo entrevistadas, até se atingir o número mínimo de propriedades exigido para cada amostra.

Ao longo da coleta de dados, buscou-se abranger o maior número possível de assentamentos rurais, no intuito de tornar as amostras o mais representativas possível. A pesquisa foi realizada em 16 assentamentos rurais, onde se encontravam distribuídas as 219 unidades agrícolas familiares pesquisadas.

Os assentamentos pesquisados no município de Ceará-Mirim foram os seguintes: Nova Esperança II, Santa Luzia, União, Padre Cícero, Marcoalhado I, Aliança, Rosário, Águas Vivas, Ponta do Mato, Timbó, Oitizeiro, São João Batista, Carlos Marighella, São Sebastião, Vitória e Riachão II.

Coleta de dados primários

A coleta de dados primários foi feita nas 219 propriedades agrícolas familiares, através de entrevista do tipo estruturada, realizada diretamente com os agricultores, utilizando-se um questionário com perguntas dirigidas.

Gil (1999) explica que a entrevista estruturada desenvolve-se a partir de uma relação fixa de perguntas, cuja ordem e redação permanecem invariáveis para todos os entrevistados, que geralmente são em grande número. Esta lista de perguntas é frequentemente chamada de “questionário” ou “formulário”.

Calorio (1997) fala da importância das entrevistas na coleta de dados, nos trabalhos onde se busca caracterizar um agroecossistema. Para ele, a entrevista deve levar em consideração múltiplos aspectos de uma mesma unidade, de modo a manter a coerência com o método de abordagem sistêmica adotado pela pesquisa.

Ainda, segundo este autor, os cuidados nas entrevistas devem ser redobrados para a pesquisa em unidades de produção familiar, que em geral são diversificadas, exigindo minúcia na coleta e no registro das informações. Geralmente os agricultores possuem pouco ou nenhum registro por escrito. O agricultor busca em sua memória os dados, que podem não ser exatos, fato esse que exige paciência e disponibilidade do entrevistador em buscar essa informação, que pode não estar disponível prontamente.

CARACTERIZAÇÃO DA HORTIFRUTICULTURA FAMILIAR EM CEARÁ-MIRIM

Aspectos ambientais

Do total de propriedades familiares que trabalham com hortifruticultura no município, 63,8% são “convencionais”, 8,8 são “orgânicas” e 27,4% estão em “transição agroecológica”. Entre as orgânicas, apenas 13,3% são certificadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

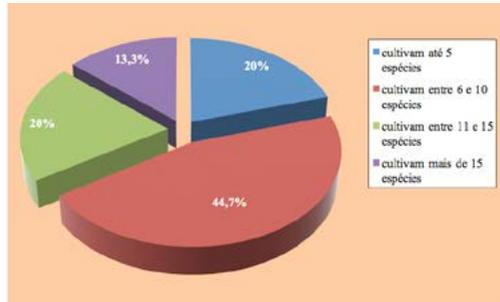
No município de Ceará-Mirim, é cultivada uma média de 9,5 espécies vegetais por propriedade familiar, bem como uma média de 2,5 variedades diferentes nessas espécies. A figura 2 mostra os percentuais de propriedades e as respectivas quantidades de espécies cultivadas.

As espécies vegetais mais cultivadas são as seguintes: maracujá, coco, melancia, acerola, mamão, banana, abacaxi, caju, graviola, goiaba, feijão, jerimum, mandioca, macaxeira, milho, batata doce, hortelã, berinjela, alface, coentro, rúcula, cebolinha, salsa, pimentão, tomate, quiabo, manjeriço e couve. A figura 3 nos dá uma ideia da diversidade de culturas encontradas em algumas das propriedades visitadas.

Quanto à diversidade animal, encontrou-se uma média de 2,7 espécies por propriedade, em sua maioria equinos, suínos, bovinos e aves. Em cerca de 76,7% das propriedades visitadas, as espécies animais presentes não apresentavam raças diferentes.

Segundo informações dos agricultores, em torno de 40% das espécies vegetais por eles cultivadas são nativas da região. Como exemplos, temos o caju, o maracujá, a goiaba, a macaxeira, a mandioca, o coentro, a cebolinha, os feijões verde e macassar, o jerimum, a batata doce, entre outros. O mesmo não acontece com as espécies animais, que em sua maioria são mestiças ou provenientes de outras regiões ou países.

Figura 2 – Percentuais de propriedades familiares e as respectivas quantidades de espécies vegetais cultivadas.



Fonte: O autor (2012).

Figura 3 – Área de cultivo de uma propriedade agrícola familiar, mostrando a grande diversidade de espécies vegetais cultivadas.



Fonte: O autor (2012).

Em relação aos padrões de cultivo existentes, observou-se que, em 53,3% das propriedades, nenhuma das culturas ultrapassa $\frac{1}{4}$ da área total destinada ao cultivo. Constatou-se, também, que a área total de cultivo, em 63,3% das propriedades, é menor que 2 hectares. Além disso, 77,3% dos agricultores realizam rotação de culturas e 93,3% deles fazem cultivo consorciado.

No que diz respeito à existência de áreas naturais preservadas dentro das propriedades ou próximas a elas, 90% dos agricultores entrevistados disseram existir matas nativas preservadas, sendo que, em 53,3% dos casos, as áreas preservadas são maiores que suas áreas de cultivo.

Quanto ao tipo de fertilização praticado nessas propriedades, 6,7% dos agricultores usam somente fertilizantes “químicos”, 33,3% usam somente fertilizantes “naturais”, e 60% deles utilizam os dois tipos de fertilizantes.

No que se refere à adubação natural realizada, 46,7% dos agricultores aplicam esterco e/ou composto orgânico no solo em uma área superior a 20% de sua área total de cultivo. A grande maioria deles (86,7%) cultiva uma cultura recuperadora de nitrogênio, no caso um ou dois tipos de feijão (leguminosa), em regime de rotação ou de forma consorciada com outras culturas.

O controle de pragas é feito pelos agricultores através do uso de pesticidas naturais e/ou químicos. Os pesticidas naturais usados são de fabricação caseira e têm composição variável, consistindo basicamente de chás feitos a partir de triturados de sementes e folhas de algumas espécies de plantas, juntamente com outras substâncias, como urina de vaca, fumo, etc.

A aplicação dos pesticidas, sejam naturais ou químicos, é feita de forma seletiva, somente nas culturas afetadas e enquanto está ocorrendo a praga. O grau de toxicidade dos pesticidas químicos usados varia de “altamente” a “medianamente” tóxico em 60% das propriedades entrevistadas.

Quanto às formas de irrigação utilizadas, 76,7% dos hortifruticultores familiares irrigam seus cultivos, seja por “gotejamento”, “rega manual”, “micro aspersão” ou “aspersão”. Os demais (23,3%) praticam agricultura de “sequeiro”, sem irrigação. A irrigação localizada por gotejamento abrange até metade da área cultivada em 83,4% das propriedades, não havendo rotação de parcelas irrigadas em 87% dos casos.

Em relação aos cuidados com o solo, em 43,3% das propriedades, a área cultivada ocupa 80% ou mais da superfície total destinada para o plantio. Cerca de 33,3% dos agricultores queimam a palha (restos de capim, galhos, folhas) restante do cultivo, enquanto os demais a utilizam na produção de composto orgânico.

Quanto à destinação final dos resíduos sólidos não orgânicos, 10% dos agricultores os vendem para reciclagem, 86,7% enterram e/ou queimam na propriedade, e apenas 3,3% lançam os resíduos a céu aberto.

No que diz respeito ao destino dos resíduos orgânicos gerados nas propriedades, 93,3% dos agricultores usam esterco e/ou

composto orgânico em seus cultivos. Todos eles lançam os dejetos sanitários (fezes e urina) em fossas, sendo que 80% jogam suas águas de lavagem (louça, banho, roupa) no quintal, para irrigação de árvores frutíferas.

No tocante ao consumo energético nas propriedades, constatou-se que a maioria delas (70%) apresenta um consumo de até 250 kW/mês, e somente 10% delas apresentam um consumo acima de 750 kW/mês, encontrando-se um valor médio de 271 kW/mês por propriedade.

Aspectos Sociais

Cerca de 80% dos hortifruticultores fazem parte de alguma entidade de classe, de sindicatos ou associações de produtores rurais. Encontrou-se uma média de 1,7 agricultores associados e/ou sindicalizados por propriedade, e destes, em média 1 agricultor faz parte de alguma diretoria.

Todos os agricultores entrevistados disseram ter suas residências localizadas bem próximas à área de cultivo, dentro do próprio assentamento ou comunidade rural, o que facilita bastante a integração social entre eles.

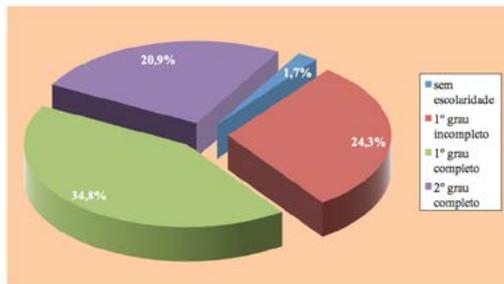
Com relação à geração de empregos pela prática da hortifruticultura familiar no município, constatou-se uma média de 3,4 empregos fixos e 1,3 empregos temporários por propriedade. Verificou-se, também, que 73,3% das propriedades compartilham equipamentos e ferramentas entre si, tais como tratores, poços tubulares, cacimbões, bombas e caixas d'água, e que 40% dos agricultores costumam trabalhar em regime de mutirão.

Quanto à capacidade das propriedades se manterem produtivas ao longo do tempo (perenidade provável), verificou-se que 63,3% já produzem por um período de 10 anos ou mais, e somente 3,3% delas produzem por um tempo menor que 5 anos. O tempo médio de produção das propriedades agrícolas familiares em Ceará-Mirim fica em torno de 10,6 anos.

No que se refere à autonomia em relação aos recursos locais, 100% dos hortifruticultores obtêm, na própria localidade, a ração usada na alimentação animal e os fertilizantes orgânicos usados em seus cultivos. Os produtos de origem animal, tais como carne, ovos, leite, queijo, também são provenientes da localidade onde eles vivem.

Constatou-se que o nível de analfabetismo entre os agricultores e seus familiares é baixo (1,7%), apesar da qualidade do ensino público ofertado ser considerada “insatisfatória” por 60% das famílias entrevistadas. A figura 4 mostra os percentuais de níveis de escolaridade encontrados nas famílias hortifruticultoras de Ceará-Mirim.

Figura 4 – Nível de escolaridade dos hortifruticultores familiares.



Fonte: O autor (2012).

No que se refere à assistência técnica no campo, metade dos agricultores entrevistados disse nunca receber visitas de engenheiros agrônomos ou técnicos agrícolas ao longo do ano. Quanto à oferta de cursos de capacitação profissional, somente os agricultores agroecológicos tiveram acesso a um treinamento nos últimos dois anos, ministrado pelo SEBRAE, através do programa PAIS, para certificação de produção orgânica (figura 5).

Apesar desses problemas, ao serem questionados, 80% dos agricultores disseram considerar seu nível de qualidade de vida como sendo “médio”, enquanto os demais consideram ter uma qualidade de vida “alta”.

Quanto aos aspectos gerais de saúde dos hortifruticultores familiares, foram obtidas as seguintes informações: 73,3% deles consideram insatisfatórios os serviços básicos de saúde ofertados pelo município; 96,7% moram em casas de alvenaria; 80% consomem água de boa qualidade, geralmente oriunda de poço tubular; 100% das residências despejam as fezes e urina em fossas.

Figura 5 - Unidade agrícola familiar orgânica que produz nos moldes do programa PAIS (Produção Agroecológica Integrada e Sustentável).



Fonte: O autor (2012).

No que tange à segurança ocupacional desses agricultores, podemos dizer que, daqueles que usam agrotóxicos em seus cultivos, somente 33,3% utilizam os Equipamentos de Proteção individuais (EPIs) adequados. A grande maioria deles (86,7%) armazenam esses produtos em locais seguros, geralmente em depósitos de ferramentas, e apenas 46,7% dão uma destinação adequada às embalagens vazias, devolvendo-as ao vendedor. Os demais queimam ou enterram as embalagens em suas propriedades.

Aspectos Econômicos

A venda dos produtos agrícolas é feita de duas maneiras: de forma “direta” para os consumidores nas feiras (em 50% das propriedades) (figura 6), de forma “indireta” para atravessadores, mercadinhos e supermercados (em 30% das propriedades), ou das duas formas.

Outra forma de venda também considerada direta, e que ocorre em 16,7% das propriedades, é aquela em que os produtos são vendidos à CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) ou a programas governamentais, como o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) que, por não terem fins lucrativos, pagam um preço de venda final pelos produtos.

Figura 6 – Feira de produtos orgânicos e agroecológicos, na estação ferroviária de Ceará-Mirim, onde é feita a venda diretamente ao consumidor.



Fonte: O autor (2012).

Quanto ao local de comercialização desses produtos, ela pode se restringir somente ao município de Ceará-Mirim, como acontece em 56,7% das propriedades, como também pode ocorrer em municípios próximos, como Touros, Pureza, Natal, Parnamirim, Santa Maria, Riachuelo e João Câmara.

Apenas 33,3% dos hortifruticultores de Ceará-Mirim têm uma renda bruta mensal acima de R\$ 600,00, e somente 20% deles recebe mais que um salário mínimo. O rendimento líquido mensal dos agricultores fica em torno de R\$ 227,00.

No que diz respeito à autonomia financeira dos hortifruticultores, 73,3% não possuem qualquer tipo de financiamento bancário. Em compensação, 80% deles são dependentes de auxílios financeiros governamentais, como “bolsa família”, “bolsa escola”, “auxílio doença”, para poderem se manter. A média de auxílios financeiros recebidos fica em torno de R\$ 114,00 por agricultor.

Em 56,6% das propriedades, o principal produto cultivado é responsável por gerar até 50% da renda bruta mensal dos agricultores. Cerca de 60% dos hortifruticultores têm uma margem de lucro de até 30% com a venda do seu principal produto. De forma geral, a margem de lucro mensal média da hortifruticultura familiar no município fica em torno de 23%.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se pelo que foi exposto, até o momento, acerca da hortifruticultura familiar praticada no município de Ceará-Mirim, no ano de 2012, que o desenvolvimento dessa atividade econômica tem sido importante para o dinamismo local, principalmente no tocante as dimensões ambiental, social e econômica.

A agricultura familiar desenvolvida em Ceará-Mirim, como em todo o Brasil, por se tratar de uma prática simples, quase artesanal, constitui-se, sob o ponto de vista ambiental, em uma atividade bem menos destrutiva que a agricultura intensiva ou “agronegócio”, que geralmente dispõe de recursos humanos e financeiros para investir em melhoramento genético, maquinário, fertilizantes e defensivos químicos.

Um impacto social bastante positivo que vem ocorrendo no município, proporcionado pelo crescimento da agricultura familiar, é a geração de ocupação e renda para a população do campo, contribuindo diretamente para a melhoria da qualidade de vida dos agricultores e suas famílias, o que vem a proporcionar inúmeros benefícios secundários.

Torna-se importante, porém, que os diferentes sistemas de produção da hortifruticultura familiar desenvolvidos em Ceará-Mirim, de tempos em tempos, tenham a sua sustentabilidade avaliada, através de metodologias apropriadas, como uma forma objetiva e eficaz de se buscar um desenvolvimento constante e equilibrado nas esferas ambiental, social e econômica.

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.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Agropecuário**. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/consagro/>>. Acesso em: 10 nov. 2011.

_____. Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). Brasília: Secretaria da Agricultura Familiar, 2007a. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/saf/>>. Acesso em: 6 fev. 2012.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Demográfico**. Brasília, 2007b.

_____. Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). **Plano territorial de desenvolvimento rural sustentável – território do Mato Grande/RN**. Brasília: MDA, 2010.

CALORIO, C. M. **Análise de sustentabilidade em estabelecimentos agrícolas familiares no Vale do Guaporé-MT**. 1997. 95f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Agronomia e Veterinária, Universidade Federal do Mato Grosso, Mato Grosso, 1997.

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.

DENARDI, R. A. Agricultura familiar e políticas públicas: alguns dilemas e desafios para o desenvolvimento rural sustentável. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 56-62, jul/set. 2001.

EHLERS, E. M. **Agricultura Sustentável**: origens e perspectivas de um novo paradigma. Guaíba: Agropecuária, 1999. p. 157.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas. 1991.

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

GUANZIROLLI, C. **Agricultura familiar e reforma agrária no Século XXI**. Rio de Janeiro: Garanond, 2001. p. 272.

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.

OLIVEIRA, A. F. S. **A sustentabilidade da agricultura orgânica**

familiar dos produtores associados à APOI (Associação dos Produtores Orgânicos da Ibiapaba – CE). Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2007.

VERONA, L.A.F. **Avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas de base familiar e em transição agroecológica na região Sul do Rio Grande do Sul.** 2008. 192f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

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.

VEIGA, E. **O Brasil rural precisa de uma estratégia de desenvolvimento.** Brasília. NEAD, 2001. p. 108. (Série textos para discussão, 1).

_____. **Cidades imaginárias:** o Brasil é menos urbano do que se calcula. Campinas: Autores Associados, 2002.

WANDERLEY, M. N. A valorização da agricultura familiar e a reivindicação da ruralidade no Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 2, p. 29-37, jul./dez., 2000.

PRODUÇÃO DE MAMÃO PAPAYA (CARICA PAPAYA L): IMPACTOS AMBIENTAIS SOB A ÓTICA DO SISTEMA AMBITEC

*Maria Agripina Pereira Rebouças¹⁶
Vera Lúcia Antunes de Lima¹⁷*

Os impactos provocados pela agricultura são considerados de grande relevância, sobretudo, devido ao alto consumo de água e à poluição das fontes de águas subterrâneas e superficiais com nitrato, amônia, fosfato, além de emissão de gases metano e nitroso, desmatamento, queima da biomassa, cuja poluição ultrapassa os limites da unidade produtiva.

Acrescenta-se a isso, na maioria dos casos, a atividade agrícola é representada pela monocultura que modifica o ambiente natural, fauna e flora.

Afora isso, o uso indiscriminado e demasiado de substâncias tóxicas (fertilizantes, pesticidas, herbicidas) oferece risco à saúde do trabalhador envolvido no processo de produção e do consumidor.

Na perspectiva de Christofolletti (1993), a avaliação da intensidade da ação humana modificando o meio ambiente, no decorrer dos últimos tempos, envereda pelos estudos dos impactos ambientais, em suas dimensões ambiental, social e econômica, que são originados e causados pelas mais diversas atividades socioeconômicas.

16 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.

17 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.

Assim, numa conjuntura em que a conservação ambiental assume importância frente aos impactos ambientais causados pelas atividades produtivas, faz-se necessário boas práticas de produção e gestão ambiental adequada ante à sustentabilidade.

Desse modo, compatibilizar desenvolvimento e proteger o meio ambiente é possível, desde que os impactos ambientais sejam identificados e quantificados em sua magnitude nas atividades produtivas, para então, priorizar práticas que mitiguem tais impactos, na perspectiva de ostentar uma agricultura mais sustentável, ou seja, agricultura que independentemente da tecnologia utilizada determine a disponibilidade dos recursos empregados por mais tempo.

A adoção de boas práticas de produção na agricultura assume vasta importância perante os impactos ambientais causados pela ação do homem nas atividades produtivas. Assim, a avaliação de impactos ambientais das inovações tecnológicas no setor agrícola reside no fato de que o impacto permeia toda a cadeia produtiva, desde sua origem até o produto final.

Especificamente, quanto aos impactos socioeconômicos, esses vão ainda mais além, tendo em vista, que a questão da sustentabilidade pressupõe condições de vida iguais ou superiores das pessoas e de seus sucessores decorrentes da atividade desenvolvida.

Sendo assim, o fato que se pretende destacar nesse estudo é que a agricultura tem que ser uma atividade rentável e sustentável ao longo do tempo. Vale ressaltar que a sustentabilidade deve estar vinculada à capacidade dos agricultores de conservarem os recursos a fim de garantir qualidade de vida por gerações.

Assim, tecnologia adequada pode representar eficiência produtiva e, conseqüentemente, o desenvolvimento da agricultura e da economia. Todavia, como toda ação antrópica produz impactos sobre o meio ambiente, este fato incide em investir no desenvolvimento de metodologias que avaliem os impactos dessas tecnologias ao meio ambiente, à economia e à sociedade. Dessa maneira, é possível nortear o processo que remete às práticas adequadas de produção com menos impactos deletérios para o meio ambiente e, conseqüentemente, na condução de uma agricultura sustentável.

Logo, avaliar os impactos permite ao agricultor identificar práticas de manejo que possam comprometer o desempenho da sua atividade e estabelecer políticas e instrumentos para melhoria da

produção na perspectiva de uma agricultura mais sustentável. Um dos caminhos para analisar esse desempenho refere-se a indicadores de sustentabilidade que envolvam os aspectos ambientais e socioeconômicos que analisam o desempenho ambiental de atividades rurais.

Nesse sentido, o objetivo desse estudo é avaliar os impactos ambientais oriundos do cultivo de mamão papaia (*Carica papaya* L) sob a ótica do Sistema Ambitec-AGRO.

METODOLOGIA

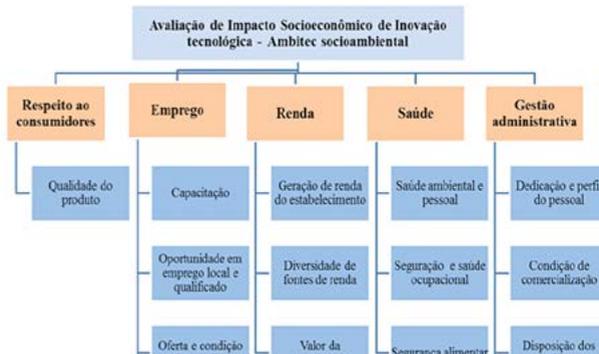
Local de estudo

Este estudo foi realizado na agrovila Canudos, Assentamento Rosário, localizado no município de Ceará Mirim, a 28 km de distância da capital do Estado do Rio Grande do Norte, Natal. O recorte espacial do estudo 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).

O assentamento está subdividido em duas agrovilas: Rosário e Canudos. A agrovila Canudos objeto de estudo fica 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.

Para avaliação de impactos ambientais por meio da metodologia AMBITEC-AGRO, foram seguidas três etapas: a primeira consistiu de levantamento e coleta de dados gerais sobre a tecnologia de produção de mamão (abrangência e influência) que se refere à delimitação da área geográfica e o universo de adotantes da tecnologia; a segunda etapa implicou incursões ao campo para realização das entrevistas com cada representante da família, para preenchimento dos formulários e posterior tabulação desses dados em planilhas da plataforma Excel (MS-EXCEL®), gerando os dados quantitativos; e a terceira etapa consistiu das análises e discussões sobre as informações das planilhas eletrônicas e o índice geral do impacto.

Figura 1 - Diagrama ilustrativo dos aspectos e indicadores de avaliação de impactos socioeconômicos da inovação tecnológica do sistema Ambitec-socioambiental



Fonte: Adaptada de EMBRAPA (2008 apud REBOUÇAS, 2013).

Os coeficientes de alteração das variáveis são valorados de acordo com a intensidade (aumento, diminuição ou inalterado) para cada indicador, como se vê na Tabela 1.

Tabela 1 - Efeito da inovação tecnológica e coeficiente de alteração do componente

Efeito da tecnologia na produção de mamão irrigado sob as condições específicas de manejo	Coefficiente de alteração da variável
Grande aumento na variável	+3
Moderado aumento na variável	+1
Variável inalterada	0
Moderada diminuição na variável	-1
Grande diminuição na variável	-3

Fonte: Rebouças (2013) adaptado de Rodrigues; Campanhola; Kitamura (2003)

As matrizes (ver quadro 1) de cada indicador são formadas pelas variáveis desse indicador mais os fatores de ponderação, que se referem à importância da variável para a formação do indicador, cuja soma é igual a um (+,1, -1) e a escala de ocorrência que aponta o local onde ocorre a alteração (abrangência) e pode ser: pontual, quando o efeito da tecnologia restringe-se ao campo de cultivo, cujo valor é 1; quando o efeito é sentido externamente ao local de cultivo, porém, confinado aos limites da propriedade, local, o valor é 2 e entorno, quando o impacto gerado ultrapassa os limites da unidade produtiva, o valor é igual a 5 (IRIAS et al., 2004).

Quadro 1 - Matriz de ponderação para o indicador qualidade do produto do aspecto respeito ao consumidor do sistema Ambitec-sociambiental

Tabela de coeficientes de alteração da variável						
Qualidade do Produto Redução de resíduos químicos Redução de contaminantes biológicos		Variável de qualidade				Averiguação fatores de ponderação
		Redução de resíduos químicos	Redução de contaminantes biológicos	Disponibilidade de fontes de insumos	Idoneidade das fontes de insumos	
Fatores de ponderação P		0,25	0,25	0,25	0,25	1
Escala de ocorrência	Sem efeito	Marcar com X				
	Pontual	11	-3	-3	3	3
	Local	22				
	Entorno	55				
Coeficiente de impacto		-0,75	-0,75	0,75	0,75	0

Fonte: Rebouças (2013), adaptado de Rodrigues e Buschinelli [2006?].

Em todas as matrizes de ponderação há uma linha exclusiva, na qual o avaliador deve inserir a letra X, caso a variável do indicador avaliado não se aplique na inovação tecnológica, ou seja, é sem efeito (EMBRAPA, 2008).

Depois de inseridos os valores dos coeficientes de alteração de cada variável, os indicadores são considerados em conjunto para a composição do índice geral de impacto, podendo variar de -15 a + 15 ($\pm 3 \times 5 = \pm 15$), sendo ± 3 os valores máximo e mínimo de cada variável e o valor 5 correspondente à escala de ocorrência máxima (entorno).

O cálculo do coeficiente de impacto para cada indicador é obtido através da expressão:

$$lia_t = \sum_{i=1}^m Cia_i * P_i \quad (1)$$

Em que:

Cia_i = coeficiente de impacto do indicador i;

A_{ji} = coeficiente de alteração da variável j do indicador i (Tabela 1: j= 0, ou j= ±1 ou j= ±3);

E_{ji} = fator de ponderação para escala de ocorrência espacial da variável j do indicador i (Quadro 1: E= 1, E= 2 e E= 5);

P_{ji} = fator de ponderação para importância da variável j na composição do indicador i;

m = número de variáveis do indicador i.

O índice geral de impacto da inovação tecnológica é obtido pela expressão (RODRIGUES, 2008a):

$$Cia_i = \sum_{j=1}^m A_{ji} * E_{ji} * P_{ji}$$

Onde:

liat = índice geral de impacto da tecnologia t;

Cia_i = coeficiente de impacto do indicador i;

P_i = fator de ponderação para a importância do indicador i para composição do índice de impacto da tecnologia t;

m = número de indicadores.

Após a inserção dos valores do coeficiente de alteração na matriz, esta calcula o coeficiente de impacto desse indicador e gera uma planilha que organiza os resultados automaticamente gerando um índice de impacto ambiental “Índice I A” da tecnologia, que é o resultado final das diversas etapas de mensuração (EMBRAPA, 2003).

Por fim, os dados foram organizados em um gráfico conclusivo possibilitando, assim, a média dos componentes avaliados e posterior análise descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do estudo em pauta são os de que a dimensão socioeconômica aborda a contribuição da atividade rural para o desenvolvimento sustentável e para a melhoria contínua dos processos produtivos e de gestão. Tal dimensão considera os seguintes aspectos: respeito ao consumidor; emprego; renda; saúde e gestão e administração, para obtenção do coeficiente de impacto.

Aspecto respeito ao consumidor

O resultado da avaliação do aspecto respeito ao consumidor foi definido pelo indicador qualidade do produto. A qualidade do produto refere-se aos resíduos químicos e contaminantes biológicos eventualmente alterados pela forma de manejo empregada na atividade, ponderando-se a disponibilidade dos insumos empregados em termos da diversidade de suas fontes, que podem indicar irregularidades em diferentes partidas do produto se ocorrerem descontinuidade de abastecimento e, a idoneidade dessas fontes de insumos tem forte influência na garantia da qualidade. Esse indicador, qualidade do produtor, diz respeito à atividade realizada na unidade produtiva sendo, portanto, de escala pontual.

A variável redução de resíduos químicos do indicador qualidade do produto, quadro 2, apresentou grande diminuição do componente, ou seja, não houve uma redução de resíduos químicos, sinalizando efeito contrário ao indicador; quanto à redução dos contaminantes biológicos, a adoção da tecnologia não propiciou nenhuma alteração.

Em relação à disponibilidade de fontes de insumos, ocorreu grande aumento do componente, visto ser esta a condição percebida na propriedade, em decorrência da facilidade de aquisição dos produtos.

Em relação a variável idoneidade das fontes de insumos, houve moderada diminuição, em razão da facilidade de aquisição do produto na propriedade. A maioria dos insumos utilizados para a produção de mamão na unidade estudada é adquirida no local de produção, em que o fornecedor dirige-se oferecendo o produto.

Quadro 2 - Matriz de ponderação para o indicador qualidade do produto do aspecto respeito ao consumidor

Tabela de coeficientes de alteração da variável							
Qualidade do Produto Redução de resíduos químicos Redução de contaminantes biológicos			Variável de qualidade				Averiguação fatores de ponderação
			Disponibilidade de fontes de insumos	Idoneidade das fontes de insumos	Disponibilidade de fontes de insumos	Idoneidade das fontes de insumos	
Fatores de ponderação P			0,25	0,25	0,25	0,25	1
Escala de ocorrência	Sem efeito	Marcar com X					
	Pontual	1	-3	0	3	-1	
	Local	2					
	Entorno	5					
Coeficiente de impacto			-0,75	0	0,75	-0,25	-0,25

Fonte: Adaptada EMBRAPA, 2008 apud Rebouças, 2013.

Analisando-se ainda o quadro 2, verificou-se que o coeficiente de impacto para as variáveis redução de resíduos químicos foi -0,75, disponibilidade de fontes de insumos 0,75 e idoneidade das fontes de insumos -0,25 gerando um resultado para o indicador de -0,25.

O valor do coeficiente de impacto para a variável redução de resíduos químicos apresentou-se negativo (-0,75), o que significa que a adoção da tecnologia não contribuiu para minimizar o impacto negativo da atividade. Este fato pode ser explicado pelos resultados das análises dos resíduos nos frutos realizadas nos meses de outubro de 2012, janeiro e fevereiro de 2013.

O coeficiente de alteração para a variável redução de resíduos químicos foi determinado por apresentar um considerável aumento de produtos químicos, significando o inverso do que é proposto pelo indicador, diante disto, foi valorado em -3, grande diminuição da variável.

A matriz de ponderação do indicador qualidade do produto se restringe a ocorrência das variáveis à escala pontual, uma vez que, os insumos são aplicados somente dentro dos limites da unidade produtiva.

Aspecto emprego

Os resultados dos indicadores do aspecto emprego é indicado pelos indicadores: capacitação, oportunidade de emprego qualificado e oferta e condição de trabalho. Quanto ao indicador capacitação, percebe-se que o coeficiente do indicador, embora tenha sido positivo igual a 0,10, apresentou um valor considerado pouco significativo. Este fato mostra a ausência de capacitação dos agricultores na propriedade, ratificado pelas variáveis: capacitação de curta duração, especialização e capacitação regular e básica que não apresentou nenhum efeito.

Quadro 3 – Matriz de ponderação do indicador capacitação do aspecto emprego do sistema AMBITEC – socioambiental

Tabela de coeficientes de alteração da variável									
Capacitação Local de curta duração Especialização de curta duração			Tipo de capacitação			Nível da capacitação		Averiguação fatores de ponderação	
			Oficial regular	Básico	Técnico	Superior	Técnico		Superior
Fatores de ponderação P			0,25	0,25	0,2	0,1	0,1	0,1	1
Escala de ocorrência	Sem efeito	Marcar com X	x	x	x	x		x	x
	Pontual	1					1		
	Local	2							
	Entorno	5							
Coeficiente de impacto			0	0	0	0	0,1	0	0,10

Fonte: Adaptada EMBRAPA, 2008 apud Rebouças, 2013.

O coeficiente de impacto para o indicador capacitação foi determinado apenas pelo componente nível técnico de capacitação com um moderado aumento, definido por considerar um convênio da cooperativa – Cooperativa dos Produtores de Canudos (COPEC) junto a Universidade Tecnológica do Paraná (UFPR) que ministrou um curso de aquicultura para os produtores que já pretendiam diversificar a produção, partindo para produção de pescado, mais especificamente a produção de tilápia (*Tilapia rendali*) no assentamento. Embora não seja uma qualificação para a produção do mamão, a adoção dessa tecnologia deu suporte para que tal treinamento fosse possível. A alteração do coeficiente foi moderada, tendo em vista atender uma parcela inferior a 50% dos produtores (EMBRAPA, 2005).

Desse modo, o investimento na qualificação dos produtores através da educação formal ou informal, seria fundamental para que estes se incluam em novas esferas de mercado e, conseqüentemente, se adaptem às novas tecnologias, possam expandir as atividades agrícolas e tenham qualidade de vida. A variável capacitação é considerada restrita à escala pontual na matriz de ponderação, uma vez que considera-se que o enfoque de avaliação deve direcionar-se à comunidade em particular.

O valor do coeficiente de impacto para a variável capacitação foi positivo igual 0,10 o que significa que a adoção da tecnologia contribuiu para potencializar impacto positivo da atividade, embora haja necessidade de ampliar a oferta de cursos de capacitação para os produtores, especialmente do que diz respeito à utilização de agrotóxicos, contribuindo assim para viabilizar a adoção da tecnologia visando à sustentabilidade da atividade.

No indicador oportunidade de emprego local qualificado, quadro 4, afere a origem do trabalhador que pode ser da região, do município, do local ou da propriedade e a qualificação exigida para o emprego proporcionado pela inovação tecnológica, como braçal, braçal especializado, técnico médio e técnico de nível superior. A ponderação considera a percentagem dos trabalhadores ocupados na atividade.

Quadro 4 - Matriz de ponderação para o indicador oportunidade de emprego local do aspecto emprego do sistema Ambitec-socioambiental

Tabela de coeficientes de alteração da variável											
Oportunidade de Emprego Local Qualificado Propriedade Local			Origem do trabalhador				Qualificação para a atividade				Averiguação fatores de ponderação
			Propriedade	Local	Município	Região especializada	Braçal. médio	Braçal especializado	Téc. médio	Téc. superior	
Fatores de ponderação P			0,25	0,2	0,15	0,1	0,02	0,05	0,1	0,13	1
Escala de ocorrência	Sem efeito	Marcar com X									
	Pontual	1	0	3	0	1	3	1	0	1	
	Local	2									
	Entorno	5									
Coeficiente de impacto			0	0,6	0	0,1	0,06	0,05	0	0,13	0,94

Fonte: Adaptada EMBRAPA, 2008 apud Rebouças, 2013.

Os empregos gerados com a produção de mamão para os trabalhadores provenientes do local de produção apresentaram grande aumento da variável (atendeu mais de 50% dos trabalhadores)¹⁸; moderado aumento para trabalhadores provenientes da região, neste caso, representado pelo engenheiro agrícola contratado para orientar a produção. Quanto à qualificação para atividade, nos quesitos, braçal e braçal especializado, houve grande aumento para o componente braçal uma vez que produção de mamão requer muita força de trabalho, porém, não é exigida qualificação específica, ao passo que, para o componente braçal especializado, houve moderado aumento devido à contratação de alguns trabalhadores que executam o trabalho de monitorar o sistema de irrigação. Quanto aos trabalhadores de nível técnico, a inovação tecnológica não promoveu alteração. Para a vari-

18 Recomenda-se que sempre que a alteração do coeficiente envolver 50% dos trabalhadores ou mais no período considerado qualifique-se a alteração como grande aumento (+3)" (EMBRAPA, 2005).

ável geração de emprego profissional de nível técnico de nível superior, houve moderado aumento pela contratação de um engenheiro agrícola.

Para indicador oportunidade de emprego local o impacto foi positivo igual a 0,94, revelando que a inovação tecnológica contribuiu para geração de emprego, propiciando assim renda para população local.

Vale salientar que o trabalho na propriedade é predominantemente familiar e todos os membros da família a partir dos 14 anos de idade trabalham. Isso significa que além de gerar emprego para a família, a inovação também gera trabalho para outras pessoas. Segundo estudos realizados por Leite et al (2004) em outros assentamentos isso se reflete numa constante nos assentamentos.

O indicador oferta e condição de trabalho, quadro 5, avalia a condição do trabalhador por meio do regime de trabalho que pode ser temporário, permanente, parceiro/meeiro e familiar. Este indicador avalia a alteração na oferta quantitativa de emprego demandado na propriedade por ocasião da adoção da tecnologia.

A variável de oferta de trabalho temporário apresentou moderado aumento, tendo em vista ser uma condição esporádica, quando da necessidade de contratar pessoas que não fazem parte do grupo de cooperados que produzem mamão e/ou os membros das famílias não absorverem o volume de serviços, nesse caso alguns trabalhadores são contratados para exercer alguma função geralmente não agrícola em determinadas da etapa do processo produtivo (tratorista, motorista na época do preparo do solo para o plantio, por exemplo).

Quanto à condição de trabalhador permanente, esse componente ficou inalterado, ou seja, não houve alteração do componente com a adoção da tecnologia, ao passo que, como parceiro e meeiro, este fato só ocorre nas produções individuais, no paul (área considerada mais fértil com maior teor de umidade, dando condição de produzir sem auxílio de irrigação) neste caso, eles produzem outras culturas tais como: pimentão, macaxeira, milho, não sendo, portanto, relacionado a produção de mamão, logo, é considerado sem efeito. Em relação à condição de trabalho familiar, houve grande aumento dessa variável, tendo em vista proporcionar (ocupação) emprego para os membros da família.

Quadro 5 - Matriz de ponderação para o indicador oferta e condição de trabalho do aspecto emprego do sistema Ambitec-socioambiental

Tabela de coeficientes de alteração da variável							
Oferta e Condição de Trabalho Temporário Permanente			Condição do trabalhador				Averiguação fatores de ponderação
			Temporário	Permanente	Parceiro / Meeiro	Familiar	
Fatores de ponderação P			0,1	0,2	0,35	0,35	1
Escala de ocorrência	Sem efeito	Marcar com X			x		
	Pontual	1	1	0		3	
	Local	2					
	Entorno	5					
Coeficiente de impacto			0,1	0,6	0	1,05	1,75

Fonte: EMBRAPA, 2008.

Para o indicador oferta e condição de trabalho, o impacto é positivo 1,15, representado principalmente pelo grande aumento de ocupação dos componentes da família e moderado aumento na oferta de ocupação temporária aos moradores do assentamento.

Quanto ao indicador qualidade do emprego, quadro 6, os trabalhos realizados na propriedade na maioria das vezes são desenvolvidos pelos integrantes das famílias e, quando ocorre a necessidade de alguns contratos temporários e/ou permanente, estes são informais.

Para as variáveis: prevenção do trabalho infantil, registro, contribuição previdenciária, auxílio alimentação, auxílio transporte e auxílio saúde o coeficiente é sem efeito, não se aplica. Em relação à jornada de trabalho, houve moderado aumento da variável, ao verificar-se que os trabalhadores determinam suas jornadas de trabalho em funções das atividades a desenvolver.

Quadro 6 – Matriz de ponderação para o indicador qualidade do emprego do aspecto emprego

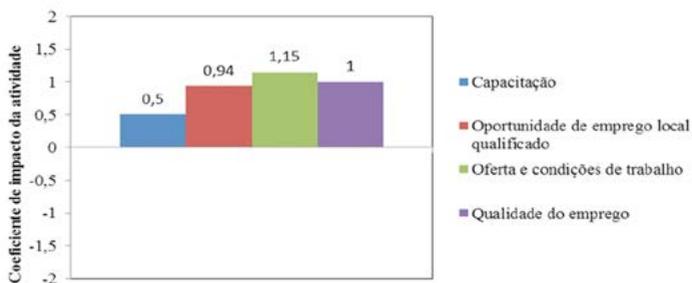
Tabela de coeficientes de alteração da variável											
Qualidade do Emprego Prevenção trabalho infantil Jornada trabalho < 44hs			Legislação trabalhista				Benefícios				Averiguação fatores de ponderação
			Prevenção trabalho infantil	Jornada trabalho < 44hs	Registro	Contribuição previ-denciária	Auxílio moradia	Auxílio alimen-tação	Auxílio trans-porte	Auxílio saúde	
Fatores de ponderação P			0,2	0,2	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	1
Escala de Ocorrência	Sem efeito	Marcar com X	x		x	x	x	x	x	x	
	Pontual	1		1	0	0					
	Local	2									
	Entorno	5									
Coeficiente de impacto				0,2	0	0	0	0	0	0	0,20

Fonte: Adaptada EMBRAPA, 2008 apud Rebouças, 2013.

O indicador qualidade do emprego apresentou impacto positivo igual a 0,20, representado pelo moderado aumento na jornada de trabalho de 44 h. que é respeitada, sendo definida por 8 horas de trabalho por dia da semana e 4 horas no sábado. Vale salientar que essa condição é determinada pelo próprio trabalhador (produtor) em função do serviço que o mesmo realiza no processo produtivo.

No gráfico 1 estão representados os indicadores agregados para o aspecto emprego, em que se constatou que a inovação tecnológica nesse aspecto apresentou impacto positivo, o que confirma que a produção de mamão no assentamento contribuiu para melhoria das condições de emprego, de acordo com os indicadores: capacitação, oportunidade de emprego local qualificado, oferta e condições de trabalho e qualidade do emprego apresentados. Na escala ($\pm 2,0$), a adoção da tecnologia apresentou como resultado do coeficiente de impacto variando entre 0,5 até 1,15.

Gráfico 1 - Indicadores agregados do aspecto emprego



Fonte: Rebouças (2013).

Aspecto renda

Nos quadros 7, 8 e 9 estão apresentados os resultados dos indicadores de impactos: geração de renda, diversidade de fontes de renda e valor da propriedade, respectivamente. A renda refere-se somente à produção de mamão, e a ocorrência dos indicadores desse aspecto é pontual porque ocorre somente na propriedade.

O coeficiente de impacto do indicador geração de renda, quadro 7, foi determinado pelas variáveis segurança (0,25) que se refere à garantia de obtenção de renda esperada; estabilidade (0,25) à distribuição temporal ou sazonal da renda; distribuição (0,25) à partição da renda em salários pagos e o montante (0,25) ao total da renda auferida no estabelecimento, sob efeito da tecnologia (EMBRAPA, 2005).

Quadro 7 - O coeficiente de impacto do indicador geração de renda do aspecto renda do sistema Ambitec- socioambiental

Tabela de coeficientes de alteração da variável					
Geração de Renda Segurança Estabilidade	Atributos da renda				Averiguação fatores de ponderação
	Segurança	Estabilidade	Distribuição	Montante	

Fatores de ponderação P			0,25	0,25	0,25	0,25	1
Escala de ocorrência	Sem efeito	Marcar com X					
	Pontual	1	1	1	1	1	
	Local	2					
	Entorno	5					
Coeficiente de impacto			0,25	0,25	0,25	0,25	1,00

Fonte: Adaptada EMBRAPA, 2008 apud Rebouças, 2013.

Os resultados da matriz de ponderação do indicador renda teve moderado aumento em todos os componentes, indicando que a cultura do mamão se apresenta viável economicamente refletindo num impacto positivo de 1,00.

Para o componente segurança, houve moderado aumento representado pela adoção da tecnologia e significa que a produção de mamão garante renda às famílias de no mínimo um salário mínimo e, sendo eles os responsáveis pela manutenção da cultura, isto propicia uma pequena margem de segurança.

Em relação à estabilidade, também houve moderado aumento do componente, haja vista, os agricultores serem os responsáveis pela produção e em razão da cultura ser produtiva e de fácil distribuição no mercado, os produtores tem uma margem de segurança quanto à renda.

Quanto à distribuição, também ocorreu moderado aumento do componente. Todos os recursos auferidos pela cooperativa referentes à venda do mamão são divididos entre os produtores cooperados. Quanto ao montante, este coeficiente seguiu a tendência dos demais, revelado pelos resultados apresentados na venda do mamão produzido, o que tem contribuído para a geração de renda dos produtores envolvidos.

O indicador diversidade de fontes de renda, apresentado no Quadro 9, avalia as proporções de procedência da renda familiar, do responsável e dos empregados permanentes, ou seja, se refere à diversificação das origens da renda.

Quadro 8 – Matriz de ponderação do indicador diversidade de fontes de renda do aspecto renda do sistema Ambitec-socioambiental

Tabela de coeficientes de alteração da variável								
Diversidade de fontes de renda Agropecuária no estabelecimento Não agro-pecuária no estabelecimento			Variável de diversificação de fontes de renda					Averiguação fatores de ponderação
			Agropecuária no estabelecimento	Não agro-pecuária no estabelecimento	Oportunidade de trabalho fora do estabelecimento	Ramificação empresarial	Aplicações financeiras	
Fatores de ponderação P			0,25	0,25	0,15	0,2	0,15	1
Escala de ocorrência	Sem efeito	Marcar com X		x	x	X	x	
	Pontual	1	3					
	Local	2						
	Entorno	5						
Coeficiente de impacto			0,75	0	0	0	0	0,75

Fonte: Adaptada EMBRAPA, 2008 apud Rebouças, 2013.

O resultado do coeficiente de impacto do indicador diversidade de fontes de renda, constituído pelas variáveis: agropecuária no estabelecimento que apresentou grande aumento do componente, haja vista, toda renda ser procedente das atividades desenvolvidas na propriedade. Esse resultado se deve à adoção da tecnologia estudada, a produção de mamão, e o resultado foi igual a 0,75. Quanto às demais variáveis do indicador (diversificação de fontes de renda não agropecuária no estabelecimento, oportunidade de trabalho fora do estabelecimento, ramificação empresarial e aplicações financeiras), a inovação estudada não implicou nenhuma alteração nas fontes preexistentes de renda do estabelecimento, portanto, sem efeito para o indicador.

Analisando o quadro 9, o indicador diversidade de fontes de renda para a inovação estudada apresentou impacto positivo igual 0,75 representado pela variável agropecuária no estabelecimento, indicando que a inovação contribuiu para minimizar os impactos sociais negativos.

O indicador valor da propriedade, quadro 9, faz referência ao preço da terra sob o efeito da tecnologia, que pode ser de origem local ou externa. A produção de mamão determinou efeito positivo à propriedade com grande aumento na variável - investimento em benfeitorias, tendo em vista as aquisições de financiamentos realizadas pelos produtores para investir na melhoria da infraestrutura do sistema de irrigação para a produção de mamão, disso resultou também uma moderada melhora nos preços do produto. Quanto à conservação dos recursos naturais e conformidade com a legislação a adoção da tecnologia não produziu nenhum efeito. Em relação ao componente - infraestrutura, a atividade não implicou em qualquer alteração externa, permanecendo inalterado.

Quadro 9 – Matriz de ponderação do indicador valor da propriedade do aspecto renda do sistema Ambitec - socioambiental.

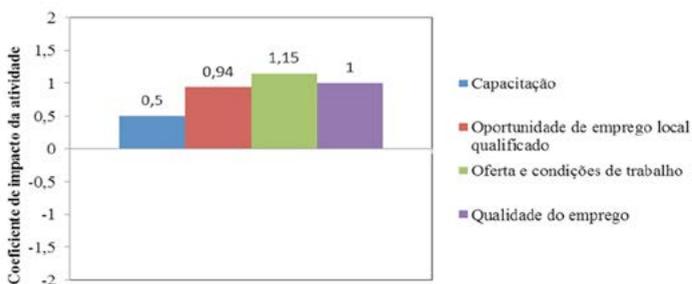
Tabela de coeficientes de alteração da variável								
Valor da propriedade Investimento em benfeitorias Conservação dos recursos naturais			Variável de valor da propriedade					
			Investimento em benfeitorias	Conservação dos recursos naturais	Preços de produtos e serviços	Conformidade com legislação	Infraestrutura/Política tributária etc	Averiguação fatores de ponderação
Fatores de ponderação P			0,25	0,25	0,2	0,15	0,15	1
Escala de ocorrência	Sem efeito	Marcar com X					x	
	Pontual	1	3	0	1	0		
	Local	2						
	Entorno	5						
Coeficiente de impacto			0,75	0	0,2	0	0	0,95

Fonte: Adaptada EMBRAPA, 2008 apud Rebouças, 2013.

As variáveis: investimento em benfeitorias e aumento de preços de produtos apresentaram considerável contribuição no indicador valor da propriedade, produzindo um índice de impacto positivo igual a 0,95.

No gráfico 2 estão representados os indicadores agregados para o aspecto renda, em que se constatou que a inovação tecnológica nesse aspecto apresentou impacto positivo, o que confirma que a produção de mamão no assentamento contribuiu para melhoria das condições de geração de renda 1,00, diversidade de fontes de renda 0,75 e valor da propriedade 0,95. Numa escala de (± 2) a adoção da tecnologia apresentou como resultado coeficientes de impacto variando de 0,75 a até 1.

Gráfico 2 – Indicadores agregados do aspecto renda do estabelecimento



Fonte: Rebouças (2013).

Aspecto saúde

O aspecto saúde considera os indicadores saúde ambiental e pessoal, segurança e saúde ocupacional e segurança alimentar, quadro 10, 11 e 12 respectivamente.

O indicador saúde ambiental e pessoal, quadro 10, avalia às alterações decorrentes da atividade, na existência de focos de doenças endêmicas, emissão de poluentes, e dificuldade de acesso ao esporte e ao lazer, por força da necessidade de dedicação à atividade.

Assim para a variável, foco de vetores de doenças endêmicas, os trabalhadores não se queixaram de doenças relacionadas à atividade, sendo, portanto, o componente inalterado; para as variáveis, emissão de poluentes atmosféricos e hídricos e geração de contaminantes do solo, houve um moderado aumento dessas variáveis com a inovação

tecnológica (produção de mamão) devido ao uso constante de pesticidas e fertilizantes e ao procedimento de fertirrigação. Quanto à dificuldade de acesso ao esporte e lazer, não houve alteração, já que essa prática geralmente é desenvolvida no horário inverso ao das atividades desenvolvidas na roça e, neste caso, não há impedimento para a realização da mesma.

Quadro 10 – Matriz de ponderação do indicador saúde ambiental e pessoal do aspecto saúde do sistema Ambitec- socioambiental

Tabela de coeficientes de alteração da variável								
Saúde Ambiental e Pessoal Focos de veto-res de doenças endêmicas Emissão de poluentes atmosféricos			Variável de saúde ambiental e pessoal					Averiguação fatores de ponderação
			Focos de veto-res de doenças endêmicas	Emissão de poluentes atmosféricos	Emissão de poluentes hídricos	Geração de contaminantes do solo	Dificuldade de acesso a esporte e lazer	
Fatores de ponderação P			-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-1
Escala de ocorrência	Sem efeito	Marcar com X						
	Pontual	1	0	1	1	1	0	
	Local	2						
	Entorno	5						
Coeficiente de impacto			0	0,2	-0,2	-0,2	0	-0,60

Fonte: Adaptada EMBRAPA, 2008 apud Rebouças, 2013.

A atividade produtiva de mamão produziu moderado aumento na emissão de poluentes atmosféricos, poluentes hídricos e geração de contaminação do solo, portanto, esse indicador revelou um impacto negativo igual a -0,60.

O indicador segurança e saúde e ocupacional, quadro 11, analisa a exposição dos trabalhadores a fatores de insalubridade e de perigo decorrentes dos trabalhos desenvolvidos na produção de mamão. Atividades ou operações insalubres são definidas nos art. 189 e 193 da Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT) como:

Art. 189. Consideram-se atividades ou operações insalubres aquelas que, por sua natureza, condições ou métodos de trabalho, exponham os empregados a agentes nocivos à saúde, acima dos limites de tolerância fixados em razão da natureza e da intensidade do agente e do tempo de exposição aos seus efeitos;

Art. 193. Consideram-se atividade ou operações perigosas, na forma da regulamentação aprovada pelo Ministério do Trabalho, aquelas que, por natureza ou métodos de trabalho, impliquem o contato permanente com inflamáveis ou explosivos em condições de risco acentuado.

Considerando o aludido conceito, e de acordo com as entrevistas realizadas com os agricultores verifica-se que a componente periculosidade permaneceu inalterada, a natureza das atividades desenvolvidas pelos trabalhadores na produção, não os submetem a perigos aos quais já não eram expostos antes da inovação. Para a variável ruído houve moderado aumento, os agricultores não se expõem constantemente a essa condição, pois os ruídos ocorrem mais durante a colheita e alguma outra atividade que requer a utilização de tratores, com ocorrência esporádica, e expõe apenas alguns trabalhadores. Para as variáveis: vibração, calor/frio e umidade, nenhum efeito foi constatado.

Analisando-se o quadro 11 percebe-se que para a variável: agentes químicos houve grande aumento do seu valor devido ao uso de produtos químicos no controle de pragas e doenças nos mamoeiros e a maneira com que os agricultores aplicam os produtos, sem a utilização de nenhum equipamento de proteção na maioria das vezes, fato que os deixam vulneráveis. Quanto aos agentes biológicos, não foi considerada nenhuma alteração desse componente com a adoção da tecnologia.

Quadro 11 – Matriz de ponderação para o indicador segurança e saúde ocupacional do aspecto saúde do sistema Ambitec-socioambiental

Tabela de coeficiente de alteração da variável										
Segurança e Saúde Ocupacional Periculosidade Ruído			Exposição a periculosidade e fatores de insalubridade						Averiguação fatores de ponderação	
			Periculo-sidade	Ruído	Vibração	Calor / Frio	Umidade	Agentes químicos		Agentes biológicos
Fatores de ponderação P			-0,3	-0,1	-0,1	-0,05	-0,05	-0,2	-0,2	-1
Escala de ocorrência	Sem efeito	Marcar com X			x	x	x			
	Pontual	1	0	1				3	0	
	Local	2								
	Entorno	5								
Coeficiente de impacto			0	-0,1	0	0	0	-0,6	0	-0,70

Fonte: Adaptada EMBRAPA, 2008 apud Rebouças, 2013.

Assim, o indicador segurança e saúde ocupacional apresentou um impacto negativo com a adoção da tecnologia, como se vê no quadro 11 com o coeficiente igual a -0,70. Este resultado significa que a adoção da tecnologia foi desfavorável à segurança e saúde ocupacional do trabalhador.

O indicador segurança alimentar, mostrado no quadro 12 busca estimar os efeitos da atividade para a garantia do acesso à alimentação de qualidade seja para aqueles envolvidos no processo produtivo (empregados e familiares), bem como para a população em geral representada pelos consumidores.

As variáveis do indicador envolvem a garantia da produção e a quantidade de alimento que representam segurança de acesso diário (regularidade da oferta) ao alimento em quantidade adequada (suficiência da oferta) além da qualidade nutricional do alimento.

Assim, para a variável garantia da produção houve um moderado aumento resultando num coeficiente igual a 1,5. Para a variável quantidade de alimento houve um grande aumento e o coeficiente de impacto foi igual a 0,9; quanto a variável: qualidade nutricional do alimento houve uma grande diminuição tendo em vista a constatação de resíduos de agrotóxicos nos frutos analisados que comprovam o comprometimento à saúde do trabalhador e do consumidor, indicando um coeficiente negativo igual a -6. Quando ponderados todos os componentes o coeficiente do indicador ficou negativo igual a -3,60.

Quadro 12 – Matriz de ponderação para o indicador segurança alimentar

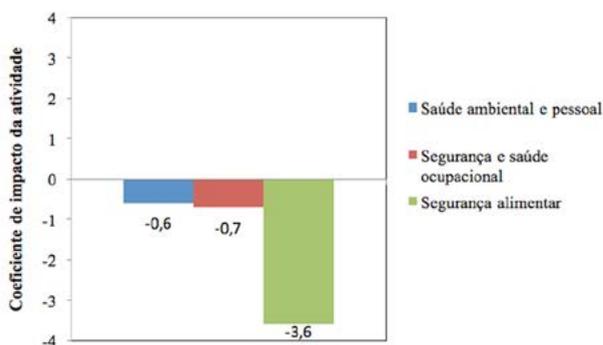
Tabela de coeficientes de alteração da variável					
Segurança Alimentar Garantia da produção Quantidade de alimento		Variável de segurança alimentar			Averiguação fatores de ponderação
		Garantia da produção	Quantidade de alimento	Qualidade nutricional do alimento	
Fatores de ponderação P		0,3	0,3	0,4	1
Escala de ocorrência	Sem efeito	Marcar com X			
	Pontual	1	3		
	Local	2			
	Entorno	5	1	-3	
Coeficiente de impacto		1,5	0,9	-6	-3,60

Fonte: Adaptada EMBRAPA, 2008 apud Rebouças, 2013.

Esse indicador tem uma escala de ocorrência que afeta o entorno, tendo em vista alcançar o consumidor. O indicador segurança alimentar apontou impacto negativo igual a -3,60 o que significa a adoção da tecnologia apresentou perigo para a saúde do trabalhador e do consumidor do produto. Essa afirmação pôde ser confirmada pelos resultados das análises dos resíduos realizadas nos frutos do mamoeiro.

No gráfico 3 estão representados os indicadores agregados para o aspecto saúde, que mostra que a adoção da tecnologia produziu impacto negativo à saúde do trabalhador e do consumidor, de acordo com os resultados dos indicadores: saúde ambiental e pessoal que apresentou coeficiente igual a -0,60; segurança e saúde ocupacional, coeficiente igual a 0,70 e segurança alimentar, igual a -3,60 o que representou o impacto negativo do aspecto saúde. A escala variando de (± 4) a adoção da tecnologia apresentou como resultado coeficientes de impacto variando de 0,6 a até 3,6.

Gráfico 3 - Indicadores agregados do aspecto saúde



Fonte: Rebouças (2013).

Aspecto gestão e administração

O aspecto gestão e administração tem influência direta da atividade sendo, portanto, de escala pontual. Os indicadores desse aspecto, apresentados no quadro 13 são: dedicação e perfil do responsável; condição de comercialização; reciclagem de resíduos e relacionamento institucional.

O indicador *dedicação e perfil do responsável*, aqui representado pelo produtor que gerencia o estabelecimento, no caso em estudo, o presidente da cooperativa, este que tem se revelado de certa maneira um administrador com postura de liderança para manter o equilíbrio entre a atividade produtiva e o funcionamento da cooperativa foi positivo, mesmo não tendo recebido treinamento para o desenvolvimento desta função, conforme se verifica pela ausência de pontuação neste componente (quadro 13).

Para a componente: horas de permanência no estabelecimento, houve um moderado aumento, tendo em vista o responsável pelo estabelecimento também ser um produtor de mamão e como tal, tem as mesmas funções dentro da cooperativa, ou seja, além das funções administrativas, ainda executa os trabalhos no processo produtivo, tal qual todos os outros envolvidos na produção de mamão.

Quanto ao engajamento familiar, essa variável ficou inalterada por ser uma prática já desenvolvida antes da adoção da tecnologia. Em relação ao uso de sistema contábil e modelo formal de planejamento, houve moderado aumento para as variáveis, uma vez que os associados têm controle da produção, expresso em planilhas com registros das despesas, receitas, compras, vendas, insumos e mão de obra contratada. Quanto à variável: sistema de certificação/rotulagem, esta não se aplica na propriedade.

Quadro 13 – Matriz de ponderação do indicador dedicação e perfil do responsável do aspecto gestão e administração do sistema Ambietec- socioambiental

Exposição a periculosidade e fatores de insalubridade									
Dedicação e Perfil do Responsável Capacitação dirigida à atividade Horas de permanência no estabelecimento			Variável de dedicação do responsável					Averiguação fatores de ponderação	
			Capacitação dirigida à atividade	Horas de permanência no estabelecimento	Engajamento familiar	Uso de sistema contábil	Modelo formal de planejamento		Sistema de certificação/ Rotulagem
Fatores de ponderação P			0,2	0,2	0,15	0,15	0,15	0,15	1
Escala de ocorrência	Sem efeito	Marcar com X						x	
	Pontual	1	0	1	0	1	1		
	Local	2							
	Entorno	5							
Coeficiente de impacto			0	0,2	0	0,15	0,15	0	0,50

Fonte: Adaptada EMBRAPA, 2008 apud Rebouças, 2013.

Analisando-se ainda o quadro 13, verifica-se, em síntese, que o indicador dedicação e perfil do responsável, apresentou impacto positivo igual 0,50 representado pelas horas que o responsável passou a dedicar-se na propriedade 0,2 e pelas variáveis: uso de sistema contábil e modelo de planejamento com coeficientes igual a 0,15 cada. Esse indicador revela que a adoção da tecnologia contribuiu para melhorar a gestão e administração do estabelecimento. Vale salientar que esse indicador se restringe à propriedade, tendo portanto, escala pontual.

No quadro 14 é mostrado o indicador condição de comercialização, que analisa as condições de inclusão do produto no mercado e inclui as variáveis: realização de venda direta ou cooperada, processamento e armazenamento local, transporte próprio, propaganda e marca própria, encadeamento com produtos e atividades anteriores, além de cooperação comercial com outros produtores locais.

Quadro 14 – Matriz de ponderação para o indicador condição de comercialização do aspecto gestão e administração do sistema Ambitec-socioambiental

Tabela de coeficientes de alteração da variável									
Condição de Comercialização Venda direta / antecipada / cooperada Processamento local		Variável de comercialização						Averiguação fatores de ponderação	
		Venda direta / antecipada / cooperada	Processamento local	Armazenamento local	Transporte próprio	Propaganda / Marca própria	Encadeamento com produtos / atividades / serviços anteriores		Cooperação com outros produtores locais
Fatores de ponderação P		0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,1	1
Escala de ocorrência	Sem efeito	Marcar com X		x	x		x	x	
	Pontual	1	3			1			
	Local	2							
	Entorno	5							
Coeficiente de impacto		0,45	0	0	0,15	0	0	0	0,60

Fonte: Adaptada EMBRAPA, 2008 apud Rebouças, 2013.

Para a variável venda direta houve um grande aumento, uma vez que os produtores passaram a produzir mais e comercializar a produção, tanto na propriedade onde os compradores para lá se dirigem a procura dos produtos, quanto na feira localizada na sede do município de Ceará-Mirim.

Em relação as variáveis: processamento no local, armazenamento, propaganda e marca própria e encadeamento com outros produtores locais, essas práticas não se aplicam, pois a produção é vendida in natura, tão logo é feita a colheita. Geralmente, a colheita ocorre para atender o comprador, que solicita o produto com antecedência. Em relação à variável, transporte próprio, houve um moderado aumento, com a adoção da tecnologia, tendo em vista a aquisição do veículo pelos produtores, utilizado para escoar a produção, ou seja, para vender parte do mamão que não é vendida no local, sendo vendida na feira da sede do município de Ceará-Mirim.

Por fim, percebe-se no quadro 14 que o índice foi positivo igual a 0,60 em razão da considerável melhora na venda do produto e a aquisição de transporte para transportar a produção ao mercado consumidor.

O indicador disposição de resíduos, quadro 15, refere-se ao tratamento dos resíduos da produção. As variáveis desse indicador são: coleta seletiva, compostagem, disposição sanitária, reaproveitamento, destinação final ou tratamento final. São de escala pontual, porque esses atributos estão relacionados diretamente à propriedade onde a atividade é desenvolvida.

Em relação às variáveis, coleta seletiva, compostagem/reaproveitamento e disposição adequada, a integração tecnológica para a produção de mamão não implicou nenhum efeito a esses componentes, sendo, no entanto, sem efeito. Apresentou moderado aumento para os atributos reaproveitamento e destinação ou tratamento final dos resíduos, representado pela associação ao solo dos resíduos orgânicos provenientes da renovação da roça que é utilizada como adubo e, pelo destino dado às embalagens dos agroquímicos utilizados na manutenção da cultura do mamão. Vale aqui uma ressalva, na propriedade há um local apropriado para depositar as embalagens dos produtos químicos utilizados nos tratamentos culturais do mamão, até o destino final, ou seja, devolvidas aos fornecedores desses produtos.

Quadro 15 – Matriz de ponderação para o indicador Disposição de resíduos do aspecto gestão e administração do sistema Ambitec-socioambiental

Tabela de coeficientes de alteração da variável							
Disposição de resíduos Coleta seletiva Composta-gem / Reapro- veitamento		Tratamento de resíduos domésticos			Tratamento de resíduos da produção		Averiguação fatores de ponderação
		Coleta seletiva	Composta-gem / Reapro- veitamento	Disposição adequada	Reaprovei- tamento	Destinação ou tratamento final	
Fatores de ponderação P		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1
Escala de ocorrência	Sem efeito	Marcar com X	x	x	x		
	Pontual	1				1	1
	Local	2					
	Entorno	5					
Coeficiente de impacto		0	0	0	0,2	0,2	0,40

Fonte: Adaptada EMBRAPA, 2008 apud Reboças, 2013.

O indicador disposição de resíduos, quadro 15, implicou em impacto positivo igual 0,40 devido ao moderado aumento dos componentes reaproveitamento e destinação dos resíduos.

O indicador relacionamento institucional, quadro 16, considera os atributos relativos à capacidade institucional do estabelecimento tecnologia e da qualificação profissional do responsável e dos empregados. As variáveis do indicador referem-se ao acesso à assistência técnica, associativismo e filiação tecnológica, assessoria legal e vistoria para o alcance institucional e capacitação contínua para o gerente e os empregados.

Na variável, utilização de assistência técnica do indicador relacionamento institucional, houve um grande aumento; enquanto na variável associativismo e cooperativismo, moderado aumento. Essas variáveis são consideradas as mais significativas para que a inovação tecnológica se consolidasse (produção de mamão), ou seja, a produção de mamão só foi possível quando os produtores organizaram-se em cooperativa e com o auxílio de assistência técnica, apropriarem-se da tecnologia.

Quanto as variáveis: filiação tecnológica nominal e utilização de assessoria legal, essas variáveis não eram aplicadas na propriedade, portanto, sem efeito. Por fim, a variável empregados especializados, apresentou moderado aumento, tendo em vista apropriação de algumas técnicas específicas para a produção de mamão. Todos os efeitos desse indicador ocorrem somente no local de produção, sendo de escala é pontual.

Quadro 16 - Matriz de ponderação para o indicador relacionamento institucional do aspecto gestão e administração do sistema Ambitec-socioambiental

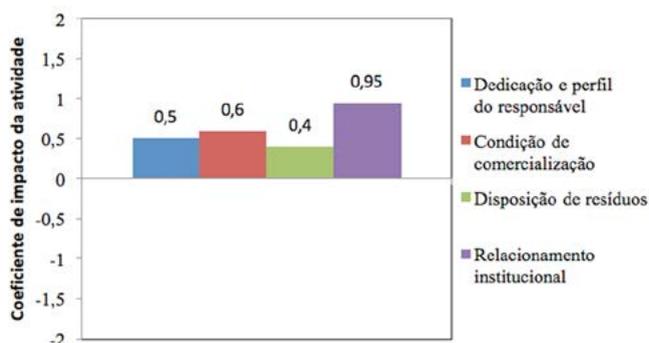
Exposição a periculosidade e fatores de insalubridade									
Relacionamento Institucional Utilização de assistência técnica Associativismo / Cooperativismo			Alcance institucional				Capacitação contínua		Averiguação fatores de ponderação
			Utilização de assistência técnica	Associativismo / Cooperativismo	Filiação tecnológica nominal	Utilização de assessoria legal / Vistoria	Gerente	Empregados especializados	
Fatores de ponderação P			0,2	0,2	0,15	0,15	0,15	0,15	1
Escala de ocorrência	Sem efeito	Marcar com X			X	x	x		
	Pontual	1	3	1				1	
	Local	2							
	Entorno	5							
Coeficiente de impacto			0,6	0,2	0	0	0	0,15	0,95

Fonte: Adaptada EMBRAPA, 2008 apud Rebouças, 2013.

O impacto do indicador relacionamento institucional foi positivo igual a 0,95 em decorrência do engajamento dos produtores em cooperativa e a utilização de assistência técnica para garantir o desenvolvimento da tecnologia. Com este resultado verifica-se que houve contribuição da inovação tecnológica para a gestão e administração do estabelecimento.

No gráfico 4 estão representados os indicadores agregados para o aspecto gestão e administração, que mostra os impactos da adoção da tecnologia na administração do estabelecimento conforme os resultados dos indicadores dedicação do perfil do responsável igual a 0,50, condição de comercialização igual a 0,60, disposição de resíduos igual a 0,40 e relacionamento institucional 0,95.

Gráfico 4 - Indicadores agregados do aspecto gestão e administração



Fonte: Rebouças (2013).

Avaliação do impacto socioeconômico da tecnologia

A avaliação da tecnologia estudada obteve um índice geral do impacto (I.A) igual a 1,4 para uma escala de no máximo quinze (15). Dentre os indicadores avaliados e normalizados, obtiveram coeficiente de impacto negativo somente os indicadores: qualidade do produto (-1,3), segurança ambiental e pessoal (-0,60), segurança e saúde ocupacional (-3,5), segurança alimentar (-3,60), os quais fazem jus a uma especial atenção para melhoria da situação apresentada.

No quadro 17, estão apresentados os resultados obtidos na avaliação dos quinze indicadores, o peso de cada indicador e o Índice Geral de Impacto Socioeconômico para a produção de mamão irrigado na agrovila Canudos.

Com o resultado apresentado, a tecnologia é considerada recomendável por ter atendido à norma definida de minimizar impactos negativos. Em outras situações semelhantes, poderá ser recomendada para uso em larga escala, devido à sua contribuição positiva.

No quadro 17, está apresentada uma síntese geral dos coeficientes de impacto socioeconômico da inovação tecnológica já normalizados de forma a serem expresso na mesma escala permitindo comparação direta do desempenho socioeconômico da tecnologia em cada indicador. A normalização dos coeficientes consiste no produto da ponderação de maior escala de ocorrência (entorno = 5) para os indicadores que se apresentarem com efeito em escalas menores. Assim, os indicadores na mesma escala podem ser agregados para indicar a média do índice geral de impacto.

Nota-se que o desempenho dos indicadores qualidade do produto, saúde ambiental e pessoal, segurança e saúde ocupacional e segurança alimentar não atendem à norma ideal para impactos positivos, no entanto, para os demais indicadores a tecnologia se apresentou com desempenho positivo, com destaque para o valor da propriedade, relacionamento institucional e diversidade de fontes de renda.

Por fim, conforme ponderação da importância de cada indicador (peso total igual a unidade) a inovação da tecnologia é avaliada em conjunto para a composição do Índice geral de impacto.

Quadro 17 – Índice Geral de Impacto socioeconômico da Inovação Tecnológica do Sistema Ambitec - socioambiental aplicado à produção de mamão (Carica papaya L.) na agrovila Canudos

Indicadores de impacto socioeconômico	Peso do indicador	Coefficientes de impacto
Qualidade do produto	0,10	-1,3
Capacitação	0,05	0,5
Oportunidade de emprego local qualificado	0,10	0,9
Oferta e condição de trabalho	0,05	1,2
Qualidade do emprego	0,05	1,0
Geração de renda	0,10	5,0
Diversidade de fontes de renda	0,05	3,8
Valor da propriedade	0,05	4,8
Saúde ambiental e pessoal	0,10	-0,6
Segurança e saúde ocupacional	0,05	-3,5
Segurança alimentar	0,05	-3,6
Dedicação e perfil do responsável	0,10	2,5
Condição de comercialização	0,05	3,0
Disposição de resíduos	0,05	2,0
Relacionamento institucional	0,05	4,8
Averiguação da ponderação ^[1]	1,00	20,5
Índice geral de impacto ^[2]	1,4	
Índice de impacto socioeconômico		
<p>Gráfico de barras mostrando o Índice de Impacto Socioeconômico. O eixo vertical varia de -15 a 15. Uma única barra vermelha representa o índice geral de impacto, com um valor de 1,4.</p>		

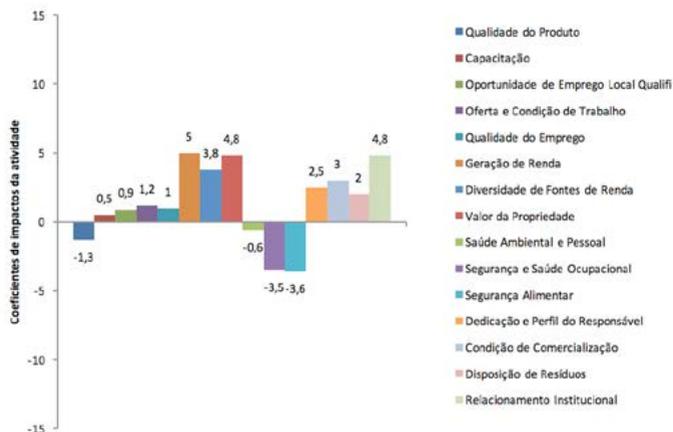
Fonte: Adaptado Sistema Ambitec-socioambiental (2005)

[1] Somatório Peso do indicador e Coeficientes de impacto

[2] Média aritmética do coeficiente de impacto

No gráfico 5 estão representados todos os indicadores avaliados por meio do sistema Ambitec-socioeconômico na agrovila Canudos.

Gráfico 5 – Resultados da avaliação dos impactos socioeconômicos na agrovila Canudos



Fonte: Rebouças (2013).

A apresentação gráfica dos resultados dos impactos socioeconômicos para cada indicador expõe um diagnóstico da adoção da tecnologia, o que favorece aos tomadores de decisão uma visão das contribuições positivas e negativas, com a possibilidade de medidas que proporcione desenvolvimento local sustentável, por meio de ações que visam mitigar os impactos negativos e potencializar os impactos positivos.

CONCLUSÕES

Conclui-se que, a avaliação dos impactos ambientais, em especial aqueles voltados para a socioeconomia, no tocante à produção de mamão papaya na Agrovila Canudos, apontaram alguns indicadores como qualidade do produto, saúde ambiental e pessoal, segurança e saúde ocupacional, e segurança alimentar que apresentaram índice de impacto negativo devido à ampla utilização de produtos químicos.

O manejo de agrotóxicos não atende às normas de proteção ao meio ambiente, saúde e segurança do trabalho, o que expõe os trabalhadores à situação de risco, bem como à segurança alimentar dos consumidores do mamão produzido no assentamento.

A orientação no local de trabalho sobre o uso adequado dos produtos agrícolas é insuficiente e não atinge a todos os trabalhadores, fato que os expõe em situação de risco por não observarem os critérios de dosagem recomendada pelo fabricante do produto.

Por fim, a maioria dos trabalhadores tem baixo grau de escolaridade o que pode contribuir para dificultar a compreensão da rotulagem dos agrotóxicos e sua implicação toxicológica e ambiental.

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.

IRIAS, L. J. M. et al. Avaliação de impacto ambiental de inovação tecnológica agropecuária: aplicação do sistema Ambitec. **Agricultura**, São Paulo, v. 51, n. 1, p. 23-39, jan/jun. 2004. Disponível em: <<http://br.monografias.com/trabalhos-pdf900/impacto-ambiental-tecnologica/impacto-ambiental-tecnologica.pdf>> Acesso em 20 out. 2012.

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.

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. (RN). 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.

RODRIGUES, G. S. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisa: fundamentos, princípios e introdução à metodologia**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1998. (Documentos, 14).

_____. Et. al. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisa II: avaliação da formulação de projetos**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. (Documentos, 10).

_____.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: um sistema de avaliação para o contexto institucional de P&D. **Caderno de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.19, n. 3, p. 349-375, set./dez. 2002.

_____. CAMPANHOLA, C. Sistema integrado de impacto de avaliação aplicada a atividades do Novo Rural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 4, p. 445-451, 2003.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C. KITAMURA, P. C. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária**: Ambitec-agro. Jaguariúna: EMBRAPA, 2003. p. 95. (Embrapa Meio Ambiente Documento, 34). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMA/5806/1/documentos_34.pdf>. Acesso em 10 nov. 2011.

RODRIGUES, G. S. **Agricultura sustentável, gestão ambiental e eco-certificação de atividades rurais**. [S. l.: s.n.], [2008?]. 5 p. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/down_hp/346.pdf>. Acesso em 10 nov. 2011.

QUALIDADE DE VIDA E SUSTENTABILIDADE URBANA: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

*Maria Cristina Cavalcanti Araújo¹⁹
Gesinaldo Ataíde Cândido²⁰*

As recentes discussões sobre sustentabilidade evidenciaram a necessidade de seu monitoramento e a definição de instrumentos de avaliação. Diversas formas foram estudadas e trazidas à tona por seus pesquisadores ou grupos de pesquisas. No entanto, entende-se que a qualidade de vida urbana é um indicador importante para avaliação da sustentabilidade urbana. Nesse sentido, enveredar por meio de um estudo empírico sobre a qualidade de vida urbana traz à tona a contribuição ao se somar às discussões sobre a sustentabilidade.

A cidade de Natal, capital do Rio Grande do Norte, foi a escolhida como recorte espacial deste trabalho. Isso se deve ao fato da evidência empírica do crescimento urbano e da urbanização da qual a cidade vem passando nos últimos tempos. O crescimento do sítio urbano se deu em todas as direções da cidade, provocando transbordamentos para municípios circunvizinhos. Esse quadro de referência trouxe incertezas quanto à sustentabilidade da cidade e, portanto, da qualidade de vida urbana.

Nesse sentido, procurou-se ampliar e avançar as discussões sobre qualidade de vida de Natal-RN ao incorporar, variáveis e indicadores de dimensões (ambiental, social e econômica) para a definição do IQVU de Natal. Aqui, procurou-se articular o processo de

19 Doutora em Recursos Naturais (Universidade Federal de Campina Grande). Professora do Instituto Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: cristina.cavalcanti@ifrn.edu.br.

20 Professor doutor e orientador do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais (Universidade Federal de Campina Grande). E-mail: gacandido@uol.com.br

expansão urbana e o comprometimento da qualidade de vida urbana, observando-se os aspectos materiais, coletivos e objetivos, por meio de indicadores expressos por dados secundários.

Além disso, fez-se a opção de se estabelecer os níveis espaciais de qualidade de vida a partir dos bairros de Natal-RN por compreender que estes melhor refletem a configuração urbana e espacial do município contribuindo no acompanhamento temporal da evolução urbana local, o que considera-se como a contribuição deste trabalho.

Em suma, a relevância deste trabalho está, também, em mensurar e estabelecer os níveis espaciais de oferta de serviços e recursos urbanos que serão de extrema importância para a identificação e o monitoramento da qualidade de vida urbana de Natal-RN.

EXPANSÃO URBANA E INSUSTENTABILIDADE URBANA

A (in) sustentabilidade urbana, provocada pelo processo de expansão urbana tem fragilizado a qualidade de vida dos moradores que assistem a expansão do sítio urbano da cidade, sem, no entanto, estar sendo dotada de infraestrutura. Esse processo tem sido marcado por concentração de riqueza e de pobreza e pela transformação da terra urbana em mercadoria, articulados a expropriação da população rural que tem migrado para as cidades sem renda. Daí tem decorrido a ocupação de áreas de risco, pela população de baixa renda, que antes não foram ocupadas pela urbanização ou foram relegadas para a valorização imobiliária.

Desse modo, evidencia-se uma segregação socioespacial que é, ao mesmo tempo, perversa e desumana, as quais não são consonantes com a ideia recorrente de cidade sustentável (cruzamento entre valores sociais, econômicos e ecológicos) e, portanto, incompatíveis com uma boa qualidade de vida urbana.

Dos primeiros aglomerados às edificações de concreto das metrópoles contemporâneas do século XXI, a cidade vem exercendo atração e repulsão, reunindo e concentrando uma gama de pessoas que circula, trabalha, vive e sobrevive de forma individual e coletiva (ROLNIK, 2012).

É nessa lógica que se conforma e se configura a cidade da era da informação tecnológica digital, repleta de movimentos reais e virtuais, de ritmos frenéticos, de cores, de odores, de sons, de silêncios,

de conflitos e de contradições. Trata-se de uma cidade complexa ambientalmente, onde o império do automóvel e a turbulência do viver humano têm dominado a realidade espacial urbana, impedindo, muitas vezes, uma vida mais saudável e digna de bem-estar socioambiental (MUMFORD, 1998).

Nas palavras de Rolnik (2012), a cidade materializa sua própria história. Dessa maneira, as formas de ocupação da humanidade, ao longo do tempo, deixam marcas no espaço como expressão concreta das relações sociais e do embricamento homem-natureza.

Portanto, a cidade contemporânea apresenta-se heterogênea, um espaço geográfico formado por objetos e ações do passado e do presente, por isso é transtemporal. Ela é formada por muros, por segregações. Forças centrípetas e forças centrífugas atuam na cidade, evidenciando uma tendência que é, ao mesmo tempo, contrastante e confluyente (SANTOS, 2006); atraindo e convergindo pessoas para essas localidades, mas, ao mesmo tempo, repelindo e não dando as mesmas oportunidades para todos.

Assim, é dentro dessa dinâmica que, atualmente, mais da metade da população mundial vive nas cidades, em um crescente processo de urbanização. No Brasil, são cerca de 85% de seus habitantes que vivem em áreas urbanas (IBGE, 2010). Em Natal, capital do estado do Rio Grande do Norte e recorte espacial desse estudo, o índice chega aos 100% (IBGE, 2010), com uma taxa média de crescimento populacional, entre os anos de 2000 a 2010, na casa de 1,21% (NATAL, 2012), de modo a contribuir para que a cidade passasse a conviver com grandes transformações espaciais.

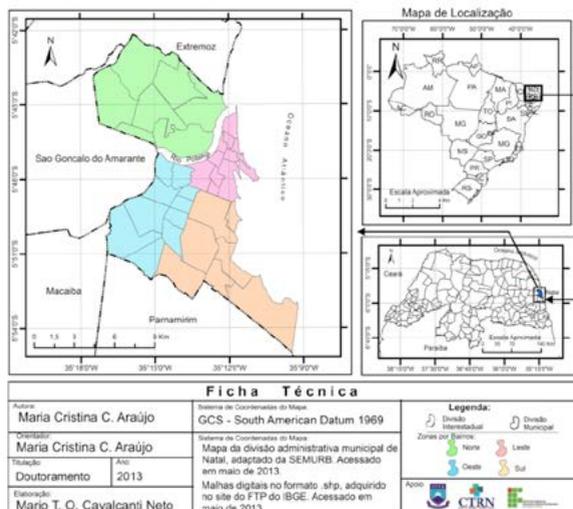
A cidade de Natal possui, atualmente, 803.739 habitantes, os quais estão abrigados em 177.317 domicílios, distribuídos nas quatro zonas administrativas que são: Oeste, Leste, Sul e Norte. O maior número de domicílios está concentrado na zona administrativa norte (303,543 habitantes) e o menor na zona administrativa leste – 115.297 habitantes (NATAL, 2012). Dessa forma, é evidente, no espaço natalense, uma ocupação desigual.

A cidade aparentemente compacta (ROGERS, 2008) começa a se espalhar por todas as zonas administrativas, chegando a transbordar em direção a outros municípios da Região Metropolitana de Natal (RMN). O resultado pode ser a insustentabilidade urbana, traduzida na forma desigual de acesso à infraestrutura urbana e que pode estar comprometendo a qualidade de vida dos cidadãos locais.

RECORTE ESPACIAL E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO ESTUDO

O município de Natal, capital do estado do Rio Grande do Norte (RN), e área objeto do presente estudo, está situado na zona costeira do Brasil, na região Nordeste do país e na mesorregião Leste Potiguar (Figura 1). Sua área territorial encontra-se situada no paralelo de 5° 47'42" de latitude sul e o meridiano de 35°12'34" a oeste de Greenwich. (NATAL, 2010b).

Figura 1 – Mapa de localização



Fonte: Araújo (2013).

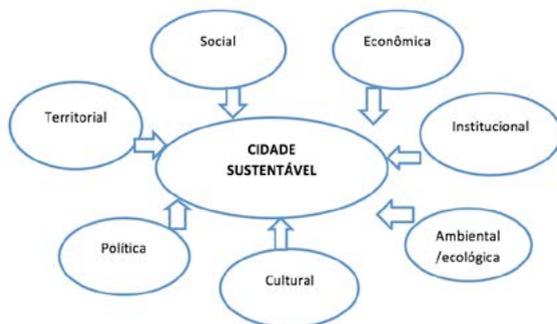
Natal-RN possui uma área territorial de 167,263 km² e abriga atualmente cerca de 803.739 habitantes. A taxa de população urbana desta cidade hoje chega a 100%, com cerca de 177.317 domicílios, distribuídos nas quatro zonas administrativas: Oeste, Lestes, Sul e Norte.

SUSTENTABILIDADE URBANA

Uma cidade para ser considerada sustentável tem que ser, antes de tudo, democrática e justa. Portanto, é aquela que atende as necessidades urbanas básicas da população, tais como as de infraestrutura urbana. Assim, deve ser observada, em sua organização e dinâmica, as diversas dimensões: social, econômica,

institucional, ambiental/ecológica, cultural, política e territorial. Assim, oferecendo aos seus habitantes uma boa qualidade de vida. A figura a seguir representa, de forma sintética, as dimensões de uma cidade sustentável.

Figura 2 – Dimensões de uma cidade sustentável



Fonte: Araújo (2013).

Na dimensão cultural, deve-se preservar e respeitar a diversidade cultural, resgatando os valores, a identidade local. Assim, podem-se evitar as desigualdades e a exclusão social, previstas na dimensão social, promovendo uma cidade justa e com equidade. A dimensão ambiental, de uma cidade sustentável, visa o uso racional dos recursos, observando-se a capacidade de resiliência de cada ecossistema.

Na dimensão política, uma cidade sustentável é aquela onde se observa a participação, ou melhor, o exercício da cidadania, à governança, que podem ser conseguidas, também, por meio da dimensão institucional, a qual envolve engenharias institucionais amparadas nos princípios da sustentabilidade.

Na dimensão territorial, observa-se o equilíbrio na configuração do sítio urbano, buscando-se uma cidade compacta, ambientalmente segura e justa. Já na dimensão econômica, busca-se o uso eficiente e a racionalização econômica dos recursos visando um crescimento equilibrado.

Assim, entende-se que o conceito de qualidade de vida urbana envolve, nesse sentido, diversas dimensões e que é indissociável com o entendimento da sustentabilidade. Porém, dentro dessa perspectiva, há de se considerar que a sociedade atual está longe de alcançar a

qualidade de vida condigna com as dimensões apontada por Oliveira (2004). Ao contrário, pode-se afirmar que a “insustentabilidade dos dias atuais vem produzindo uma Sociedade de Risco”. (GUIMARÃES, 2008, p. 87). Desse modo, emerge a necessidade de se pensarem novos paradigmas de desenvolvimento.

Nesse sentido, é salutar a afirmação de Guimarães (2008, p. 93) ao criticar a forma como a noção de sustentabilidade vem sendo alicerçada, com ênfase “desenvolvimentista”, amparada em um modelo que “produziu a atual crise ambiental” (grifo do autor). Assim, ao se pensar em desenvolvimento sustentável e sustentabilidade, algumas reflexões ou pontos devem ser levados em consideração, como condição precípua, tais como: a concepção que se tem acerca do desenvolvimento; a perspectiva temporal que deve-se levar em consideração, ou seja, preocupar-se com a geração futura e promover equidade na sociedade atual; e, quais os objetivos que se quer alcançar. Esses seriam alguns dos pontos essenciais a serem pensados ao se discutir o desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade. Porém, essa constitui-se em uma tarefa árdua, uma vez que envolve pares dialéticos e antagônicos, portanto, conflituosos e contraditórios, de um lado, e, de outro lado, as gerações atuais e as futuras.

Torna-se importante destacar algumas metas perseguidas pelo desenvolvimento sustentável, no qual se procura dar ênfase à busca, de forma associada, pela qualidade de vida humana coletiva e à rentabilidade econômica. Trigueiro (2005) cita quatro dessas metas: 1) satisfação das necessidades básicas da população; 2) preocupação com a qualidade ambiental para as futuras gerações; 3) participação da população nas decisões sociais; e 4) busca pela equidade social. Portanto, as dimensões preconizadas na Agenda 21 Brasileira ficam aqui contempladas, aparecendo de forma isolada ou combinadas no processo de busca da sustentabilidade. São elas: a dimensão temporal, a ética, a social e a prática.

Assim sendo, o processo de desenvolvimento sustentável só pode ser alcançado se forem levadas em consideração diversas instâncias: social, ambiental, econômica, política, cultural, espacial, além de outras. Nessa perspectiva, tem-se a inter-relação da proteção ambiental com o desenvolvimento econômico, ou seja, o princípio da sustentabilidade. Neste trabalho, entende-se que apesar dos avanços, ainda há muito a superar para a efetivação da sustentabilidade de forma sistemática, sendo necessários discussões e estudos que acompanhem essa nova realidade.

A esse respeito, Acsehrad (2004, p. 27) destaca duas formas de tratamentos da questão da sustentabilidade urbana: o tratamento normativo e o tratamento analítico. Enquanto o primeiro traça o perfil da cidade sustentável tendo como baliza o urbanismo ambientalizado, o segundo, evidencia a necessidade de superação das mazelas sociais para atender ao princípio da igualdade e da sustentabilidade.

Dentro dessa perspectiva e corroborando com Rossetto (2003), acredita-se ser necessária uma ação integrada que combine dinâmicas de promoção social e redução de impactos em ambientes urbanos, dada a complexidade das estruturas vigentes. Entende-se ser necessária a busca de novos modelos de políticas públicas urbanas que associem crescimento econômico e condições dignas de vida, de forma integrada e com a participação efetiva da população, reduzindo-se de forma progressiva as taxas de degradação do meio ambiente e da sociedade.

Nesse viés, Martins e Cândido (2010, p. 30) nos mostram uma direção: encontrarem-se indicadores que forneçam as diretrizes para a sustentabilidade de dada localidade, com “posturas diferenciadas conforme as peculiaridades das interações homem-natureza, que exigem posturas adequadas às características do ambiente”. Para os autores, deve-se observar o caráter mutável, dinâmico e diverso que envolve esse processo, numa perspectiva atual e futura. Os indicadores, portanto, dariam o direcionamento das ações que ajudariam no enfrentamento das fragilidades na gestão urbana, resolvendo os conflitos e as dificuldades apresentadas.

É, portanto, necessário observarem-se as especificidades locais uma vez que as cidades são heterogêneas, e, portanto, respondem aos desafios ambientais e sociais de formas diferenciadas. Estão envolvidos em sua dinâmica, o seu passado, as suas tradições, seus valores culturais. Nesse sentido, não se pode propor soluções homogeneizadoras (SACHS, 1993).

Assim, ao se elaborar um plano de desenvolvimento sustentável, precisam ser contempladas, portanto, as variáveis espacial, temporal e cultural do lugar, pois não existe um modelo que se adapte a todas as realidades, mas, sim, para cada realidade deve-se construir um modelo. Destarte, fazem-se necessários elementos que norteiem o desenvolvimento sustentável, tais como: as dimensões que devem ser consideradas; os parâmetros de medida e definição; e, os encaminhamentos das proposições.

A Agenda Habitat dos Municípios (2003, p.5) atenta para a necessidade de se viabilizar, de forma equitativa, “um padrão de vida adequado, o que inclui alimentação, vestimenta, habitação, água e saneamento adequados e a melhoria contínua das condições de vida”. Nesse sentido, é necessário trabalhar-se com indicadores, como forma de contribuir para a construção de um modelo de sustentabilidade local.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Depreende-se de forma sintética que, o entendimento de qualidade de vida envolve várias dimensões; pode (e deve) ser mensurada e avaliada a partir de aspectos objetivos e subjetivos, individuais e coletivos e, a partir de dados quantitativos e qualitativos. Portanto, envolvendo assim a concepção de cidade sustentável tendo como condicionante básico a sua capacidade de atender as necessidades da população de forma equitativa, portanto, proporcionando uma maior qualidade de vida urbana.

A urbanização e a expansão urbana, não acompanhada por um planejamento eficiente e por uma gestão hábil, pode provocar como consequência uma cidade insustentável. A noção de sustentabilidade envolve dimensões das mais diversas e, no ambiente urbano está diretamente ligada à noção de justiça e equidade social e ambiental. Portanto, a análise da qualidade de vida urbana envolve um ambiente sustentável e que está em constante dinâmica de expansão e mudança. Assim, ao escolher os indicadores para a monitorização da qualidade de vida urbana, estes precisam constituir como fonte de orientação as tendências de mudanças.

Assim, entendendo qualidade de vida urbana como “como o grau de satisfação das necessidades básicas para a vida humana, que possa proporcionar bem-estar aos habitantes de determinada fração do espaço geográfico” (MORATO et al., 2006), foram levadas em conta variáveis e indicadores, uma vez que “o conjunto de indicadores que compõem o IQVU está organizado em variáveis, que correspondem aos setores em que os serviços são tradicionalmente ofertados”. (BRASIL, 2004, p.44).

Nesse trabalho optou-se pelos âmbitos de análise, que podem ser observados a seguir, por entender-se que melhor expressam a realidade estudada, dando conta da oferta de bens e serviços

urbanos em toda a área territorial de Natal, portanto, refletindo como se apresenta a qualidade de vida urbana local: Aspectos materiais: que estão relacionados com a satisfação das necessidades humanas básicas; Aspectos coletivos: que diz respeito aos serviços básicos e serviços públicos; Aspectos objetivos: que são apreendidos através da definição de indicadores de natureza quantitativa. (BRASIL, 2004, p. 36).

Assim, essas opções se devem também ao fato de que estes possibilitam a comparação dentro do espaço intraurbano expressando a realidade comunitária. Ademais, torna-se positivo evitar variáveis subjetivas uma vez que essas limitam a comparabilidade.

Herculano (2000, p. 10) alerta para a importância da criação de indicadores e índices mensuráveis “pois, pelos processos de quantificação e simplificação da informação, informam/formam a opinião pública, teoricamente de importância vital em sistemas democráticos”. Assim, não somente informa ao público quanto a eficácia ou não das políticas públicas, como também pode servir de ferramenta para cobrança por parte da sociedade. Portanto, tornam-se importantes no processo de avaliação da gestão municipal.

Assim, a partir do amplo levantamento bibliográfico, foram selecionados variáveis e indicadores que tiveram como baliza a concepção de sustentabilidade urbana, portanto, de qualidade de vida urbana observando-se as dimensões social, econômica e ambiental. Desse modo, baseado em Braga (et al., 2003) e SESI - SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA (2010) levou-se em conta os seguintes critérios: Relevância, capacidade da variável em traduzir o fenômeno estudado; Disponibilidade, cobertura e atualidade dos dados; Capacidade da variável em permitir comparações temporais; Estar ligado com as políticas públicas; Desagregação; Ser de fácil entendimento por parte da sociedade em geral; Facilidade em obtenção e atualização dos dados.

Portanto, fez-se a opção pela simplificação de indicadores que forneçam informações relevantes para avaliar os níveis e índices de qualidade de vida de Natal-RN. Além disso, amparando-se em Leite (2009), Allmenroeder et. al (2001), Nahas (2009), Jofré (2009) e Figueiredo (2008), entende-se a necessidade de definir a regionalização intraurbana a ser empregada no cálculo dos indicadores. Portanto os dados foram territorializados/ espacializados, de modo que eles pudessem dar conta da real qualidade de vida da cidade. Assim, para

a identificação e avaliação do IQVU, de Natal (RN), foram definidas quatro variáveis e 23 indicadores, apresentados no Quadro a seguir:

Quadro 1 – Variáveis, indicadores e função relação

VARIÁVEIS				
	Infraestrutura Ambiental urbana (IAU)	Equipamentos urbanos e serviços (EUS)	Socioeconômica (SOE)	Segurança (SEG)
INDICADORES/FUNÇÃO RELAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> - Acesso à Coleta do Lixo por serviço (+) - Disponibilidade de Energia Elétrica nos domicílios (+) - Drenagem (+) - Pavimentação (+) - Acesso ao Abastecimento de água (+) - Acesso a Esgotamento sanitário (+) 	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecimentos da área de saúde (+) - Equipamentos desportivos (+) - Equipamentos de segurança pública - Equipamento urbano Praça (+) - Dotação de negócios, comércio e serviços (+) - Número de escolas e creches - Número de linhas de transporte coletivo/alternativos 	<ul style="list-style-type: none"> - População economicamente ativa (+) - Rendimento nominal médio (+) - Rendimento médio per capita (+) - Alfabetização (+) - Densidade demográfica (-) - Áreas subnormais (-) - Domicílios permanentes próprios (+) 	<ul style="list-style-type: none"> -- Número de homicídios (-) - Número de ocorrências (-) - Número de armas apreendidas (-)

Fonte: Araújo (2013)..

Por meio de dados secundários foram calculados os índices, organizados por meio de planilha eletrônica em excel, os quais geraram os níveis de qualidade de vida de Natal, dispostos por bairro.

Para a definição dos índices de cada variável e de cada indicador, utilizou-se o cálculo proposto por Figueiredo et al. (2008, p. 12), o qual “consiste na razão entre a subtração do valor observado do indicador pelo valor mínimo da série do indicador dividido pela subtração do valor máximo pelo valor mínimo da série do indicador”, quando o atributo for positivo. Portanto, os indicadores cujos atributos são positivos para a qualidade de vida, ou seja, que contribuam para uma condição sustentada de qualidade de vida, foram calculados os índices por meio desta fórmula:

$$I = \frac{(X_i - X_{\min}) \dots (1)}{(X_{\max} - X_{\min})}$$

Enquanto a equação para o atributo negativo (como por exemplo, número de homicídios, áreas subnormais) passa a ser a razão entre a subtração do valor observado do indicador pelo valor máximo da série do indicador dividido pela subtração do valor máximo pelo valor mínimo da série do indicador. Portanto, os indicadores cujos atributos são negativos para a qualidade de vida, ou seja, que contribua para uma condição insustentada de qualidade de vida, foram calculados os índices por meio da seguinte fórmula:

$$I = \frac{(X_{\max} - X_i) \dots (2)}{(X_{\max} - X_{\min})}$$

Em seguida, para o cálculo do índice final de cada bairro e do IQVU de Natal, utilizou-se a média simples que foi obtida através da soma de todos os índices divididos pela quantidade de índices utilizados (FERREIRA et al., 2008).

Portanto, a partir dos dados secundários, foram calculados os índices, convertidos pela equação acima expressa, estabelecendo-se o intervalo de 0 a 1 para determinar quando o índice apresenta-se muito fraco, fraco, suficiente e bom, conforme a representação do quadro 2.

Quadro 2 – Representação dos níveis do IQVU – gradação de cores*

Índice Intervalo entre 0 – 1	Gradação de cores	Nível de Qualidade de vida
0,000 – 0,200		Péssima
0,201 – 0,400		Ruim
0,401 – 0,600		Regular
0,601 – 0,800		Boa
0,801 – 1,000		Muito boa

Fonte: Araújo (2013).

RESULTADOS E DISCUSSÕES: ÍNDICE DE QUALIDADE DE VIDA URBANA DE NATAL

A cidade do Natal-RN passou um processo de crescimento populacional e expansão urbana que trouxe como uma das consequências a ocupação de praticamente todo seu sítio urbano. Assim, atualmente sua população é considerada totalmente urbana, com taxa de 100%, conforme dados do IBGE (2010d).

A referida expansão provocou a ampliação da malha urbana que desencadeou numa ocupação periférica que se expandiu por toda a franja urbana da cidade, ou seja, nas direções norte-sul e leste-oeste. Tudo isso provocou, também, o transbordamento urbano para outras áreas da Região Metropolitana de Natal, tais como Parnamirim, Macaíba, Extremoz e São Gonçalo.

Diante desse quadro de referência, infere-se que as condições urbanas e, portanto, da qualidade de vida nas diversas zonas da cidade não são as mesmas. Por esse motivo se faz necessário estabelecer indicadores adequados à avaliação dos níveis de qualidade de vida urbana da população de Natal, tendo como referencia a sustentabilidade.

Para chegar ao índice sintético de qualidade de vida urbana de Natal foram levados em consideração variáveis que contemplam as dimensões ambiental, social e econômica. Nesse sentido, os índices obtidos evidenciam uma cidade cuja qualidade de vida urbana pode ser avaliada como regular (numa escala compreendida entre péssima, ruim, regular, boa e muito boa), conforme pode-se observar na Tabela 1.

Tabela 1 – Índices e variáveis da qualidade de vida urbana de Natal-RN*

Nome do Bairro	IAU	EUS	SOE	SEG	ÍNDICE FINAL
Alecrim	0,923	0,229	0,495	0,691	0,585
Areia Preta	0,972	0,038	0,595	0,878	0,621
Barro Vermelho	0,983	0,047	0,731	0,911	0,668
Bom Pastor	0,697	0,095	0,400	0,641	0,458
Candelária	0,396	0,116	0,784	0,868	0,541
Capim Macio	0,548	0,150	0,783	0,820	0,575
Cidade Alta	0,856	0,150	0,509	0,568	0,521
Cidade da Esperança	0,972	0,128	0,568	0,684	0,588
Cidade Nova	0,736	0,049	0,447	0,692	0,481
Dix-Sept Rosado	0,852	0,093	0,409	0,776	0,533

Felipe Camarão	0,712	0,173	0,179	0,449	0,378
Guarapes	0,468	0,041	0,391	0,805	0,426
Igapó	0,663	0,012	0,424	0,574	0,418
Lagoa Azul	0,473	0,354	0,509	0,375	0,428
Lagoa Nova	0,803	0,399	0,687	0,817	0,677
Lagoa Seca	0,943	0,036	0,585	0,865	0,607
Mãe Luiza	0,729	0,077	0,281	0,734	0,455
N. S. da Apresentação	0,559	0,198	0,403	0,261	0,355
N. S. de Nazaré	0,890	0,070	0,490	0,914	0,591
Neópolis	0,695	0,254	0,675	0,847	0,618
Nordeste	0,845	0,064	0,499	0,878	0,572
Nova Descoberta	0,794	0,053	0,563	0,842	0,563
Pajuçara	0,581	0,427	0,430	0,547	0,496
Petrópolis	0,713	0,143	0,765	0,725	0,587
Pitumbu	0,822	0,175	0,765	0,837	0,650
Planalto	0,375	0,071	0,520	0,636	0,401
Ponta Negra	0,777	0,156	0,673	0,641	0,562
Potengi	0,665	0,693	0,558	0,443	0,590
Praia do Meio	0,882	0,095	0,585	0,701	0,566
Quintas	0,862	0,166	0,397	0,692	0,529
Redinha	0,412	0,224	0,534	0,551	0,430
Ribeira	0,765	0,107	0,751	0,661	0,571
Rocas	0,838	0,089	0,469	0,802	0,550
Salinas	0,408	0,005	0,436	1,000	0,462
Santos Reis	0,887	0,053	0,546	0,851	0,584
Tirol	0,907	0,291	0,813	0,726	0,684
ÍNDICE FINAL	0,733	0,153	0,546	0,714	0,537

Fonte: Araújo (2013).

A variável equipamentos urbanos e serviços (EUS) apresentou os mais baixos índices, sendo considerado como de nível péssimo. Pode-se observar que em sua maioria, os bairros obtiveram índices considerados com a avaliação entre péssimo e ruim. O destaque positivo foi o bairro Potengi, que obteve o maior índice. Já o destaque negativo nessa variável é para o bairro de Salinas que obteve o menor índice dentre os bairros. Além disso, em todos os indicadores avaliados, nessa variável, os índices obtidos ficaram com níveis péssimo e ruim. Os piores índices nessa variável foram obtidos pelos equipamentos de segurança, equipamento urbano-praça e equipamentos de saúde. Além disso, fica evidente a carência de praças, escolas e creches, linhas de transporte, equipamentos desportivos, equipamentos

de saúde e de segurança. Portanto, percebe-se a necessidade de maiores investimentos e políticas públicas e privadas, de forma mais equitativa, em todas as zonas administrativas de Natal.

A variável infraestrutura ambiental urbana (IAU) obteve o maior índice, sendo avaliado como de nível bom. Os bairros de Candelária e Planalto obtiveram os índices mais baixos, enquanto os bairros de Areia Preta, Barro Vermelho e Cidade da Esperança ficaram com os índices mais elevados. Depreende-se que o índice obtido nessa variável pode ser justificado por se constituir de indicadores cujo investimento depende quase exclusivamente do Estado, sendo condições básicas e essenciais para a qualidade ambiental urbana, portanto, para a qualidade de vida da população. Ademais, na construção de conjuntos habitacionais muitas vezes já se contempla grande parte dos equipamentos de infraestrutura ambiental urbana. Nesta variável, o indicador energia elétrica obteve maior índice, sendo considerado como muito bom. Já o esgotamento sanitário obteve o índice mais baixo, com nível considerado com regular.

A variável socioeconômica (SOE) obteve índice considerado como de nível regular, o que reflete as desigualdades socioeconômicas da população e a exclusão socioespacial encontradas em Natal-RN. Os piores índices foram obtidos pelos bairros de Felipe Camarão e Mãe Luiza, enquanto os maiores índices foram obtidos pelos bairros de Tirol e Candelária. Os piores índices obtidos foram nas variáveis população economicamente ativa e rendimento nominal médio, deixando evidente as desigualdades sociais na cidade. Já o melhor índice obtido, foi no indicador áreas subnormais, o que reflete a relativa pequena distribuição de favelas pelos bairros de Natal.

A variável segurança (SEG) obteve índice cujo nível é considerado como bom. Porém, os índices obtidos refletem a insegurança e violência pontuadas especialmente nos bairros de Lagoa Azul e Nossa Senhora da Apresentação, principalmente. Esses mesmos bairros também obtiveram índices considerados como péssimo na avaliação de equipamentos de segurança pública, o que revela a relação entre a falta de equipamentos de segurança e o nível de violência. O índice mais baixo nessa variável foi obtido pelo indicador número de armas apreendidas, com índice mais baixo para o bairro da Ribeira.

A tabela 2, mostra o índice final da qualidade de vida de Natal onde foi elaborado o ranking dos bairros de Natal, em ordem decrescente, enfatizando os níveis obtidos por cada bairro, através da gradação de cores.

Tabela 2 – Ranking dos bairros Índice de Qualidade de Vida Urbana de Natal-RN

Classificação	Nome do Bairro	ÍNDICE FINAL	
1º	Tirol	0,684	ÍNDICES CONSIDERADOS COMO BONS
2º	Lagoa Nova	0,677	
3º	Barro Vermelho	0,668	
4º	Pitimbu	0,650	
5º	Areia Preta	0,621	
6º	Neópolis	0,618	
7º	Lagoa Seca	0,607	
8º	N.S. de Nazaré	0,591	ÍNDICES CONSIDERADOS COMO REGULARES
9º	Potengi	0,590	
10º	Cidade da Esperança	0,588	
11º	Petrópolis	0,587	
12º	Alecrim	0,585	
13º	Santos Reis	0,584	
14º	Capim Macio	0,575	
15º	Nordeste	0,572	
16º	Ribeira	0,571	
17º	Praia do Meio	0,566	
18º	Nova Descoberta	0,563	
19º	Ponta Negra	0,562	
20º	Rocas	0,550	
21º	Candelária	0,541	
22º	Dix-Sept Rosado	0,533	
23º	Quintas	0,529	
24º	Cidade Alta	0,521	
25º	Pajuçara	0,496	
26º	Cidade Nova	0,481	
27º	Salinas	0,462	
28º	Bom Pastor	0,458	
29º	Mãe Luiza	0,455	
30º	Redinha	0,430	
31º	Lagoa Azul	0,428	
32º	Guarapes	0,426	
33º	Igapó	0,418	
34º	Planalto	0,401	
35º	Felipe Camarão	0,378	ÍNDICES CONSIDERADOS COMO RUINS
36º	N.S. da Apresentação	0,355	

Fonte: Araújo (2013).

Ao observar o nível alcançado pelos bairros que apresentam os índices mais baixos e, observando-se os níveis obtidos pelos bairros que apresentaram os índices mais altos, constata-se que as áreas de expansão urbana de Natal, apresentam os piores índices de qualidade de vida urbana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados avaliados observou-se que há uma distribuição irregular, injusta, concentrada e ao mesmo tempo excludente dos bens e serviços urbanos na cidade de Natal.

Analisando os índices obtidos pelos bairros com os piores níveis de qualidade de vida urbana de Natal, observa-se que, dos 23 indicadores analisados o bairro do Planalto, Felipe Camarão e Nossa Senhora da Apresentação obtiveram índices considerados como péssimos ou ruins em praticamente metade dos indicadores estudados.

O bairro do Planalto, em todos os indicadores da variável equipamentos urbanos e serviços, obteve índice considerado péssimo, além disso, demonstra uma grande carência em infraestrutura ambiental urbana, com carência de esgotamento sanitário, coleta de lixo por serviços, drenagem, pavimentação (todos com índices considerados péssimos). Além do mais, o rendimento nominal médio é um dos mais baixos de Natal. Nos bairros de Felipe Camarão e Nossa Senhora da Apresentação, a realidade é praticamente a mesma, com o agravante para os índices obtidos na variável segurança, especialmente no bairro de Nossa Senhora da Apresentação que obteve o índice mais baixo entre os bairros de Natal. Estes três bairros, encontram-se localizados afastados das áreas de centralidade de Natal, já na zona de limite com os municípios de São Gonçalo do Amarante, Macaíba e Parnamirim, além de brigar pessoas de baixa renda, o que pode justificar a carência de investimentos do poder público e privado local, comprometendo assim, a qualidade de vida urbana da população.

Já quando se observa os bairros de Lagoa Nova, Barro Vermelho e Tirol, que obtiveram os índices mais altos de qualidade de vida de Natal, além de constatar a localização nas áreas de centralidade do município, constata-se que obtiveram índices considerados bom ou

muito bom em quase todos os indicadores estudados. A exceção vai para a variável equipamentos urbanos e serviços onde quase todos os bairros de Natal obtiveram índices considerados ruins ou péssimos. Em relação ao rendimento da população, estes bairros apresentam uns dos índices mais elevados, o que pode evidenciar o privilégio das classes mais abastadas, as quais terminam recebendo mais investimentos do poder público e privado, dotando seus bairros residenciais com mais equipamentos e serviços urbanos. Isso pode ser justificado também por apresentarem mais condições de pagar mais caro pelo solo urbano que possui maior infraestrutura urbana.

A partir das análises aqui empreendidas conclui-se que urbanização e a consequente expansão urbana não têm sido acompanhadas por investimentos em equipamentos urbanos, ao menos na mesma proporção. Assim, a equidade de acesso (ou a falta dela), a exclusão social e espacial vêm à tona, tornando o ambiente urbano incompatível com a ideia recorrente de sustentabilidade urbana e, portanto, de qualidade de vida urbana.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henri. Desregulamentação, contradições espaciais e sustentabilidade urbana. *Revista paranaense de desenvolvimento*, Curitiba, n.107, p.25-38, jul./dez. 2004.

ADORNO, Sérgio. Exclusão socioeconômica e violência urbana. *Sociologias*, Porto Alegre, ano 4, n 8, jul/dez, p. 84-135, 2002.

AGENDA HABITAT PARA MUNICÍPIOS. Plano global de ação: estratégias para a implementação. B. Moradia adequada para todos. 2003. Disponível em: <<http://www.ibam.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=96&infoid=458>>. Acesso em: 10 jul. 2012.

ALLMENROEDER, Leonardo Bullos; SARMENTO, Robson; SERAFIM, Alexandre José; ZORZAL, Fábio Márcio Bisi. Indicadores de qualidade de vida urbana municipal (o caso do município de Vitória). In: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental; AIDIS. Saneamento ambiental: desafio para o Século 21. Rio de Janeiro, ABES, 2001. p.1-12.

ARAÚJO, Maria Cristina Cavalcanti. Avaliação do nível de qualidade de vida urbana: um estudo exploratório a partir do fenômeno da expansão urbana e oferta de serviço e recursos urbanos no município do Natal/RN / Maria Cristina Cavalcanti Araújo. – 2013. 197 f. : il. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Campina Grande, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Campina Grande – PB, 2013.

BRAGA, Tania Moreira et al. Índices de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2003. 22p. (Texto para discussão; 225).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. AGENDA 21 Brasileira: ações prioritárias / Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. 2. ed. Brasília, DF. 2004. 158 p.

CMMAD – COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso futuro comum. 2a ed. Tradução de Our common future. 1a ed. 1988. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1988.

FERREIRA, Ângela Lúcia de Araújo; ATAÍDE, Ruth Maria da Costa; BORGES, Jennifer dos Santos. Conflitos sócio-espaciais em áreas protegidas de Natal (RN): limites e desafios para uma nova prática urbanística. Anais da II ANPPAS, 2004. II Encontro da ANPPAS, Indaiatuba – SP; BR; Meio Digital. Disponível em <http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/GT14/angela_ferreira.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2007.

FIGUEIREDO, Alice Sueiro de [et al.]. Índice de qualidade de vida urbana de Campo Grande-MS. Campo Grande: PLANURB, 2008. 31 p.

GUIMARÃES, Mauro. Sustentabilidade e Educação Ambiental. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antônio José Teixeira (Orgs.). A questão ambiental: diferentes abordagens. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. p.81-105.

HERCULANO, Selene. A qualidade de vida e seus indicadores. In: Ambiente & Sociedade. Ano I, nº 2, 1º semestre/1998.

IBGE. Instituto de Geografia e Estatística. Censo 2010. Aglomerados subnormais: primeiros resultados. Rio de Janeiro, RJ: 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010: população do Brasil é de 190.732.694 pessoas. 29 nov. 2010. Disponível em < http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1766>. Acesso: 21 mar. 2011. IBGE: 2010d.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010 Resultados Preliminares do Universo Conceitos e Definições – Tabelas Adicionais. Rio de Janeiro, 2011a.

IBGE. Instituto de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 22 jun. 2011b.

JOFRÉ, Mario Torre. Índice de Sostenibilidad Urbana: una propuesta para la ciudad Compleja. Revista Digital Universitaria. 10 de jul. 2009. Vol. 10 Número 7. ISSN: 1067-6079. Disponível em < <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num7/art44/art44.pdf>>. Acesso em 10 ago. 2012.

LEITE, Sandrina Martins. Avaliação da Qualidade da Vida Urbana – O Caso do Concelho de Amarante. Tese de mestrado. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Departamento de engenharias. Divisão de engenharia civil. Portugal, 2009.

MARTINS, Maria de Fátima; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Índices de desenvolvimento sustentável para localidades: uma proposta metodológica de construção e análise. In: CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Desenvolvimento sustentável e sistemas de indicadores de sustentabilidade: formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas. Campina Grande-PB: Ed. UFCG, 2010.

MORATO, Rúbia Gomes; KAWAKUBO, Fernando Shinji Kawakubo; MARTINES, Roberto Martines; FERREIRA, Ricardo Vicente Ferreira; LUCHIARIA, Ailton. Mapeamento da Qualidade de Vida Urbana no Município de Osasco/SP. In: Anais do III Encontro da Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. Brasília - Distrito Federal – Brasil, 2006.

MUMFORD, Lewis. A Cidade na História - suas origens, transformações e perspectivas. Tradução de Neil R. da Siva. Martis Fontes Editora, São Paulo, 1998.

NAHAS, Maria Inês. Indicadores intra-urbanos como instrumentos de gestão da qualidade de vida urbana em grandes cidades: discussão teórico-metodológica. In: Planejamento público e indicadores sociais. Curitiba, 2005.

NAHAS, Maria Inês Pedrosa; PEREIRA, Maria Aparecida Machado; ESTEVES, Otávio de Avelar; GONÇALVES, Éber. Metodologia de construção do índice de qualidade de vida urbana dos municípios brasileiros (IQVU-BR). In: XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais da Associação Brasileira de Estudos Populacionais, 2006. Disponível em: <www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/.../ABEP2006_420.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2011.

NATAL. SEMURB - Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. Anuário Natal 2011-2012, Natal (RN): SEMURB, 2012. 402 p.

NATAL. Secretaria Municipal de Planejamento, Orçamento e Finanças. Déficit habitacional em Natal: um estudo por bairro. Natal-RN: Prefeitura do Natal, 2006.

OLIVEIRA, Isabel Cristina Eiras. Arquitetura e urbanismo nas cidades sustentáveis. In: Livro Exercício Profissional e Cidades Sustentáveis, 61ª Semana Oficial da Engenharia, da Arquitetura e da Agronomia - SOEAA e 5º Congresso Nacional dos Profissionais – CNP. CONFEA, Maranhão, 2004. p. 169-181.

ROGERS, Richard. Cidades para um pequeno planeta. Tradução Anita Regina Di Marco. Editorial Gustavo Gili, SL. Barcelona, Espanha, 2008.

ROLNIK, Raquel. Para morar e para criar. Entrevista a Efêmero concreto. Mar. De 2012. Disponível em <http://efemeroconcreto.com.br/?p=40>. Acesso em 10 dez. 2012.

ROSSETTO, Adriana Marques. Proposta de um Sistema integrado de Gestão do Ambiente Urbano (SIGAU) para o desenvolvimento sustentável de cidades. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis: 2003.

SACHS, Ignacy. Estratégias de transição para o século XXI. In: BURSZTYN, Marcel (Org.). Para pensar o desenvolvimento sustentável. São Paulo: Brasiliense, 1993. p. 29-56.

SANTOS, Milton. A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção / Milton Santos. - 4. ed. 2. reimpr. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. Coleção Milton Santos, 1.

SESI. SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA. Construção e Análise de Indicadores. Serviço Social da Indústria. Departamento Regional do Estado do Paraná. Observatório Regional Base de Indicadores de Sustentabilidade. - Curitiba: [s.n.], 2010. 108 p. : il. ; 21 cm.

TRIGUEIRO, A. Mundo sustentável: abrindo espaço na mídia para um planeta em transformação. São Paulo: Globo, 2005.

QUALIDADE DE SEDIMENTOS DA ÁREA DE CONFLUÊNCIA DOS RIOS PIRANHAS E SERIDÓ DO RIO GRANDE DO NORTE

*Mario Tavares de Oliveira Cavalcanti Neto²¹
José Dantas Neto²²*

Neste trabalho se discute as definições de Sedimento de Fundo (SF) e Sedimento Ativo de Corrente (SAC), na perspectiva de aplicação dos parâmetros nacionais e internacionais definidores da qualidade dos sedimentos.

Mais de 99% das substâncias que atingem o sistema aquático são estocadas no compartimento sedimentar (PEREIRA, 2007). As diretrizes para avaliação da qualidade de sedimentos – ou Sediment Quality Guidelines (SQG) – são controvertidas (Simpson et al., 2005), pois são vários os critérios, definições e abordagens adotadas, com os consequentes problemas de aplicabilidade. Como já mencionado, duas definições se confrontam: Sedimento de Fundo (SF), para o qual se identificam várias normas a nível nacional e internacional, e Sedimento Ativo de Corrente (SAC), para o qual não se reconhece nenhuma proposição de parâmetros de qualidade.

MacDonald et al. (2000) apresentaram valores de referência para a qualidade de sedimentos visando à proteção de organismos que residem em sedimentos do Estado da Florida (USA), indicando aqueles teores cuja concentração situa-se no limiar entre os valores que não causam danos aos organismos residentes em sedimentos (TEC – Threshold Effect Concentration) e os que causam provável

21 Doutor em Recursos Naturais (Universidade Federal de Campina Grande). Professor do Instituto Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: mario.tavares@ifrn.edu.br.

22 Professor doutor e orientador do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais (Universidade Federal de Campina Grande). E-mail: zedantas@deag.ufcg.edu.br

efeito negativo (PEC - Probable Effect Concentrations) nos organismos que vivem nos sedimentos daquele Estado norte-americano. Mais tarde, o Wisconsin Department of Natural Resources (2003), baseado em MacDonald et al. (2000) e Mc Donald et al. 2003, apresentou quatro níveis de referência para a qualidade de sedimentos, do qual destacamos os teores de metais, também utilizado pela USEPA (2010). Para tanto aquele departamento sugeriu um parâmetro intermediário (MEC – Midpoint Effect Concentration) igual a media aritmética de TEC e PEC que reproduzimos na Tabela 1.

A Resolução do CONAMA nº 344, de 25 de março de 2004, estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, dentre os quais os teores limites de alguns metais presentes nos sedimentos de água doce e salgada (ver tabela 2), tomando por base os limites estabelecidos pelo “Canadian Council of Ministers of the Environment” (CCME, 2002) para arsênio, metais pesados e compostos orgânicos visando à proteção da vida aquática o qual foi construído a partir de MacDonald et al. (2000) e Mc Donald et al. (2003).

Esses mesmos valores de referência foram adotados pela Resolução CONAMA nº 344, de 25 de março de 2004 (ver tabela 2) que estabelece os limites de teor de alguns metais para a avaliação da qualidade dos materiais a serem dragados em sedimentos de água doce e salina/salobra.

Um aspecto fundamental, que tem sido negligenciado pela maioria das abordagens, reside nas definições e classificações de Sedimentos. A maioria das Diretrizes para Avaliação da Qualidade de Sedimentos (SQG – Sediment Quality Guidelines) enfocam os denominados Sedimentos de Fundo (SF), os quais, via de regra, englobam a porção dendrítica (areia, silte, argila), incluindo a parte ativa de corrente, os organismos bentônicos, enfim, todo o material de origem geogênica, biogênica e antropogênica que compõem o assoalho dos corpos d’ água (rio, lagoa, oceano, açude etc.). Na maioria das abordagens de SQG’s são realizadas análises em amostras que são, na realidade, uma mistura das porções geogênicas, biogênicas e antropogênicas que compõem as amostras dos SF’s. Na análise dos resultados de laboratório dessas amostras o poder de bioacumulação de determinados metais pelas plantas e animais que compõem o SF tem sido negligenciado, implicando que essas informações podem refletir apenas efeitos pontuais, se prestando basicamente para verificar a presença de contaminantes em determinadas partes do fundo do corpo d’ água objeto de estudo.

Quando o material coletado é exclusivamente o Sedimento Ativo de Corrente (SAC), como é o caso deste trabalho, se tem por objetivo identificar a fonte dos metais (e demais elementos químicos) e, assim, delimitar corpos hospedeiros de mineralizações ou áreas de emissão de poluentes que alimentam a bacia de captação. Vistos de outra maneira se prestam também para verificar a extensão da dispersão de metais em uma Bacia de Drenagem. As amostras de SAC são coletadas exclusivamente no leito de drenagem ativo, ou seja, naquela porção onde os sedimentos estão sendo constantemente transportados, daí serem chamados de Ativos. As amostras SAC são constituídas predominantemente de partículas e agregados minerais que são produzidas numa determinada área chamada de bacia de captação, situada a montante do local de coleta (estação de amostragem). O efeito da bioacumulação no aumento do teor de alguns metais não é considerado nas amostras SAC, pois esta porção foi eliminada quando da coleta, conforme tradicionalmente é recomendado pelos geoquímicos (LINS 2003). Esta eliminação é justificada uma vez que o objetivo precípuo deste tipo de amostragem é verificar a fonte de metais que se dispersaram na rede de drenagem.

As diferenças entre SAC e SF são sutis e a avaliação dos resultados têm implicações distintas em alguns aspectos e similares em outros. Os valores constantes na Resolução CONAMA nº 344, de 25 de março de 2004 (Tabela 2), referem-se ao conteúdo químico em Sedimentos de Fundo (SF), desconsiderando a bioacumulação e a biodisponibilidade. Portanto, os teores apresentados podem estar acrescidos em relação àqueles coletados em SAC em função da bioacumulação.

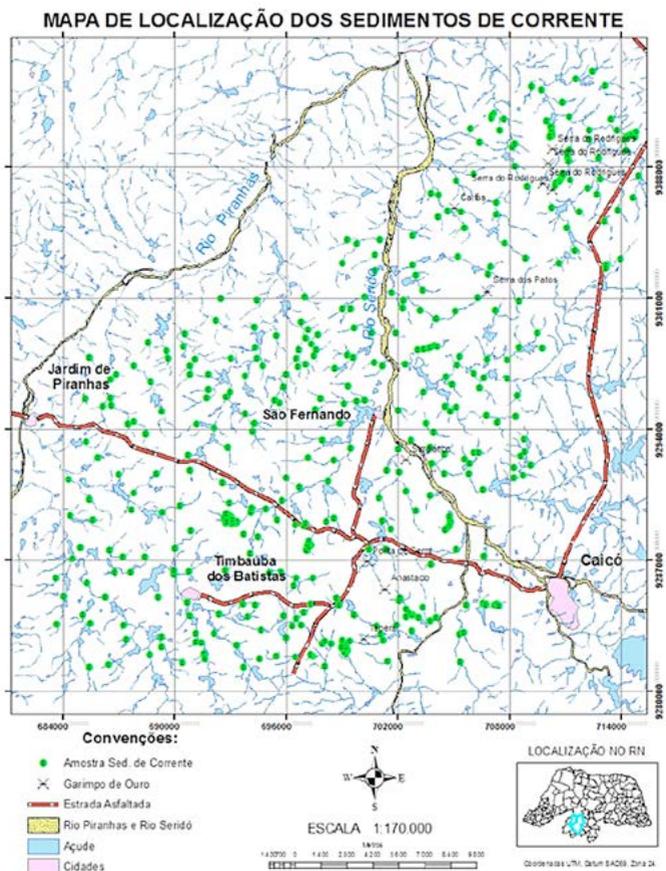
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a realização deste estudo, foram coletadas 432 amostras de SAC na região de confluência dos Rios Piranhas e Seridó, no Estado do Rio Grande do Norte (Mapa 1), Nordeste do Brasil, onde se constatou teores de As, Cd, Pb, Cu, Cr e Ni²³ acima daqueles níveis recomendados pelas normas brasileiras para a qualidade dos sedimentos a serem dragados. Ou seja, os SF's, pela ausência de outros parâmetros, se utilizou deste da Resolução CONAMA nº 344, de 25 de março de 2004, por ser o SF aquele que mais se assemelha aos SAC.

Os dados coletados foram divididos em 18 domínios homogêneos,

caracterizados por apresentarem uma distribuição de frequência gaussiana, uma vez que o conjunto de teores de cada um dos elementos aqui apresentados revelou uma distribuição multimodal por refletirem diferentes fontes de contaminação (confirmada pela análise do fluxo direcional da rede de drenagem, altimetria, imagens de satélite CBERS, imagem SRTM referência SB-24-Z-B e interpretação tridimensional do modelo digital do terreno).

Mapa 1 – Localização da área entre Caicó e São Fernando/RN (Georreferenciado segundo coordenadas UTM, Datum SAD69, Zona 24), onde estão plotadas as amostras de sedimento de corrente coletadas na área.

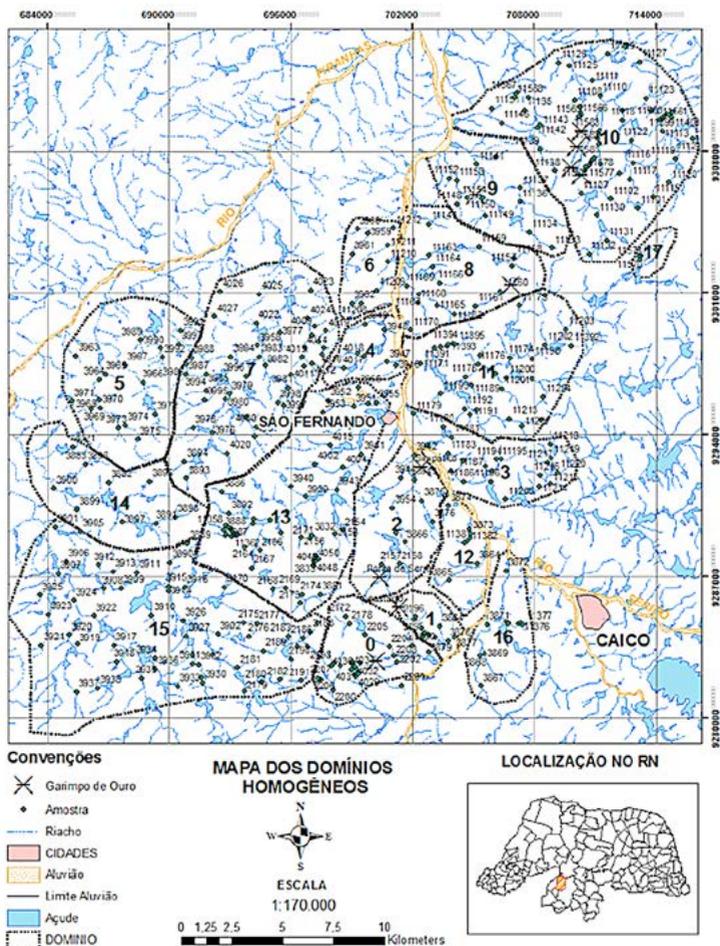


Fonte: Cavalcanti Neto (2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesses 18 Domínios, convém destacar que o Cádmiu só esta presente acima do limite inferior de detecção no Domínio 13, a prata nos domínios 10 e 12 e o arsênio nos domínios 2, 3, 4, 7, 8, 11, 13 e 15. O chumbo nos domínios 13, 14, 15, 16 e 17 (Mapa 2).

Mapa 2 – Mapa dos Domínios homogêneos



Fonte: Cavalcanti Neto (2012).

Destaca-se a Correlação fortemente positiva entre o W e Zn em todos os domínios, como pode ser observado, ainda que parcialmente, pelas médias aritméticas de teores de alguns elementos listadas por domínio na tabela 1. Todavia, esses elementos não foram considerados neste trabalho por não constarem na Resolução do CONAMA. Uma forte correlação também pode ser observada entre o Chumbo e o Níquel do domínio 0 ao domínio 12 (figura 2), uma vez que nos demais domínios o Pb está ausente ou abaixo do limite de detecção. Essas fortes correlações sugerem uma associação geoquímica entre esses elementos e que cada domínio se constitui numa fonte única de suprimento de metais para a bacia de captação.

Tabela 1 – Média de teor de alguns elementos químicos por domínio

Domínios homogêneos	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	S	W	Zn
Domínio 0	0	0	3,9	8,3	5,4	1,2	12,7	12,7	1,53	21,1	21,1
Domínio 1	0	0	4,6	8,6	3,6	1,1	6,9	7,0	0	14,7	14,6
Domínio 2	1,9	0	5,3	15,5	6,3	1,2	11,0	11,1	2,4	23,9	23,9
Domínio 3	1,5	0	8,4	28,0	5,6	1,1	12,6	12,8	1,8	18,9	18,8
Domínio 4	1,8	0	9,8	40,1	5,1	1,5	11,3	11,3	1,7	26,1	26,1
Domínio 5	0	0	10,2	31,3	4,5	1,4	5,5	5,5	1,6	27,5	27,5
Domínio 6	0	0	10,3	23,1	3,2	1,2	7,2	7,4	1,4	28,1	28,1
Domínio 7	2,5	0	9,1	33,3	5,9	1,3	5,8	5,9	1,6	23,6	23,6
Domínio 8	1,3	0	8,5	30,8	9,1	1,4	16,3	16,3	1,8	21,8	21,8
Domínio 9	0	0	5,4	30,3	7,2	1,6	4,5	4,7	2,5	29,1	29,1
Domínio 10	0	0	8,1	34,8	9,8	1,7	8,4	8,5	2,3	31,7	31,6
Domínio 11	1,3	0	7,9	24,5	5,9	1,2	14,1	14,1	1,3	18,4	18,4
Domínio 12	0	0	7,8	17,7	8,4	1,4	8,2	8,3	1,7	25,2	25,2
Domínio 13	0,6	0,02	10,1	39,2	16,1	2,0	16,2	0	4,4	31,5	25,5
Domínio 14	0	0	4,1	19,4	1,2	1,2	7,4	0	0,7	23,4	23,4
Domínio 15	0,4	0	6,0	18,3	6,5	1,5	13,0	0	2,7	29,2	29,1

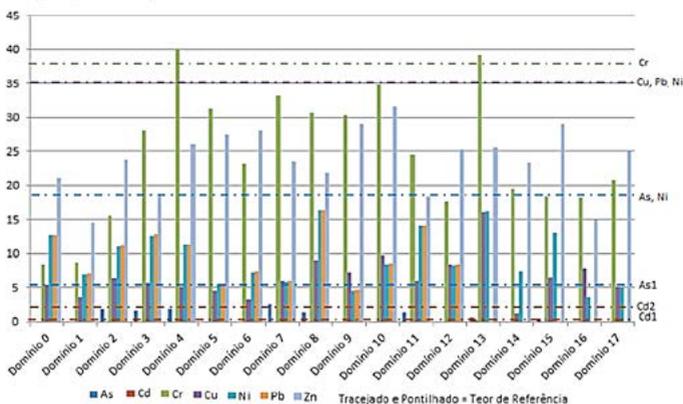
Domínio 16	0	0	5,7	18,2	7,7	1,2	3,5	0	0,6	15,0	14,9
Domínio 17	0	0	4,8	20,8	5,1	1,4	5,0	0	0	25,0	25,0

Fonte: Cavalcanti Neto (2012).

Observa-se na figura 3, a média dos teores dos elementos As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn. As linhas alternadas, tracejadas e pontilhadas, referem-se aos valores de referência dos metais para água doce, acrescido dos números 1 e 2 referentes aos níveis 1 e 2 (quando os teores situam-se na escala do gráfico), conforme estabelecido naquela resolução do CONAMA. O zinco não está incluído, pois o valor mínimo de referência, 123mg/Kg, situa-se fora dos valores de área de abrangência do gráfico, denotando que nenhum elemento teve teor médio que atingisse tais valores. O Cr, Cu e Pb estão representados no gráfico apenas com respeito ao nível 1, pois os valores relativos ao nível 2 fogem da escala do gráfico.

Observa-se que as médias dos elementos estão abaixo dos valores de referências, exceto o cromo nos domínios 4 e 13.

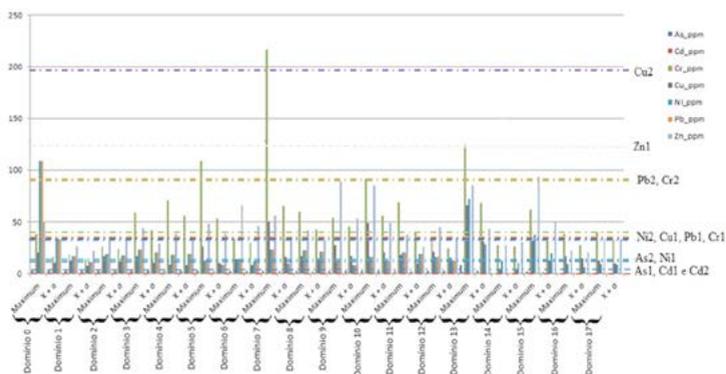
Figura 3 – Comparativo entre os teores médios por domínios e os valores de referência propostos pela Resolução CONAMA nº 344, de 25 de março de 2004.



Fonte: Cavalcanti Neto (2012).

Na figura 3 é possível comparar os valores de teores máximos e os teores acima da média aritmética mais um desvio padrão ($X + \sigma$) com os valores de referência em cada um dos 18 domínios. Ressalta-se que os teores máximos e $X + \sigma$ de cromo são mais elevados que os de referência do nível 1 em quase todos os domínios e são maiores que o nível 2 nos domínios 5, 7 e 13.

Figura 4 – Comparativo entre os Valores Máximos e Desvio Padrão por domínios e os valores de referência propostos pela Resolução CONAMA nº 344, de 25 de março de 2004.



Fonte: Cavalcanti Neto (2012).

A tabela 2, que lista a frequência de teores acima dos valores de referência e da média mais um desvio padrão ($X + \sigma$) em cada um dos 18 domínios, corrobora com o gráfico da figura 4.

Tabela 2 – Frequência de teores acima dos valores de referência e da média mais um desvio padrão

D	O que isso?	As_ppm	Cd_ppm	Cr_ppm	Cu_ppm	Ni_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
0	FREQ>REF	0	0	1	0	4	2	0
0	FREQ> $X + \sigma$	0	0	3	3	3	2	4
1	FREQ>REF	0	0	0	0	0	0	0
1	FREQ> $X + \sigma$	0	0	2	1	2	2	2
2	FREQ>REF	0	0	0	0	3	0	0
2	FREQ> $X + \sigma$	0	0	2	2	3	3	2

3	FREQ>REF	0	0	6	0	7	0	0
3	FREQ>X+ σ	0	0	4	3	1	4	3
4	FREQ>REF	0	0	3	0	2	0	0
4	FREQ>X+ σ	0	0	1	2	0	0	1
5	FREQ>REF	0	0	4	0	0	0	0
5	FREQ>X+ σ	0	0	1	2	3	3	3
6	FREQ>REF	0	0	0	0	0	0	0
6	FREQ>X+ σ	0	0	2	1	2	2	1
7	FREQ>REF	0	0	6	1	1	0	0
7	FREQ>X+ σ	0	0	2	5	3	3	5
8	FREQ>REF	0	0	3	0	7	0	0
8	FREQ>X+ σ	3	0	2	4	1	2	3
9	FREQ>REF	0	0	5	0	0	0	0
9	FREQ>X+ σ	0	0	3	2	2	2	2
10	FREQ>REF	0	0	24	3	0	0	0
10	FREQ>X+ σ	0	0	10	9	7	7	7
11	FREQ>REF	0	0	6	0	7	0	0
11	FREQ>X+ σ	0	0	6	4	3	3	6
12	FREQ>REF	0	0	0	0	0	0	0
12	FREQ>X+ σ	0	0	1	1	3	2	1
13	FREQ>REF	3	1	26	9	22	0	0
13	FREQ>X+ σ	3	1	11	9	3	0	10
14	FREQ>REF	0	0	0	0	0	0	0
14	FREQ>X+ σ	0	0	0	0	1	0	0
15	FREQ>REF	0	0	4	0	11	0	0
15	FREQ>X+ σ	10	0	9	7	6	0	6
16	FREQ>REF	0	0	1	0	0	0	0
16	FREQ>X+ σ	0	0	3	3	1	0	3
17	FREQ>REF	0	0	1	0	0	0	0
17	FREQ>X+ σ	0	0	1	1	1	0	1

Fonte: Cavalcanti Neto (2012).

FREQ é a quantidade de valores observados (FREQ = Frequência).

FREQ>REF é a Frequência, ou seja, a quantidade de vezes em que os valores encontrados no domínio são maiores que os valores de referência.

FREQ>X+ σ é a Frequência, ou seja, a quantidade de vezes em que os valores encontrados no domínio são maiores que a média mais um desvio padrão.

Quando a comparação é feita com os valores de referência do nível 1 estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 344, de 25 de março de 2004, tomados a partir do TEC (Threshold Effect Concentration de McDonald et al., 2003), limiar a partir do qual o teor passa a ser preocupante à saúde. De outra forma podemos afirmar que nos casos em que os teores estejam acima dos valores de referência, o sedimento possui quantidades preocupantes do metal em questão. Este é o caso do arsênio que apresenta 3 dados de teor acima do valor de referência no domínio 13, configurando aquela área numa região preocupante. Somando-se a isto se inclui, apesar dos cuidados tomados com a amostragem, transporte e análises, as questões peculiares do arsênio, que exigem cuidados especiais, sem os quais os teores de As são facilmente subdimensionados.

Os valores anômalos geoquimicamente em relação à população de dados de cada domínio são aqueles acima da $X + \sigma$. Em alguns casos essas anomalias não são preocupantes em relação à saúde, pois estão abaixo daqueles valores de referência estabelecidos pela resolução do CONAMA, conforme a maioria dos casos segundo registrado na tabela 2. Em outros, todavia, o valor $X + \sigma$ é maior que o valor de referência e, assim, a frequência de dados acima do valor de referência é maior que a frequência de dados acima do valor de referência, como é o caso do Ni nos domínios 0, 3, 4, 8, 11, 13 e 15 e do Cr nos domínios 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 e 13. O Níquel tem 90 amostras acima do valor de referência, ocorrendo este fato em 13 dos 18 domínios. Já o Cr tem 64 teores acima do nível 1 de referência, tendo este fato se repetido em 9 dos 18 domínios. O Cu encontra-se acima da referência nos domínios 7, 10, 13, o Pb só tem teor acima da referência no domínio 0 e o Cd só tem teor acima da referência no domínio 13. O Zinco é o único elemento que se manteve abaixo do nível de referência indicado pela Resolução CONAMA nº 344, de 25 de março de 2004 em todos os domínios.

O estudo realizado por Alba et al. (2008), em sedimentos corrente do vale da Ribeira(SP), sugere que os sedimentos de corrente são indicadores eficientes da presença de solos com seu padrão de qualidade alterado, principalmente quando envolvidas anomalias multivariadas expressivas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na região de confluência dos Rios Piranhas e Seridó, abrangendo os municípios de Caicó, Timbaúba dos Batistas e São Fernando, os metais As, Cd, Cr, Cu, Ni e Pb estão geodisponíveis em concentrações prejudiciais a saúde humana, conforme os valores de referência da Resolução CONAMA nº 344, de 25 de março de 2004, Canadian Council of Ministers of the Environment” (CCME, 2002), MacDonald et al. (2000), Mc Donald et al. (2003), USEPA (2010), Wisconsin Department of Natural Resources (2003).

Dos elementos investigados o Zinco foi o único elemento com concentrações abaixo do nível de referência indicados por estas instituições.

No sedimento de corrente o Arsênio, o primeiro da lista dos mais perigosos da ASTDR (2014), se encontra acima do valor de referência na área que engloba uma sub-bacia de drenagem imediatamente a montante da sede do município de São Fernando e do açude que a abastece.

Os sedimentos ativos de corrente são apropriados para indicar a fonte e a área de dispersão de metais numa bacia hidrográfica, enquanto os sedimentos de fundo refletem uma mistura das porções geogênicas, biogênicas e antropogênicas, incluindo a porção SAC presente entre aquelas geogênicas. A depender da participação de cada uma dessas porções no SF, a amostra pode refletir, mais fortemente, informações à montante da estação de coleta, ou dados “in situ”, ou ainda uma mistura indivisível de ambos.

Os valores de referência de metais pesados numa bacia hidrográfica não podem ser determinados pela simples comparação com aqueles valores indicados na Resolução CONAMA nº 344, de 25 de março de 2004. Todavia, se considera esses valores pela absoluta ausência de referências mais apropriadas.

REFERÊNCIAS

ALBA, J. M. F.; SOUZA FILHO, C. R.; FIGUEIREDO, B. R. Análise da assinatura geoquímica de solos e de sedimentos de corrente no Vale do Ribeira (SP) por meio de um sistema de informação geográfica. *Revista Brasileira de Geociências* José Maria Filippini Alba et al. 38(1):

66-77, março de 2008.

ASTDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) - The Priority List of Hazardous Substances. 2014. Disponível em <http://www.atsdr.cdc.gov/spl>

BAY, Steven; GREENSTEIN Darrin; YOUNG, Diana. Evaluation of methods for measuring sediment toxicity in California bays and estuaries. Southern California Coastal Water. Research Project. Technical Report 503, March 2007.

CAVALCANTI Nt. Mário Tavares de O. Geodisponibilidade de metais pesados na área de confluência dos rios Piranhas e Seridó – RN. Tese Apresentada ao Doutorado em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande - PB / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2012. 136 p.

CCME Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. Canadian Environmental Quality Guidelines - Summary Tables. 2002.

CRANE, J.L., MACDONALD, D.D.; INGERSOLL, C.G.; SMORONG, D.E.; LINDSKOOG, R.A.; SEVERN, C.G.; BERGER, T.A. and FIELD, L.J. Development of a framework for evaluating numerical sediment quality targets and sediment contamination in the St. Louis River Area of Concern. EPA 905-R-00-008. Great Lakes National Program Office. United States Environmental Protection Agency. Chicago, Illinois. 107 pp. + appendices. 2000.

CRANE Mark. Proposed development of Sediment Quality Guidelines under the European Water Framework Directive: a critique. Crane Consultants, Chancel Cottage, 23 London Street, Faringdon, Oxfordshire SN7 7AG, UK, Toxicology Letters 142 (2003) 195_/206.

FLÜCK, R.; CAMPICHE, S.; CHÈVRE, N.; ALENCASTRO, F. DE; FERRARI, B.; SANTIAGO, S. Use of sediment quality criteria for the assessment of sediment toxicity : Applicability to Switzerland. First report in the Project "Assessment of Swiss sediment toxicity". Centre Suisse d'écotoxicologie appliquée Eawag EPFL. August 2010.

MACDONALD, D.D. and MACFARLANE, M.. 1999. (Draft). Criteria for managing contaminated sediment in British Columbia. British

Columbia Ministry of Environment, Lands, and Parks. Victoria, British Columbia.

LINS, Carlos Alberto Cavalcanti. Manual Técnico da Área de Geoquímica da CPRM - versão 5.0. Min. Minas e Energia. Secretaria de Minas e Metalurgia. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. 2003.

MACDONALD, D. D., INGEROLL, C. G., BERGER, T. A. – Development and Evaluation of Consensus – Based Sediment Quality Guidelines for Freshwater Ecosystems. Archives Environmental Contamination and Toxicology 39, 20-31, 2000. =

MACDONALD, D. D., INGEROLL, C. G., SMORONG, D.E.; LINDSKOOG, R.A.; SLOANE G.; BIERNACKI T. Development and Evaluation of Numerical Sediment Quality Assessment Guidelines for Florida Inland Waters. Technical Report. Prepared for: Florida Department of Environmental Protection, USA, 2003.

MACDONALD, D.D., INGEROLL, C.G.and . BERGER, T.A. Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 39:20-31. 2000 a.

NOAA (1991) = Long, E.R. and L.G. Morgan. 1991. The potential for biological effects of sediment-sorbed contaminants tested in the National Status and Trends Program. NOAA Technical Memorandum NOS OMA 52. National Oceanic and Atmospheric Administration. Seattle, Washington.

PERSAUD, D.R., R. JAAGUMAGI, and HAYTON A. 1993. Guidelines for the protection and management of aquatic sediments in Ontario. Standards Development Branch. Ontario Ministry of Environment and Energy. Toronto, Canada.

PEREIRA, J. C. et al. Distribuição, fracionamento e mobilidade de elementos traço em sedimentos. Química Nova, Vol 30, n 5. 2007. P 1249-1255

RESOLUÇÃO N o 344, DE 25 DE MARÇO DE 2004, Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res04/res34404.xml>.

RITTER, Kerry J.; BAY, STEVEN M.; SMITH, Robert W.; VIDAL-DORSCH, Doris E. and FIELD L. Jay. Sediment Quality Guidelines Based on Benthic Macrofauna Responses., NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration, Seattle. Sediment quality guidelines based on benthic macrofauna responses, Integr. Environ. Assess. Manag. © 2011 SETAC

SIMPSON, S. L; BATLEY, G E; CHARITON, A A; STAUBER, J. L; KING, C. K; CHAPMAN, J. C; HYNE, R. V; GALE, S. A; ROACH, A. C; MAHER, W. A. Handbook for Sediment Quality Assessment. ISBN 0 643 09197 1 (CSIRO: Bangor, NSW), University of Canberra, 2005.

USEPA Ohio. Guidance on Evaluating Sediment Contaminant Results. Division of Surface Water. Standards and Technical Support Section. January 2010.

Wisconsin Department of Natural Resources, Box 7921 Madison, WI 53707 Consensus-Based Sediment Quality Guidelines. Recommendations for Use & Application Interim Guidance. December 2003, WT-732 2003.

EFEITO DA COMBINAÇÃO DE FONTES DE FERTILIZANTES NITROGENADOS VIA FERTIRRIGAÇÃO, NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO MELÃO, NA REGIÃO DO SEMIÁRIDO DE MOSSORÓ-RN

Nelson Silveira Vasconcelos²⁴

José Dantas Neto²⁵

O nitrogênio encontra-se disponível no solo em diversas formas, incluindo amônio, nitrato, aminoácidos, peptídeos e formas complexas insolúveis. As espécies vegetais diferem na sua preferência por fontes de N, mas o absorvem principalmente sob formas inorgânicas, como nitrato (NO₃⁻) ou amônio (NH₄⁺).

(Williams et al.,2001). Quando o NO₃⁻ é absorvido, ele só será assimilado se primeiro for reduzido a NH₄⁺, pois as plantas não assimilam N em alto estado de oxidação.

Na natureza, as concentrações de NH₄⁺ e de NO₃⁻ podem variar grandemente em função de inúmeros fatores inerentes a características físicas, químicas e biológicas do solo, como também, por condições climáticas difíceis de prever e controlar. O ânion nitrato

24 Graduação 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.

25 Graduação 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.

tem baixa interação química com os minerais do solo. A predominância de cargas negativas no solo, e a baixa interação química do NO_3^- com os minerais do solo fazem com que o NO_3^- esteja sujeito à lixiviação para as camadas mais profundas, podendo atingir águas superficiais ou o lençol freático. (Cantarella et al. 1986).

O nitrogênio, como nitrato, é um dos nutrientes de planta mais lixiviados no solo, sendo, também, perdido por volatilização quando se apresenta como amônia, o que pode diminuir o rendimento de muitas culturas.

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 carregado para as águas subterrâneas (RODRIGUES et al., 2007; ANDRADE et al., 2009).

A fertirrigação consiste na aplicação dos adubos juntamente com a água de irrigação. É o meio mais eficiente e econômico de aplicar fertilizantes às plantas, principalmente em regiões de clima semiárido. Essa técnica torna possível manter um nível uniforme de nutrientes no solo durante o ciclo vegetativo da cultura, aumentando assim, a eficiência de absorção dos nutrientes pelas plantas e, conseqüentemente, a sua produtividade. (EMBRAPA, 2006).

A Fertirrigação além de ser de grande utilidade para as plantas, pois o nutriente é fornecido juntamente com a água (essencial para sua absorção), apresenta ainda muitas outras vantagens, entre as quais a de melhor distribuição do fertilizante no campo e a possibilidade de maior parcelamento das adubações, aumentando a eficiência na utilização dos fertilizantes pelas plantas.

A fertirrigação assume papel importante como fator de aumento de produtividade e redução do custo de produção, uma vez que a cultura do melão é altamente exigente em água e nutrientes, já que estes, na maioria são aplicados, na fertirrigação, através de soluções nutritivas nitrogenadas.

A técnica de aplicação de fertilizantes, e a dosagem adequada, são fatores que podem influenciar na produtividade e no custo de produção das culturas. A melhoria da eficiência na aplicação de nutrientes é fundamental para aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção.

A fertirrigação está sendo usada em larga escala e tem grande aceitação pelos produtores, por proporcionar economia de fertilizantes, mão-de-obra e de energia, bem como a flexibilidade quanto ao parcelamento dos fertilizantes, entre outros benefícios (VITTI et al., 1995). Essa técnica, que constitui um avanço para a agricultura, requer uma maior capacitação dos técnicos e produtores, e seu uso está relacionado a uma série de vantagens econômicas, quando comparada aos métodos tradicionais de adubação (VIVANCOS, 1993).

Alguns cuidados devem ser tomados, pelo produtor, como a seleção correta dos fertilizantes e a determinação das doses a serem aplicadas, esta deve ser feita de acordo com as necessidades nutricionais da cultura, do conteúdo de nutrientes no solo, do histórico da área e das produtividades esperadas (SOUSA; SOUSA, 1998). Também é necessário um equilíbrio entre a quantidade de nutrientes e a quantidade de água a ser aplicada durante cada fase da cultura, ou seja, a concentração de fertilizantes na água de irrigação deve ser observada principalmente quanto à solubilidade e salinidade da solução (BLANCO; FOLEGATTI, 2002). Para determinar as quantidades corretas de fertilizantes, é necessário considerar a análise do solo, da água de irrigação, bem como a extração de nutrientes pelas raízes (RAIJ, 1991), porém as recomendações com base em resultados de pesquisas na área sobre doses de nutrientes são mais práticas e precisas.

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).

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.

No Rio Grande do Norte, os agricultores usam várias fontes de nitrogênio em períodos diferentes do meloeiro fertirrigado, por acreditarem ser mais eficiente do que uma única fonte. Em outras regiões, algumas pesquisas têm demonstrado que o amônio como única fonte de N para nutrição do melão foi menos eficiente que o nitrato ou da combinação de ambos (Hanada, 1980; Elamin & Wilcox, 1986). Raj et al. (1996) recomendam que as fontes de nutrientes para o melão devem conter parte do N na forma nítrica (N-NO_3^-) como por exemplo: o nitrocálcio: (mistura 2/3 de nitrato de amônio e 1/3 de calcário dolomítico-22%N) nitrato de amônio (NH_4NO_3 - 33,5%N), nitrato de potássio (KNO_3 -13%N).

Existem na literatura muitas publicações sobre a aplicação de fertilizantes nitrogenados (única fonte de N) via água de irrigação mas, constata-se que é incipiente ainda o desenvolvimento de pesquisas sobre o efeito da combinação de fontes de fertilizantes nitrogenados via fertirrigação, uma vez que existem muitas variáveis envolvidas no emprego dessa técnica.

Segundo Stafanato(2009), o modelo de agricultura moderna exige novos desafios em toda cadeia produtiva. Em função do aumento da população mundial e por consequência da demanda por alimentos, torna-se necessário conseguir altas produtividades e com isso intensificar as práticas agrícolas. 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, redução no custo de produção e, sobretudo o não comprometimento do lençol freático.

É sobre isso que o texto em pauta objetiva elucidar, pois efeito da combinação de fontes de fertilizantes nitrogenados via fertirrigação poderá contribuir para aumentar a produtividade e qualidade do melão, com benefícios socioeconômicos para os municípios produtores e para o País.

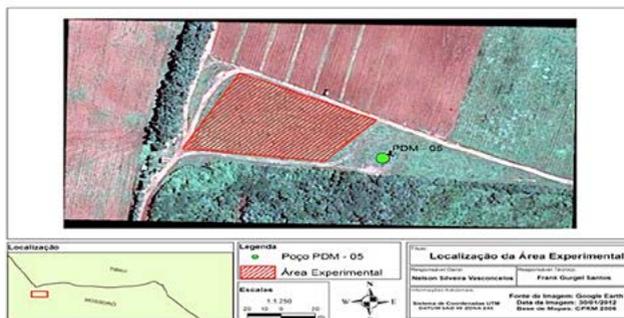
Neste sentido, este trabalho teve como objetivo estudar os efeitos de diferentes combinações de fertilizantes nitrogenados artificiais via fertirrigação, como também, avaliar e comparar essas diferentes

combinações com o teor de nitrogênio (N-NO₃⁻), proveniente da água de irrigação, no tocante a produtividade e qualidade dos frutos do melão (*Cucumis melo* L.) tipo SOLEARES.

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 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 BSwh, 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	Franco	F. Argilo
	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 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 HCO₃⁻¹, característicos da sua origem, (Tabela 2). Deve-se ressaltar, de acordo com a tabela, o elevado teor de NO₃⁻, acima dos padrões permissíveis (10 mg/L de NO₃⁻-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
----- mmolc/L ----- (mmol.L ⁻¹) 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 inje-

ção 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, Fazenda Dinamarca, 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

Fonte: Vasconcelos (2013)

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.

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 desenvolvimento satisfatório de acordo com os dias após transplântio (DAT).

Tabela 4- Quantidade de plantas por tratamento e bloco. 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 [KSC1(14%N; 40% P_2O_5 ; 5% K_2O)]. 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 [KSC1(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% P₂O₅ 20% K₂O) e K₂SO₄ (50% de K₂O).

Para os tratamentos de T3 e T5, as necessidades nutricionais de fósforo e potássio tiveram como fontes o PEKACID (0% N 60% P₂O₅ 20% K₂O) e o fertilizante nitrogenado KNO₃ (37% K ou 45% de K₂O, 14% N).

Na adubação da Fazenda (Tratamento T4), as fontes não nitrogenadas foram o sulfato de potássio (K₂SO₄), o sulfato de magnésio (MgSO₄) e o ácido bórico (H₃BO₃), 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 67° 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 semeadura 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. Mossoró-RN, 2012.

FASES DE ADUBAÇÃO	DF DIAS	DAT	TRATAMENTOS						
				T0	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

Fonte: Vasconcelos (2013)

DF: Duração da Fase (dias)

DAT: Dias Após Transplântio

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*	0,163ns	0,142ns	0,000**
Interação	0,002*	0,984ns	0,999ns	0,717ns
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

Fonte: Vasconcelos (2013)

**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.

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 NH₄⁺, deslocando o equilíbrio da reação no sentido da formação de NH₃, 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 aproximadamente 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. Mossoró-RN, 2012.

Fonte de variação	Número de frutos (NFCEXT.ha-1)	Produtividade (t.ha-1)	Peso médio (PMF)	0 Brix
Teste F	9,390*	6,1942*	1,2503ns	16,6489*
Resíduo	7,0 x 106	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

Fonte: Vasconcelos (2013)

**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.

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 (PMTFR) por hectare, em função dos tratamentos. 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. 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

Fonte: Vasconcelos (2013)

**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.

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. Mossoró-RN, 2012.

Fonte Var	Caixa 6	Caixa 7	Caixa 8	Caixa9	Caixa 10	Caixa 12
Teste F	1,0x108**	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

Fonte:Vasconcelos(2013)

**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.

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 T0, 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.

A combinação da uréia com as outras fontes nitrogenadas apresentou uma tendência de ser mais eficiente, em relação aos outros nutrientes nitrogenados, provavelmente devido a elevada solubilidade da ureia(1200g/l a 250C), em relação aos demais fertilizantes.

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).

CANTARELLA, H.;RAIJ.B. Van. **Adubação nitrogenada no estado de São Paulo**.In: SANTANA,M.B.M.,ed. Adubação nitrogenada no Brasil. , 1Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1986.p47-79.

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.

EMBRAPA. **Produtividade e qualidade de frutos de melancia em resposta à aplicação de nitrogênio via fertirrigação**. Teresina: Embrapa Meio -Norte, 2006. 20 p. (Boletim de pesquisa e Desenvolvimento, 64).

_____. **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.

_____. de; NASCIMENTO, L. B. do; GHEYI, H. R. Manejo do solo-água-planta em áreas afetadas por sais. In: GHEYI, H. R.; SILVA, D. N. da S.; LACERDA, C. F. de.

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.

Williams, L.E.;Miller,A.J. Transporters responsible for the uptake and partitioning of nitrogenous solutes. *Ann.Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*,52:659-688,2001.

USO DE TECNOLOGIA SOCIAL PARA MEDIÇÃO DE VAZÃO EM ÁGUAS FLUVIAIS

*José Roberto Monteiro de Sousa²⁶
Annemarie König²⁷*

O monitoramento de águas fluviais tem se tornado um tema de suma importância no contexto do desenvolvimento sustentável, o qual tem sido apregoado por meio de discursos e ações políticas visando priorizar o uso racional dos bens naturais.

Dentre vários parâmetros físicos, químicos e biológicos que atestam a qualidade das águas fluviais, um aspecto que não pode ser ignorado é a dinâmica dos corpos hídricos estudados. Deve-se compreender esta dinâmica não apenas no sentido das múltiplas interações que ocorrem no ecossistema, outrossim, que vários processos envolvidos nessas interações dependem ou são afetados pelo transporte de massa fluida. Segundo Silveira (2004, p.6), “as interações prevaletentes de velocidade, profundidade e substrato refletem a integridade hidrológica de um rio”.

Nesse sentido, a medição da velocidade de escoamento acrescenta uma informação imprescindível para o conhecimento da dinâmica em questão, ressaltando ainda que a velocidade de correnteza fluvial está diretamente relacionada ao relevo do rio, tendo em vista que “os rios e riachos exibem características resultantes de seu papel

26 Doutor em Recursos Naturais (Universidade Federal de Campina Grande). Professor do Instituto Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: roberto.monteiro@ifrn.edu.br

27 Professora doutora e orientador-voluntária do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais (Universidade Federal de Campina Grande). E-mail: annemariekonig@yahoo.com.br

como canais para o transporte do excesso de água, derivada da precipitação, que os ambientes terrestres não conseguem absorver. Consequentemente, a maioria dos rios é formada por erosão” (SILVEIRA, 2004, p.13). Em outros termos, a velocidade das águas fluviais pode variar de um ponto a outro ao longo do escoamento em função de insumos e variações no leito do rio assim como das diferentes seções por onde as águas escoam.

A biodiversidade aquática também depende, em parte, da velocidade. De acordo com Whitton (1975, apud SILVEIRA, 2004, p.12), a distribuição longitudinal dos organismos está associada à zonação dos rios, de modo que fatores como a velocidade da corrente, o substrato, a temperatura, o oxigênio dissolvido, o alimento e outros organismos afetam significativamente a ecologia das águas fluviais.

A inclusão da análise sobre a correnteza fluvial, dentre outros parâmetros físicos, pode ser compreendida pelo trabalho de Gonçalves (2007, p.10), que apresenta o total de parâmetros (físicos e químicos) atualmente utilizados para o monitoramento da qualidade de água, conforme segue: pH, condutividade, temperatura da água, velocidade de correnteza, vazão, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), fosfato, nitrato, nitrito, óleos e graxas, dentre outros), bem como biológicos (macroinvertebrados bentônicos, peixes, algas e bacteriológicos).

As correntezas dos rios variam periodicamente, caracterizando períodos de cheia e de seca. Silveira (2004, p.30) destaca a contribuição da vazão na morfologia e hidrografia dos rios: durante a época de cheia, há pouca retenção de água visto que quase não há distinção entre áreas de remanso e de correnteza. Em contrapartida, durante a seca, a situação se torna mais heterogênea, com clara distinção entre seções de retenção e de correnteza, o que afeta sazonalmente a morfologia do canal devido a tais variações do fluxo hídrico.

Portanto, o monitoramento das variações sazonais de velocidade na correnteza de um rio merece uma atenção especial, sobretudo se esta for tomada como um indicador de prognósticos a respeito da qualidade de vida nos ecossistemas fluviais, caso ocorram variações significativas dentro dos ciclos observados, sem desmerecer obviamente os demais parâmetros associados à qualidade de vida nestes ecossistemas.

As técnicas usualmente adotadas para estimativa de vazão em rios, muito embora sejam de uso bem difundido no meio acadêmico,

operam dentro de limites bastante restritivos, além de frequentemente agregarem instrumental dispendioso, quando se deseja atingir níveis mais elevados de confiabilidade no que concerne à velocidade de escoamento. Deste modo, os custos e as técnicas envolvidas no cálculo de vazão fluvial justificam a demanda por uma tecnologia que venha a se tornar acessível ao pesquisador comum que almeja reduzir gastos sem contudo comprometer o nível de qualidade de suas medições. A tecnologia social, portanto, pode ser apresentada como uma das respostas para a demanda em questão.

MATERIAIS E MÉTODOS

A técnica e a aparelhagem necessárias para a aplicação do método de medição da vazão proposto neste trabalho seguem duas etapas: primeiro, mede-se a velocidade do escoamento com uso de um instrumento desenvolvido mediante o conceito da tecnologia social. Trata-se do molinete eletroindutivo de fabricação doméstica (Figura 1). Em seguida, determina-se a área transversal do fluxo através de um levantamento de cotas de profundidade em pontos escalonados arbitrariamente (isto é, não precisam estar à mesma distância um do outro), o que facilita bastante a medição. As cotas são transferidas para uma planilha eletrônica (do tipo Excel, por exemplo) e produz-se um diagrama de dispersão relacionando cota versus distância até a margem, para que os pontos plotados sejam aproximados a uma função polinomial de 6ª ordem, a qual pode descrever virtualmente qualquer forma irregular que um rio venha a possuir. Daí, integra-se a função polinomial, para obter a função de área, que tendo sua variável x (distância à margem) substituída pelo valor máximo (largura de uma margem à outra), resulta na área submersa com acuracidade ímpar, pois todo o relevo no leito do rio pode ser simulado no computador com uso desta ferramenta de cálculo.

Figura 1 – Medição da velocidade de correnteza com uso de tecnologia social (molinete eletroindutivo).



Fonte: Souza (2013).

O material necessário e a preparação para a montagem do medidor proposto são apresentados no Quadro 1, onde são descritos todos os componentes, bem como a geometria necessária para que o instrumento possua 6 “pás” rotativas. O custo total dos componentes do molinete eletroindutivo foi orçado em torno de R\$ 25,00 (vinte e cinco reais) no 1º semestre do ano 2013.

Quadro 1 – Instruções para a manufatura do medidor de velocidade de escoamento fluvial.

COMO CONFECCIONAR UM MOLINETE ELETROINDUTIVO		
Material necessário		Preparativos
<p>a) 6 colheres (sobremesa) de material plástico;</p> <p>b) Cola de massa epóxi;</p> <p>c) 1 braçadeira metálica de Ø 25 mm;</p> <p>d) 1 régua (30 ou 40 cm) de alumínio;</p> <p>e) 1 motor elétrico de 6 V – dc (ou tensão similar);</p> <p>f) 1 multímetro analógico;</p> <p>g) 1 compasso;</p> <p>h) caneta esferográfica;</p> <p>i) folha de papel ofício;</p> <p>j) alicate;</p> <p>k) ferro de solda;</p> <p>l) martelo;</p> <p>m) chave de fenda;</p> <p>n) cano PVC Ø 25 (peça).</p>		<p>a) Desenhe, com o auxílio do compasso, uma “flor hexagonal” em papel ofício, ou seja, faça um círculo e mantenha a mesma abertura do compasso para traçar arcos sucessivos cujos centros surgem da interseção de um arco a outro. Então trace retas partindo do centro e passando pelos vértices do hexágono formado.</p> <p>b) Curve uma das extremidades da régua de alumínio com a ajuda de um tubo de PVC Ø 25 e alicate.</p>

Fonte: Souza (2013).

As etapas necessárias para a montagem e operação do molinete eletroindutivo são apresentadas sumariamente no Quadro 2.

Quadro 2 – Instruções para a montagem e operação do molinete eletroindutivo.

Montagem	Operação
<p>a) Arranque as pontas rígidas dos terminais do multímetro com um alicate, deixando os fios soltos e decapados.</p> <p>b) Prepare uma pequena quantidade de massa epóxi, em forma de esfera, de diâmetro próximo ao de uma tampa de refrigerante.</p> <p>c) Ponha a esfera de epóxi no centro da flor hexagonal desenhada em papel ofício.</p> <p>d) Encaixe as 6 colheres de plástico, seguindo o alinhamento dos vértices do hexágono, observando a orientação das conchas de cada colher para que todas elas apontem no mesmo sentido.</p> <p>e) Encaixe o suporte plástico do terminal do multímetro, deixando para cima a extremidade de onde a ponta metálica foi retirada.</p> <p>f) Perfure a régua de alumínio no ponto origem da curva, usando chave de fenda e martelo.</p> <p>g) Fixe o motor elétrico com braçadeira na régua.</p> <p>h) Solde os fios do multímetro aos polos do motor elétrico.</p>	<p>a) Conecte os polos do multímetro aos seus respectivos bornes.</p> <p>b) Ajuste o seletor do multímetro para 2,5 mA.</p> <p>c) Aproxime-se do local onde deseja medir a velocidade da correnteza, tendo o cuidado de não molhar os componentes elétricos, tais como motor e multímetro.</p> <p>d) Megulhe lentamente as pás (colheres), de modo que a correnteza atinja cada concha (o lado convexo da colher) sem ultrapassar o limite entre concha e cabo, o qual deve sempre estar totalmente acima da lâmina d'água.</p> <p>e) Aguarde enquanto as pás atingem um regime uniforme de rotação, e verifique a leitura do multímetro, conforme a escala selecionada.</p> <p>Converta o valor medido segundo a calibração previamente feita com auxílio de um cronômetro, i.e., contando o número de voltas da colher de referência para determinar a frequência, e conhecendo o raio de giro para usar a equação: $v = 2 \pi r f$.</p>

Fonte: Souza (2013).

CALIBRAÇÃO INSTRUMENTAL

Para proceder a calibração do molinete eletroindutivo foi utilizado um método empírico baseado em uma propriedade que o referido instrumento permite aplicar seguramente: cada revolução das pás (colheres plásticas) deve ser convertida em velocidade angular, e considerando que o centro de pressão cinética que gera o movimento angular atua a uma distância constante em relação ao eixo de rotação, é possível fazer estimativas muito próximas das velocidades fornecidas por molinetes convencionais, conforme foi observado em experimentos realizados em um trecho específico do

rio Pitimbu situado no bairro Parque dos Eucaliptos (Parnamirim – RN), onde foi feito o uso de um molinete convencional gentilmente cedido com apoio e participação da equipe do Larhisa - Laboratório de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da UFRN.

Para obter a velocidade tangencial das colheres, faz-se uso da Equação 1, descrita a seguir:

$$v = 2 \pi r f \quad (1)$$

Onde:

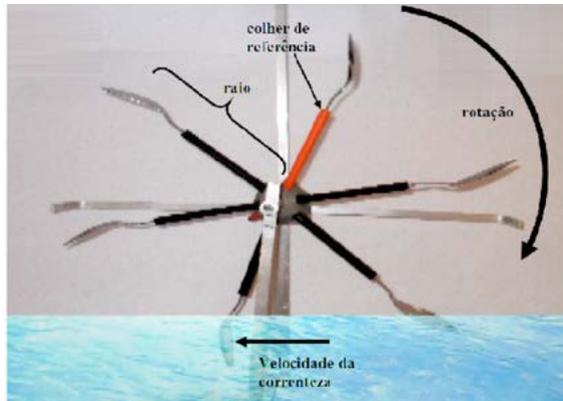
v = velocidade da correnteza (m/s)

r = raio de giro de cada pá do rotor (m)

f = frequência de rotação (rps = revoluções por segundo)

Vale ressaltar que foram feitas estimativas de frequência de rotação das “pás” em um molinete não convencional semelhante ao proposto (sem contudo possuir instrumentação elétrica), preparado apenas para propósito de calibração, o qual alcançou resultados com margem de erro na ordem de 0,1% em proporção direta ao raio de giro adotado, como é o caso do sistema montado com colheres metálicas grandes (de sopa), pivotadas em um eixo suspenso por meio de um quadro metálico mostrado na Figura 2. O peso das colheres não afetou significativamente o resultado das medições. Isto se deve ao correto balanceamento do sistema, que aliado a um momento de inércia elevado termina favorecendo uma rotação mais estável, facilitando assim a observação de seu giro. O sistema em questão serviu apenas como modelo para verificação prévia do experimento, de modo que o molinete eletroindutivo aqui proposto pode ter sua calibração feita pelo mesmo processo de contagem de giros de suas “pás” quando acionadas pela correnteza do rio. Deve-se providenciar, porém, que uma das colheres tenha cor diferente em relação às demais, a fim de facilitar a contagem de número de giros completos durante a cronometragem para a estimativa de velocidade, de modo que a cada vez que a colher diferenciada entrar na água, define-se a marca de contagem. Quanto ao número de giros, é recomendado, para efeito prático, que seja feita uma cronometragem de 10 revoluções da referida “pá” (colher), repetindo-se o procedimento 3 vezes, em caso de calibração instrumental.

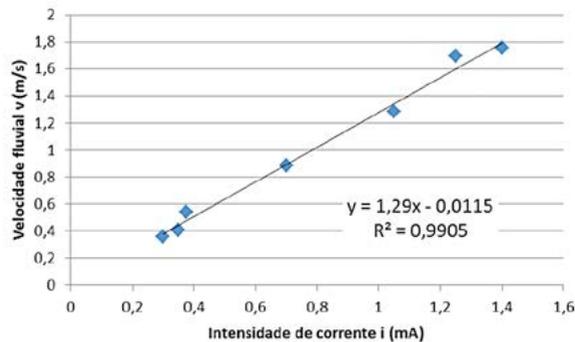
Figura 2 – Variáveis analisadas no funcionamento do molinete eletroindutivo.



Fonte: Souza (2013).

Tendo em mãos os dados de velocidade linear em cada ponto analisado do escoamento no rio, e as respectivas leituras realizadas com o molinete eletroindutivo, então procede-se a plotagem dos pontos, conforme representado no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Relação entre a velocidade fluvial medida com técnica instrumental convencional e a intensidade de corrente elétrica medida por meio do molinete eletroindutivo proposto.



Fonte: Souza (2013).

O alto coeficiente de determinação apresentado no Gráfico 1 permite realizar estimativas confiáveis acerca de velocidade de escoamento da água de rios com uso do molinete eletroindutivo

proposto, tendo por base a equação da reta imagem que relaciona diretamente a velocidade fluvial v (m/s) e a intensidade de corrente elétrica i (mA) induzida pelo motor de 6v-dc acoplado às pás do rotor que são rotacionadas pela ação da correnteza. As variáveis em questão podem ser relacionadas pela função de 1º grau expressa na Equação 2:

$$y = 1,29x - 0,0115 \quad (2)$$

Que corresponde a:

$$v = 1,29 i - 0,0115 \quad (3)$$

A resolução da medida de velocidade fluvial a partir do molinete proposto pode ser calculada pela diferença entre dois valores sucessivos de intensidade de corrente elétrica, com diferença igual à metade da menor divisão de escala. Por exemplo: para $i_1 = 0,41$ e $i_2 = 0,40$, tem-se substituindo na forma da Equação (2):

$$\text{Resolução} = (1,29 i_1 - 0,0115) - (1,29 i_2 - 0,0115) \quad (3)$$

$$\text{Resolução} = (1,29 \times 0,41 - 0,0115) - (1,29 \times 0,40 - 0,0115)$$

$$\text{Resolução} = 0,5174 - 0,5045$$

$$\text{Resolução} = 0,013 \approx 0,01$$

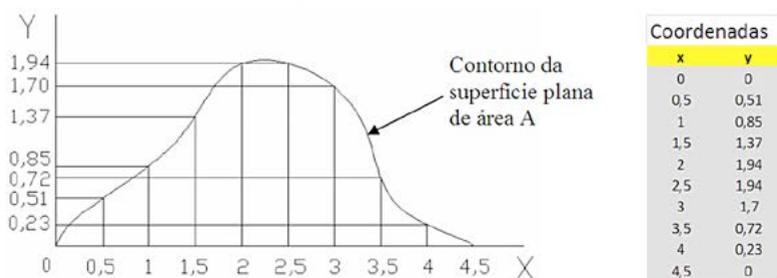
O resultado obtido, 0,01 m/s, que é aproximadamente igual à resolução de molinetes convencionais, deve levar em conta que as variações de leitura obtidas de acordo com o ponteiro na escala do multímetro, podem comprometer a acuracidade da medida, todavia seu uso sugere uma margem segura para estimativas confiáveis. Recomenda-se o uso de um multímetro analógico para garantir maior estabilidade na leitura. A seleção da escala de leitura pode ficar a critério do observador, desde que seja feita a devida correlação entre a frequência de rotação do molinete e o respectivo valor indicado pelo ponteiro, de modo que ambas variáveis sejam relacionadas através de uma equação obtida a partir da aproximação linear disponibilizada na maioria das planilhas eletrônicas.

CÁLCULO DA ÁREA DE ESCOAMENTO

Para determinar áreas de escoamento com uso de planilhas eletrônicas pode-se aplicar funções polinomiais a partir de cotas de profundidade obtidas no local de análise, de modo que a integração exata destas funções poderá ser usada no cálculo de vazão, conforme explicado a seguir.

Considere uma superfície plana de contorno irregular, cuja área A precisa ser calculada. Pode-se fazer um breve levantamento gráfico da área em questão com uso de um sistema cartesiano, ou seja, formado por coordenadas (x,y), de modo que cada coordenada representa um ponto cuja distância tenha sido medida (em metros) horizontalmente (no eixo x) e verticalmente (no eixo y), como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Coordenadas de área representadas em um sistema cartesiano e lançadas em planilha.

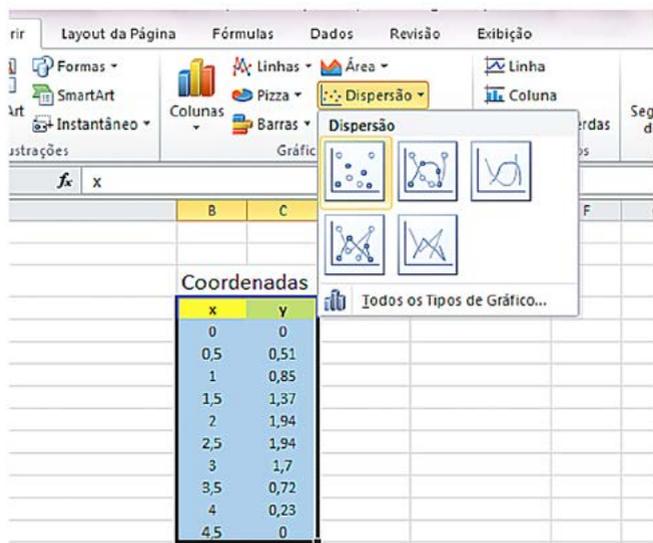


Fonte: Souza (2013).

As medidas mostradas no Gráfico da Figura 3 podem ser tabuladas em uma planilha eletrônica (do tipo Excel), conforme mostrado à direita do referido Gráfico.

Utiliza-se a ferramenta "Inserir Gráficos" da planilha para criar um Gráfico de dispersão a partir dos dados selecionados, como mostra a Figura 4.

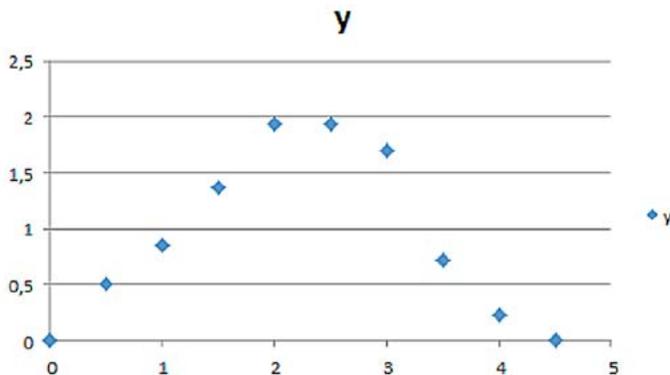
Figura 4 - Uso de ferramenta gráfica para criar um diagrama de dispersão a partir das coordenadas (x,y) tabuladas na planilha.



Fonte: Souza (2013).

A planilha deverá apresentar uma plotagem semelhante à do Gráfico 2.

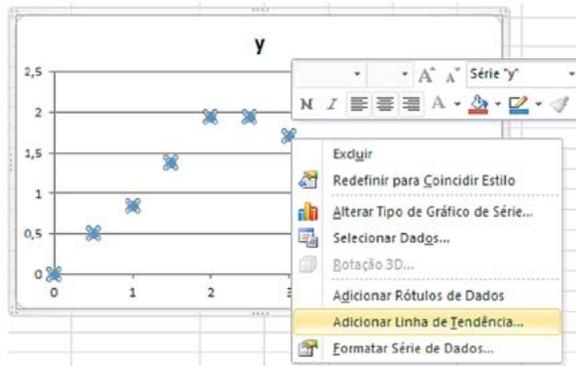
Gráfico 2 - plotagem dos pontos após uso da ferramenta gráfica na planilha eletrônica.



Fonte: Souza (2013).

Em seguida, deve-se clicar com o botão direito do mouse sobre qualquer um dos pontos plotados e selecionar a opção “Adicionar linha de tendência”, conforme mostra a Figura 5.

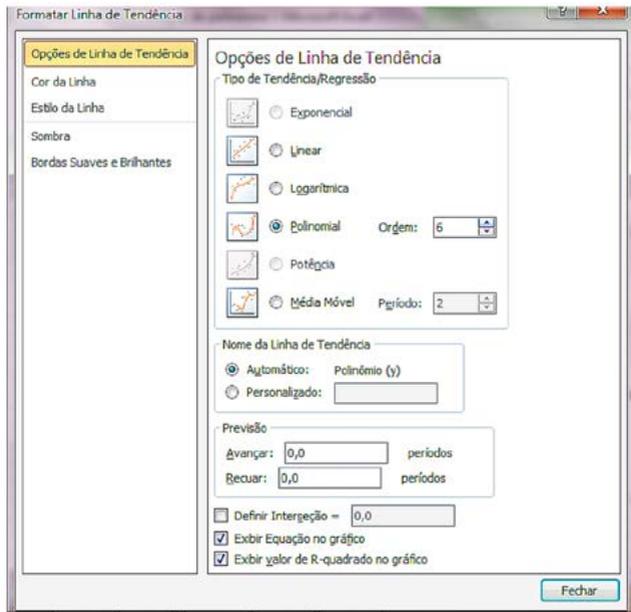
Figura 5 – Ferramenta gráfica para adicionar linha de tendência na planilha eletrônica.



Fonte: Souza (2013).

A opção indicada na Figura 6 abrirá uma janela de ferramentas para formatar a linha de tendência. A Figura 6 mostra as opções que devem ser selecionadas, a saber: Tendência do tipo polinomial de ordem 6, com a exibição da equação e do coeficiente de determinação (R^2) no gráfico. Algumas planilhas não dispõem de polinômios de 6ª ordem. Neste caso, deve-se utilizar o polinômio de maior ordem possível, pois a ordem afetará diretamente o nível de correlação da aproximação feita pela planilha eletrônica com base nos dados selecionados.

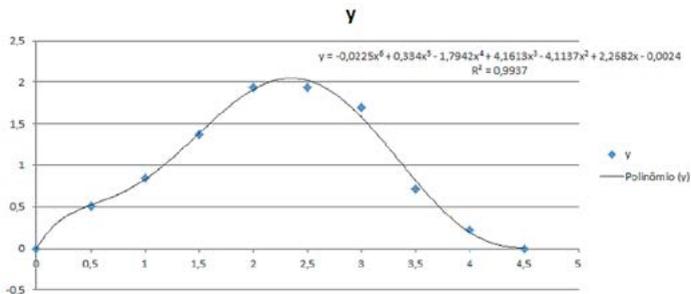
Figura 6 – Formatação da linha de tendência na planilha eletrônica



Fonte: Souza (2013).

Após a formatação da linha de tendência, a planilha deverá apresentar um resultado semelhante ao mostrado no Gráfico 3, contendo a equação e o coeficiente de determinação.

Gráfico 3 – Linha de tendência com equação e coeficiente de determinação (R^2).



Fonte : Os autores (2013).

Observa-se no diagrama do Gráfico 3, que a curva de tendência descreve de modo bastante uniforme o contorno formado pelos pontos inseridos na tabela de coordenadas.

Para determinar a área sob a curva mostrada no Gráfico 3, pode-se aplicar o método de integração exata sobre o polinômio de 6ª ordem que representa y em função de x.

A integração é um processo originado do cálculo diferencial, uma ferramenta matemática desenvolvida por Newton e Leibnitz (quase ao mesmo tempo, sem conhecimento recíproco, o que gerou uma disputa intelectual acerca da autoria desta descoberta que revolucionou a ciência).

A regra de integração para uma função polinomial qualquer, é bastante simples, conforme segue abaixo.

Dada uma função de y em x, ou seja, y depende de x, de modo que:

$$y = a x^n \quad (4)$$

A integral da função é expressa como:

$$\int a x^n dx = \frac{a x^{(n+1)}}{(n+1)} + C \quad \rightarrow \text{Se } n \neq -1 \quad (5)$$

Onde:

\int é o símbolo usado para designar a integral;

a é um coeficiente constante da função

y é a variável dependente;

x é a variável independente;

dx é a parcela infinitesimal da soma de "fatias" retangulares (y.dx) que definem a integração;

n é o expoente (que indica a ordem da função)

C é uma constante arbitrária que resulta do processo de integração a partir do conceito da derivada (processo inverso) de uma constante, cujo valor (da derivada) por definição, é igual a zero.

No caso da função expressa no diagrama do Gráfico 3, tem-se:

$$y = -0,0225x^6 + 0,334x^5 - 1,7942x^4 + 4,1613x^3 - 4,1137x^2 + 2,2682x - 0,0024 \quad (6)$$

Considerando que o termo independente (0,0024) na Equação 6 equivale a (0,0024x⁰), pois qualquer número elevado a zero é igual a 1, tem-se,

$$\int y \, dx = \int (-0,0225x^6 + 0,334x^5 - 1,7942x^4 + 4,1613x^3 - 4,1137x^2 + 2,2682x - 0,0024x^0) \, dx \quad (7)$$

$$\int y \, dx = \frac{(-0,0225x^{6+1})}{(6+1)} + \frac{(0,334x^{5+1})}{(5+1)} - \frac{(1,7942x^{4+1})}{(4+1)} + \frac{(4,1613x^{3+1})}{(3+1)} - \frac{(4,1137x^{2+1})}{(2+1)} + \frac{(2,2682x^{1+1})}{(1+1)} - \frac{(0,0024x^{0+1})}{(0+1)} + C \quad (8)$$

Que resulta em:

$$\int y \, dx = \frac{(-0,0225x^7)}{7} + \frac{(0,334x^6)}{6} - \frac{(1,7942x^5)}{5} + \frac{(4,1613x^4)}{4} - \frac{(4,1137x^3)}{3} + \frac{(2,2682x^2)}{2} - (0,0024x) + C \quad (9)$$

A constante C pode ser determinada, aplicando-se as condições limites do problema, ou seja: para x = 0, a área será nula, logo, substituindo x por zero na Equação 9, o resultado será:

$$\int y \, dx = (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) + C = 0 \quad (10)$$

Logo: C = 0.

A área da curva para qualquer intervalo desejado no relevo em questão pode ser então calculada pela função:

$$A = \frac{(-0,0225x^7)}{7} + \frac{(0,334x^6)}{6} - \frac{(1,7942x^5)}{5} + \frac{(4,1613x^4)}{4} - \frac{(4,1137x^3)}{3} + \frac{(2,2682x^2)}{2} - (0,0024x) \quad (11)$$

No caso da área total, ou seja, no intervalo de $x=0$ até $x= 4,5$, tem-se:

$$\text{Área} = A = \int f(4,5) dx - \int f(0) dx = \int f(4,5) dx - 0 \quad (12)$$

Ou seja, substituindo a largura de uma margem à outra na Equação 11:

$$A = \frac{(-0,0225.(4,5)^7) + (0,334.(4,5)^6) - (1,7942.(4,5)^5) + (4,1613.(4,5)^4) - (4,1137.(4,5)^3) + (2,2682.(4,5)^2) - (0,0024.(4,5))}{7 \quad 6 \quad 5 \quad 4 \quad 3 \quad 2}$$

Logo:

$$A = - 120,108 + 462,243 - 662,161 + 426,598 - 124,954 + 22,966 - 0,0108 \quad (13)$$

$$A = 4,57 \text{ m}^2 \text{ (valor após arredondamento).}$$

A principal vantagem do método de integração exata, em comparação com os métodos de integração numérica (aproximada), tais como regra dos trapézios, método de Simpson, etc, reside na confiabilidade dos resultados, o que possibilita estimativas bastante consistentes para que seu uso seja viabilizado em cálculos diversos, como é o caso da vazão de água escoando através da seção de um canal ou do leito de um rio, desde que se conheça a velocidade média do escoamento a fim de aplicar o produto velocidade x área.

Outra vantagem única está na possibilidade de levantar cotas em intervalos irregulares, isto é, com valores de x espaçados à vontade, sem restrição de espaçamento constante, algo que é exigência irrevogável em qualquer outro método de integração existente no meio acadêmico. Isto não significa dizer que as medidas devem ser tomadas em espaços aleatórios, pois uma boa organização dos dados favorece uma boa estimativa, mas o pesquisador pode dispor de uma liberdade que nenhum outro método de integração permite no caso

de inacessibilidade de cota em determinado ponto, visto que ele pode deslocar sua leitura um pouco a vante ou um pouco a ré sem prejuízo da análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PESQUISA

O uso da tecnologia social pode se tornar uma ferramenta de grande importância no sentido de modificar o estado operante dos atores sociais, pois uma vantagem que pode ser explorada neste tipo de tecnologia é a possibilidade de adaptação de métodos e instrumentos segundo a realidade local do cidadão, mediante conhecimento de causa, daí a necessidade de formar desde cedo uma base educacional sólida e transformadora.

O método e a instrumentação desenvolvidos neste trabalho estão abertos à possibilidade de novas ideias para quem deseja expandir a aplicação da tecnologia apresentada, seja com o propósito de aperfeiçoar sua funcionalidade, ou para difundir novos conceitos e aplicações voltadas para a inclusão da cidadania participativa junto à gestão ambiental.

É interessante, sobretudo, vislumbrar as possibilidades abertas quando se propõe o desenvolvimento de tecnologias sociais voltadas para o monitoramento ambiental, principalmente no que se reporta ao engajamento de crianças e jovens através de empreendimentos pautados na conscientização ecológica. A satisfação de poder contribuir de modo inovador, para melhorias no suporte ao monitoramento autônomo ou comunitário da água, compensa todos os obstáculos enfrentados para apresentar uma proposta viável, não apenas do ponto de vista econômico, mas também social, de modo a alcançar diferentes camadas, que abrangem desde o leigo profundamente motivado até o jovem estudante eventualmente curioso.

A tecnologia de baixo custo que aqui se propõe não pretende ocupar o lugar da tecnologia convencional, mas apenas propiciar, aos cidadãos interessados no monitoramento ambiental, um estoque de recursos simples que podem fomentar o aumento do capital social a partir da capacitação e da conscientização formadora da cidadania, ou seja, proporcionar um nível de percepção de tal magnitude aos atores sociais, que estes passem a integrar de modo efetivo suas ações junto à gestão participativa nos comitês de bacias hidrográficas, mormente no que se refere à ocupação de áreas que se encontram ameaçadas

em decorrência de uma ideologia estritamente antropocêntrica oriunda dos proponentes da industrialização sem compromisso ecológico sob o pretexto evasivo de promover o desenvolvimento econômico regional. Neste sentido, todo empenho se faz necessário para promover um engajamento comunitário racional, tendo por base duas vertentes fundamentais: conscientização e empoderamento de tecnologias que se encontrem ao alcance de todos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao considerar os resultados obtidos pelo presente trabalho, alguns pontos devem ser ressaltados no que tange aos cálculos de vazão fluvial.

A estimativa de vazão em rios considera uma abordagem pautada sobre duas variáveis independentes, as quais devem ser analisadas simultaneamente, a saber: velocidade de correnteza e área submersa (de escoamento), as quais são discutidas a seguir.

A medição da velocidade foi feita com uso do instrumento proposto como tecnologia social, isto é, o molinete eletroindutivo, cuja relação entre custos, comparada ao método convencional, oscila em torno de 1/600. A resolução do instrumento proposto é de 0,01 m/s, que equivale à resolução de um molinete convencional, apresentando a vantagem de ter sua calibração realizada apenas pela contagem do número de giros das pás (colheres) em um tempo predeterminado, tendo sido aplicada a relação ($v = 2\pi r f$), onde v é velocidade, r é o raio de giro e f o número de revoluções por segundo, de modo que a leitura da grandeza i (intensidade de corrente elétrica), feita com uso de um multímetro analógico chaveado para 2,5 mA, possibilitou a análise de regressão linear que resultou na equação ($v = 1,29 i - 0,0115$).

O método de cálculo da área de escoamento foi realizado a partir do levantamento de cotas submersas, cujos valores foram lançados em uma planilha eletrônica, de modo que, através de recursos gráficos, estas foram plotadas a fim de descrever com a maior aproximação possível o relevo do leito do rio. As regressões matemáticas por polinômios de 6ª ordem alcançaram coeficiente de correlação máxima. Tendo em mãos o resultado da área submersa em metros quadrados, o cálculo da vazão foi feito mediante o produto da velocidade pela área de escoamento;

Os resultados obtidos neste trabalho permitem enfatizar que o empoderamento tecnológico proposto não sugere ser um fim em si mesmo, porém um recurso a partir do qual a participação social pode ser estimulada.

REFERÊNCIAS

GONÇALVES, F.B. **Análise comparativa de índices bióticos de avaliação de qualidade de água, utilizando macroinvertebrados, em um rio litorâneo do estado do Paraná.** UFPR, Curitiba. 52 p. 2007.

SILVEIRA, M.P. **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 35 p. 2004.

SOUZA, R.J.M. **Desenvolvimento de tecnologia social para monitoramento voluntário de águas fluviais.** 2013. 225 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, 2013.

DIMENSÃO SOCIOAMBIENTAL DAS QUESTÕES RELACIONADAS À MUDANÇA DA MATRIZ ENERGÉTICA NO BAIXO-AÇU DO RIO GRANDE DO NORTE

*Vanda Maria Saraiva²⁸
Annemarie Konig²⁹*

A degradação do bioma Caatinga no Estado do Rio Grande do Norte se deu ao longo do povoamento desse território estadual, e ainda hoje predomina costumes estabelecidos desde a época da sua colonização. Costumes esses, no trato agrícola e, posteriormente, com o surgimento de outras atividades impactantes, como das olarias, das indústrias: de gesso, alimentícia (queijarias, docerias, etc) e ceramista em maior potencialidade, principalmente nos últimos anos com o “boom” imobiliário que se desenvolveu, não só no estado, como em todo Brasil.

Com o aparecimento de tecnologias voltadas para melhoria da produção, estabelece-se a reprovação ao anacronismo³⁰ existente, no que se refere ao manejo da caatinga, com novos ensinamentos para o convívio e atividades que permitam a sua sustentabilidade, de modo a diminuir o desmatamento e a contaminação dos corpos hídricos e do solo.

28 Graduada em Ciências Biológicas (Universidade Federal da Paraíba), mestrada 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.

29 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

30 No dicionário PRIBERAM da língua portuguesa, anacronismo significa: coisa a que se atribui uma época em que ela não tinha razão de ser.

Para a análise socioambiental do uso das questões relacionadas à mudança da matriz energética na região do Baixo-Açu-RN, foram entrevistados 33 comerciantes consumidores de lenha e/ou carvão vegetal, de ambos os sexos, cujos dados estão relacionados nos itens no corpus do presente estudo.

Portanto, o estudo em tela procurou analisar a dimensão socioambiental das questões relacionadas à mudança da matriz energética na região do Baixo-Açu, no estado do Rio Grande do Norte.

QUESTÃO DE GÊNERO

O gênero é um item importante para a percepção sobre a preservação do bioma caatinga. O percentual de 67 da amostra foi composto por comerciantes do sexo masculino, equivalendo a 22 entrevistados. Demonstrando preponderante relevância do sexo masculino para a iniciativa de desenvolvimento das atividades estudadas.

Os demais 33% são comerciantes do sexo feminino, correspondente a 11 entrevistadas. Contudo, este dado demonstra que as mulheres estão cada vez mais galgando espaço, contribuindo bastante no sentido do desenvolvimento local. Essa tendência de incorporação de parcelas crescentes da população feminina ao mercado de trabalho e ao empreendedorismo é observada em todo Brasil.

Integrar as questões de gênero e perspectivas em políticas e programas de desenvolvimento sustentável pode perpassar pelo envolvimento das mulheres ativamente na tomada de decisão em todos os níveis, inclusive nas questões ambientais, conjuntamente aos homens que predominaram até o século XX à frente da economia, pelo menos na região em destaque neste estudo, apoiando-se na proposição de que as mulheres são mais organizadas, sensíveis, compreensivas e admitem mudança de postura com mais maleabilidade do que os homens.

Nesse contexto, a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação-UNCCD (BRASIL, 2007) deixou claro a necessidade de assegurar mecanismos de promoção da equidade de gênero nos programas de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca, visto que, principalmente no meio rural, as funções do homem e da mulher eram muito distintas. Tradicionalmente, enquanto o homem era responsável por garantir o sustento da família cabia à

mulher a tarefa de cuidar da casa, dos filhos e de gerenciar os escassos recursos obtidos pelo marido, geralmente, insuficientes. Atualmente já se percebe mudanças nas questões dessa natureza, as mulheres estão assumindo também o papel de empreendedoras para melhorar a qualidade de vida das suas famílias.

GRAU DE INSTRUÇÃO

O grau de escolaridade distribuiu-se da seguinte forma: 12 pessoas possuem nível médio e 9 pessoas têm o nível superior de ensino. Isso demonstra que a maioria poderia mudar seus hábitos em relação a propiciar à preservação do bioma, por se tratar de pessoas esclarecidas, pois, espera-se serem conhecedoras de atitudes voltadas às questões ambientais, partindo do princípio de que a escola é a instituição propulsora dessa consciência. Sabe-se a importância da educação como fator primordial na mudança de hábitos e atitudes no novo paradigma de desenvolvimento, no sentido de reduzir cada vez mais a dependência dos recursos naturais (BUARQUE, 2002).

Um percentual de 21 entrevistados tem ensino fundamental concluído. Apesar da baixa escolaridade, no entanto, não deveriam ser totalmente leigos nas questões de preservação do meio ambiente, pois, a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, no Artigo 225, parágrafo 1º, inciso VI, determina ao poder público promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente (BRASIL, 1988).

Levando-se em consideração que essas pessoas comandam atividades utilizando um recurso da flora catingueira, pode-se observar que, mesmo as que têm maior nível de escolaridade (63%), as instruções recebidas não foram suficientes para uma maior consciência e atitude de preservação dos recursos naturais, mais precisamente do bioma caatinga, pois o que prevalece ainda é a questão do capitalismo exacerbado e a meta final, o lucro, que impera na sociedade, em detrimento das questões ambientais.

FONTE DE ENERGIA E CUSTOS COM LENHA

Conforme o critério de escolha da amostra, para avaliação das questões em tela, 100% dos entrevistados utilizam nas atividades de produção, a lenha ou carvão vegetal como fonte de queima. Em

menor quantidade, concomitantemente, outros tipos de materiais são usados como fontes de energia, tais como a elétrica, o gás, a casca de coco e de castanha, o pó-de-serra, entre outras.

A figura 1 mostra uma das cerâmicas visitadas no município de Itajá-RN, que tem produção de tijolos e telhas, cujo forno é abastecido com lenha. Essa é uma situação verificada em quase todas as cerâmicas visitadas no Baixo-Açu.

Figura 1 – Forno abastecido com lenha em cerâmica do Baixo-Açu



Fonte: Saraiva (2013).

A quantidade de lenha, em metros cúbicos (m^3), utilizada por semana, varia conforme o estabelecimento, a atividade e a dimensão. A média foi de $119 m^3$, com uma margem de erro de $49,3 m^3$, o que faz o gasto em metros cúbicos semanais variar entre $69,7 m^3$ e $168,3 m^3$ de lenha. O preço do m^3 de lenha foi registrado em média R\$ 25,00, chegando ao máximo R\$ 30,00 e mínimo R\$ 18,00. Depoimentos de alguns entrevistados revelam que, há pouco mais de cinco anos a lenha custava em média o m^3 R\$ 7,00 ou 8,00. Esses dados revelam que houve majoração exorbitante, quando relacionada à inflação desse período. Foi detectado durante a pesquisa que existem estabelecimentos consumidores de pequeno, médio ou grande porte que utilizam entre 12 e $500 m^3$ de lenha por semana, revelando um altíssimo consumo.

Outros tipos de energias utilizadas entre as atividades pesquisadas são a elétrica e o gás, demonstrando que 48% usam energia elétrica; 24%, o gás, concomitantemente com a lenha e o carvão, nos fornos, fogões ou churrasqueiras; e 3% usam energias diferentes, tais como: casca de castanha e bagaço de coco.

TIPOS DE ÁRVORES MAIS UTILIZADAS COMO LENHA

Observou-se que 18% dos comerciantes utilizam a lenha de cajueiro (*Anacardium occidentale*), encontrada na região, árvore de copa tortuosa podendo atingir até 20 m. Outra árvore utilizada por 55% dos entrevistados é a algaroba (*Prosopis juliflora*), árvore da família das leguminosas, natural de zonas tropicais áridas, que serve para fazer tanto o carvão como a lenha.

Muitas árvores nativas são retiradas da caatinga de forma predatória para uso da lenha, é o caso da catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*) e a jurema (*Mimosa hostilis*). Constatou-se que 27% dos comerciantes usam algum destes tipos de árvores, mesmo sendo proibida a sua retirada do ecossistema. Um percentual de 30 se mostrou não estar preocupado em saber qual é o tipo de árvore que é usada na queima em seus fornos, demonstrando total desinteresse com os cuidados em não queimar lenha de origem ilegal.

A legislação brasileira é clara com relação à reposição da vegetação “sequestrada” dos biomas. De acordo com o Art. 14 do Decreto Federal 5975/06 (BRASIL, 2006) e o Art. 27 da Lei Estadual Complementar N° 380/08 é obrigada à reposição florestal a pessoa física ou jurídica que:

I - utiliza matéria-prima florestal oriunda de supressão de vegetação natural;

II - detenha a autorização de supressão de vegetação natural.

§1° O responsável por explorar vegetação em terras públicas, bem como o proprietário ou possuidor de área com exploração de vegetação, sob qualquer regime, sem autorização ou em desacordo com essa autorização, fica também obrigado a efetuar a reposição florestal.

Aduz ainda o Art. 17 do mesmo decreto que a reposição florestal dar-se-á no Estado de origem da matéria-prima utilizada, por meio de reposição com plantas florestais adequadas, preferencialmente nativas. A Lei Federal 12.651/12 estabelece no Capítulo I, Art. 1° parágrafo VI responsabilidade comum da União, Estados e Municípios, em colaboração com a sociedade civil, na criação de políticas para a preservação e restauração da vegetação nativa e de suas funções ecológicas e sociais.

Como se pode observar, a legislação para proteção da vegetação em qualquer bioma, ela existe, porém, não se efetiva na prática. Os

órgãos muitas vezes não têm recursos humanos nem infraestrutura suficiente para atender a demanda, ou, quando os tem, são apadrinhados políticos, que não têm competência técnica para fazer as diligências da maneira satisfatória. Prova disso aconteceu no decorrer da pesquisa de campo quando foi observado, com bastante frequência, caminhões exageradamente carregados de lenha, (figura 2), retirada da mata nativa, cujo destino principal é o parque ceramista do Baixo-Açu. A dificuldade de recursos humanos e infraestrutura para fiscalizar é a alegação dos órgãos ambientais, que não conseguem combater a retirada ilegal da vegetação, e assim não tem fiscalização adequada, permitindo a ação livre dos usurpadores da caatinga.

Figura 2 – Caminhão de lenha retirada da Caatinga na RN-118



Fonte: Saraiva (2013).

Considerando que a lenha é necessária, está imediatamente disponível e pode ser produzida de forma sustentável a partir dos recursos florestais existentes na caatinga, vale perguntar por que esta opção recebe tão pouca atenção nas políticas públicas?

Algumas soluções já existem, porém esbarram muitas vezes na burocracia e no prestígio de alguns políticos, que conseguem direcionar os recursos, em detrimento das necessidades reais. Para o MMA, o uso mais racional dos recursos naturais do semiárido pode ser incentivado com financiamento e assistência técnica adequada à realidade da caatinga.

Para tanto, existem programas como o PRONAF florestal, desenvolvido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, para estimular os agricultores

familiares a plantar e fazer um manejo adequado das florestas. Através do Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), são apoiadas instituições para trabalhar com assistência técnica, em toda a região do semiárido (BRASIL, 2012).

CONHECIMENTO DE QUE A CAATINGA É UM BIOMA EXCLUSIVO DO BRASIL

A caatinga (em tupi) ou seridó (em cariri) significa mato branco, vegetação com fisionomia vegetal extremamente típica, predominante no semiárido brasileiro, distribuída pelos estados do nordeste e norte de Minas Gerais (MELLO FILHO, 1995).

Apesar da importância que o bioma caatinga representa para a vida dos sertanejos, algumas pessoas ainda não sabem da sua exclusividade e da importância de mantê-lo preservado. Prova disso foi de que 27% aponta desconhecimento, o que era de se esperar dada a pouca escolaridade de alguns, mesmo sendo garantido o direito à informação preservacionista, pela Constituição, mas sabe-se que na realidade ela não se efetiva.

Ao apreciar a vegetação desse bioma cabe mencionar a singularidade dos caracteres de algumas árvores, notáveis ora pela fenologia, ora pelo valor da madeira, pela beleza intrínseca ou pelos frutos comestíveis, saborosos e nutritivos. Essas características da flora catingueira são peculiares e os sertanejos deveriam tomar ciência da sua importância para a preservação do bioma.

CONSCIÊNCIA SOBRE O DESAPARECIMENTO DA CAATINGA

Observou-se que a maior parte dos entrevistados possui conhecimento de que o bioma caatinga está desaparecendo, simbolizando um percentual de 82% da amostra e os demais 18% responderam não ter conhecimento disso, ou, acham conveniente não dar esse tipo de afirmação.

Corroborando com o entendimento da grande maioria dos entrevistados, o desaparecimento da vegetação catingueira, não só no Baixo-Açu, mas em todo o estado, está comprovado e, o pouco que resta continua a cada ano se exaurindo, basta ver o aspecto sem fim de tristeza e desolação, totalmente desértico, na rodovia

estadual que liga o município de Pendências à Porto do Mangue, com solo totalmente desnudo, mostrado através da figura 3, que o desmatamento ainda consiste em um dos mais sérios problemas ambientais no semiárido brasileiro, destruindo a riqueza da flora e o hábitat da fauna, ambas adaptadas aos rigores das intempéries, as quais personificam verdadeiros milagres da natureza.

Tudo isso é resultado da ação humana, que busca na natureza a solução de seus problemas mais imediatos, não entendendo que a natureza, particularmente, a do semiárido tem um ritmo próprio de recuperação, cuja resiliência é de aproximadamente 15 anos, sob condições favoráveis.

Figura 3 – Aspecto desértico entre Pendências e Porto do Mangue – RN



Fonte: Saraiva (2013).

Como resultado do avanço da desertificação, o solo perde sua camada arável, afetando negativamente a produção agrícola e o desenvolvimento sustentável das regiões impactadas. As causas e, ao mesmo tempo, as consequências da degradação e da desertificação são frequentemente, a pobreza e a insegurança alimentar, combinadas com variações do ciclo hidrológico, como secas severas e enchentes de grandes proporções, afetando completamente a dinâmica dos ecossistemas, além de mudar os costumes das pessoas. Pode-se inferir como outra consequência grave, a perda das condições de viver no semiárido e a migração para centros urbanos maiores, o que leva o homem do campo a viver à margem da sociedade, em condições sub-humanas nas periferias e favelas das cidades, levando a sérios problemas sociais, como analfabetismo, prostituição, tráfico de drogas, entre tantos outros.

ATIVIDADE DESEMPENHADA CONTRIBUI PARA O DESAPARECIMENTO DA CAATINGA

A pergunta mais polêmica do ponto de vista dos entrevistados foi sobre a contribuição das suas atividades para a degradação da caatinga. Porém, causou surpresa quando 73% deles (as) afirmaram que contribui para isso.

Esse resultado mostra que as pessoas são conscientes de suas atitudes, mas não procuram soluções para o problema. Talvez, por ser mais cômodo ou economicamente mais oportuno. No entanto, 27% não sabem responder se suas atividades trazem danos ao meio ambiente, em especial, à caatinga. Talvez tenha havido por parte deles (as), receio de expressar a verdade de tal informação para se eximirem da culpa, ou com medo de estarem vulneráveis à fiscalização dos órgãos ambientais.

Fazendo uma avaliação da diferença entre o número de pessoas (27) que responderam ter conhecimento de que a caatinga está desaparecendo e as que assumiram (24) que suas atividades contribuem para esse desaparecimento, mostra a verdadeira consciência do problema pelos entrevistados, haja vista apenas ter havido divergência na opinião de 3 entrevistados, cujo resultado está dentro da margem de erro da pesquisa.

A realidade é que as expectativas socioeconômicas devem andar *pari passu* com as ambientais, para que a vida na terra possa continuar a existir, pois, nem sempre o fato de existirem interesses antagônicos variados, significa que devam ser conflitantes. A este respeito, Luz (2005) dá como exemplo o controle do desmatamento, que deve andar junto com reflorestamento, prevenção de enchentes e conservação da água.

UTILIZAÇÃO DE FONTES DE ENERGIAS MENOS NOCIVAS À CAATINGA

Praticamente todos os entrevistados (94%) estão dispostos a utilizar outras fontes de energia menos nocivas ao bioma, contra apenas 6% que não as utilizariam.

No entanto, deve-se considerar também a influência do preço em fontes alternativas de energias mais limpas, uma vez que, se essas fontes apresentarem custos maiores que as habitualmente

utilizadas (a lenha), o número de comerciantes dispostos a fazer essa substituição diminuiu de 94% para 70%, o que não é de tudo ruim. Do ponto de vista ambiental, será um bom começo!

Dessa forma, 30% dos entrevistados recusa-se a preservar a caatinga se aumentar as despesas de seus empreendimentos comerciais, ou seja, na questão da preservação do meio ambiente versus lucro, ainda se sobressai este último. Atitude que não se justifica, porque da maneira que está a lenha oriunda da vegetação catingueira vai desaparecer em breve e aí não restará opção, ou muda a matriz energética ou fecham as portas das empresas.

Balizando ainda sobre as questões da crueldade causada ao ambiente do semiárido, inclui-se também a poluição do ar, originária dos gases danosos e material particulado, lançados pelas cerâmicas, diariamente, aos céus da região, como se pode observar na figura 4, as chaminés lançam fumaça preta, altamente poluente, resultado da queima incompleta pela alta umidade da lenha, que causam graves danos à saúde, como irritação nos olhos e garganta, redução da resistência às infecções, além de doenças crônicas que colocam em risco a qualidade de vida dos trabalhadores e das pessoas que moram no entorno das cerâmicas.

Figura 4 - Emissão de poluentes na atmosfera por cerâmica do Baixo-Açu



Fonte: SARAIVA (2013)

ATIVIDADES QUE DEMANDAM USO DE LENHA

Dos 33 comerciantes entrevistados, 42% consideram que a atividade que demanda maior uso de lenha é a ceramista, em igual percentual, eles (as) também atestam que as padarias demandam

maior gasto de lenha. Daí pode-se concluir com isso que, realmente, o consumo de lenha não só no Baixo-Açu, mas no Estado do RN, a maior parcela desse consumo é na indústria da cerâmica, seguido das padarias e em menor intensidade, os restaurantes, docerias, bares e as residências na zona rural.

A exploração desordenada dos recursos florísticos no Baixo-Açu proporcionada não só pelas cerâmicas, mas por outros segmentos, vem ocorrendo há décadas. Porém, alguns proprietários dessas fábricas já vêm adotando medidas de contenção dessa exploração. Na pesquisa de campo foi detectado alguns ceramistas que já fazem plano de manejo da mata; outros que mudaram os fornos para o tipo Abóbada que tem consumo médio 0,7 m³ e o Hoffmann 0,4 a 0,6 m³ de lenha/tonelada de produto queimado, conforme relata Baccelli Júnior (2010), menos consumo que os tradicionais: caipira e corujinha.

DIFICULDADE DE ACESSO À LENHA VERSUS AUMENTO DO VALOR DE MERCADO

Quando questionados se há maior dificuldade de acesso à lenha, 82% dos comerciantes disseram que sim. As informações obtidas relativas à busca por material de queima na região dão conta de que é cada vez mais complicada a obtenção de lenha, algumas vezes comprometendo o andamento dos trabalhos por falta de material para queima, chegando a atrasar entregas, cancelamentos de pedidos, entre outros inconvenientes. Esta é uma questão que deve ser bem gerenciada pelos responsáveis, no sentido de que não haja transtornos, para não comprometer a atividade, segundo relato de alguns ceramistas, pois a lenha é de difícil acondicionamento ocupando muito espaço e não pode molhar, o que torna-se mais complicado em épocas de chuvas.

Com relação ao consumo do carvão, detectado no comércio de restaurantes e bares, o sentimento é de que não tem grandes dificuldades na aquisição, porém, o preço do produto é que está reduzindo o uso, o que, segundo eles, essa majoração deve-se a dificuldade na obtenção da matéria prima que produz o carvão.

O sentimento das pessoas em relação ao aumento do custo da lenha também é notório. Isso está acontecendo há alguns anos devido o custo do frete para transportar a lenha, pois o local de retirada está ficando cada vez mais distante da zona urbana ou peri-urbana, onde

estão os estabelecimentos comerciais e as indústrias ceramistas. Ou seja, quanto mais distante a área de retirada da lenha, mais cara fica para chegar até o usuário.

NECESSIDADE DE MUDANÇA DA FONTE DE ENERGIA

Os problemas ocasionados pela retirada da vegetação não só da caatinga, como dos outros biomas do Brasil, para as mais diversas atividades, são velhos conhecidos das pessoas comuns e também dos gestores públicos. Sabe-se que mudanças de atitudes e adoção de novas tecnologias deverão ser urgentemente implantadas em todos os níveis de produção dos bens de consumo. Nesse contexto, quando questionados sobre a necessidade de substituição das fontes de energias utilizadas 94% dos empresários opinaram que há necessidade de que essas fontes sejam substituídas, até porque é provável o desaparecimento da lenha na região num futuro bem próximo. Entretanto ainda há pessoas que não vêm à necessidade de que as árvores da região sejam preservadas e a fonte de energia seja substituída.

CONHECIMENTO SOBRE A LENHA ECOLÓGICA, O BRIQUETE

Dos entrevistados, 48% já conhecem ou ouviram falar ou conhece alguém que usa a referida lenha artificial, feita de biomassa. Dentre essas pessoas, a maioria é ceramista. Baseado em seus depoimentos, se vê a necessidade de incentivos fiscais pelo poder público e investimentos (seja público ou privado) para incrementar a produção de briquetes no Rio Grande do Norte. Percebe-se que, com uma maior divulgação a aceitabilidade dessa lenha é dada como certa no setor ceramista.

Em Natal, muitas pessoas conhecem o briquete e já é usado há mais de três anos em pizzarias da cidade, a exemplo da Reis Magos, cujo proprietário revelou ao Jornal de Hoje,

o uso do briquete tem trazido uma série de vantagens, pois, além de gerar menos fumaça (o que melhora o odor do ambiente), deixa menos cinza e fuligem, proporciona maior estabilidade e rapidez na resposta da temperatura, por seu alto poder calorífico, é mais hi-

giênico e de melhor aparência”, ainda completa o empresário: “Já sabíamos que mais cedo ou mais tarde não se poderá mais usar lenha, então resolvemos buscar uma forma sustentável de manter a tradicional pizza de forno a lenha (LISBOA, 2012³¹).

SUBSTITUIÇÃO DA LENHA PELO BRIQUETE

Sobre a substituição da lenha usada nos fornos, fogões, etc, pelo briquete, 85% dos empresários afirmaram estar disponíveis a substituí-la pela lenha ecológica, o briquete. Alguns ainda apontaram a questão dos custos do briquete, se seriam acessíveis ou não, e outros alegaram que essa é uma responsabilidade que cabe ao governo implementar políticas de incentivo à produção e consumo, não prejudicando o consumidor final dos materiais por eles produzidos. Na prática, se referem a não majoração dos produtos, tais como: telhas, tijolos, e outros produtos. Porém, sabe-se que a realidade do desenvolvimento sustentável perpassa pela contribuição de todos, inclusive acatando obrigações financeiras.

Percebeu-se ao longo deste estudo que, no Baixo-Açu o mercado do briquete é bastante promissor, pois eles estão dispostos a comprá-lo, desde que seja garantida a quantidade necessária para suprir as suas demandas.

RELAÇÃO DA DISPOSIÇÃO PARA SUBSTITUIR A LENHA PELO BRIQUETE COM O GRAU DE INSTRUÇÃO

Quanto à relação do grau de instrução com a possibilidade de substituição da lenha oriunda da caatinga pelo briquete nota-se, entre os entrevistados com nível superior, 78% estão dispostos a substituir a lenha, que é atual fonte de energia em seus empreendimentos, pelo briquete. Entre as pessoas com ensino médio, 75% estão disponíveis a adotarem o uso da lenha ecológica em seus empreendimentos. Já entre os que possuem nível fundamental de estudo, apenas 57% estariam dispostos a mudar sua fonte de energia. Com isso, percebe-

31 Notícia veiculada no “O Jornal de Hoje”, mídia escrita, no dia 06 de junho de 2012, sob título: Empresas buscam reduzir impactos ao meio ambiente, pela repórter Daniele Lisboa.

se que, quanto maior o nível de escolaridade, maior é a percepção dos problemas ambientais causados pelas atividades dos mesmos.

Um fato que chamou atenção foi em relação à única pessoa da amostra que não estudou, é que, mesmo sem a possibilidade de ter obtido informações (formal) sobre meio ambiente, preservação, desmatamento, poluição do solo e da água, etc, se dispôs a fazer a substituição da sua fonte energética. Isso demonstra a consciência do problema enfrentado no dia-a-dia.

RELAÇÃO DA SUBSTITUIÇÃO DA LENHA PELO BRIQUETE COM O GÊNERO

Observou-se que 66,7% dos entrevistados são do sexo masculino e 81,8% deles tem predisposição para substituir a lenha originária da caatinga pelo briquete; já o sexo feminino representa 33,3%, sendo que 63,6% das mulheres estão aptas ao uso de briquete.

O principal uso da lenha nas residências é para cocção e aquecimento, tarefa realizada pelas mulheres, na maioria dos lares. Porém, elas estão preferindo acompanhar a tendência nacional de comprar bens de consumo mais modernos, incentivados pelo governo federal, com a redução de impostos na "linha branca", incluindo o fogão, que funciona a base de gás liquefeito de petróleo (GLP) ou gás natural, sendo extinto aos poucos o fogão à lenha.

O Balanço Energético Nacional (BEN) informou que a produção em 2008 de 25.541.000 toneladas de lenha no Brasil foram para uso residencial, o que representou 27,1% de toda lenha produzida naquele ano, ficando abaixo somente do consumo industrial (BRASIL, 2010). Mas a redução desse consumo vem sendo observada nos últimos anos (1,3 % ao ano), fato explicado no relatório do BEN pelo aumento da renda familiar, que oferece condições de substituição dos aparelhos domésticos.

RELAÇÃO DA SUBSTITUIÇÃO DA LENHA PELO BRIQUETE COM O CONHECIMENTO DA EXISTÊNCIA DO MESMO

Sobre o conhecimento da existência do briquete com a sua aceitação para uso, 100% das pessoas que disseram já conhecer a lenha ecológica estão disponíveis a usá-la ao invés da atual fonte de energia, a lenha e o carvão.

Os entrevistados que não conheciam o briquete, num percentual de 52,9 % estão dispostos, mesmo assim, a substituir a lenha pelo briquete. E os demais, 47%, equivalente a 8 usuários de lenha e carvão que não estão receptíveis ao uso do mesmo.

Baseado neste fato percebe-se que tem um caminho ainda a ser trilhado na busca da aceitação de algumas pessoas. Para isto, precisa de mais ações de divulgação dos benefícios, podendo ser citados, por exemplo, a facilidade de armazenamento (ocupa menos espaço que a lenha), disponibilidade em época de chuva, poder calorífico excelente, não causa desmatamento, etc.

RELAÇÃO DA SUBSTITUIÇÃO DA LENHA PELO BRIQUETE COM O CONHECIMENTO DE QUE O BIOMA CAATINGA ESTÁ DESAPARECENDO

No que diz respeito à relação do conhecimento dos entrevistados de que o bioma caatinga está desaparecendo com a disponibilidade para substituição da lenha pelo briquete, observou-se que 82% dos entrevistados (22 pessoas) que reconhecem o desaparecimento do bioma caatinga estão disponíveis a fazer a substituição em suas fontes de energias buscando minimizar a pressão antrópica ao bioma, e 18% dos que compartilham esse entendimento disseram não utilizar a lenha ecológica (briquete) ao invés das fontes atuais. Entre os entrevistados que responderam não ter conhecimento do desaparecimento do bioma caatinga, 50% deixariam de utilizar a lenha atual para utilizar o briquete.

RELAÇÃO DA SUBSTITUIÇÃO DA LENHA PELO BRIQUETE COM A PRÁTICA DA ATIVIDADE CONTRIBUINDO PARA O DESAPARECIMENTO DA CAATINGA

Dos 24 comerciantes que são conscientes que suas atividades contribuem para o desaparecimento da caatinga, apenas 19 deles, ou seja, 79% estão receptíveis a substituição da queima da lenha pelo uso do briquete como fonte de energia para seus empreendimentos. Os demais 21% não estão dispostos a substituírem suas fontes atuais de energias pelo briquete. Fato contraditório da resposta em relação a resposta dos mesmos no item anterior.

Das nove pessoas entrevistadas que responderam que suas atividades comerciais não trazem danos à caatinga, 6 delas disseram substituir a lenha pelo briquete. No entanto, 3 disseram não pretender fazer essa substituição, respostas condizentes com a primeira situação.

RELAÇÃO DA SUBSTITUIÇÃO DA LENHA PELO BRIQUETE COM A CONSCIÊNCIA DA DEGRADAÇÃO DA CAATINGA

Em relação à consciência da degradação da caatinga com a possibilidade de substituição da lenha pelo briquete, observou-se que estão cientes da degradação que a caatinga vem sofrendo, 74,2% e estão dispostos a substituir a lenha pelo briquete. Os outros 25,8% mesmo estando cientes dessa degradação, não pretendem fazer a substituição, o que causou estranheza, mas pode-se inferir este resultado a falta de informação sobre o briquete.

Contudo, dentre os entrevistados que afirmam desconhecer a degradação da caatinga, 100% deixariam de utilizar a lenha atual para utilizar o briquete.

RELAÇÃO DA SUBSTITUIÇÃO DA LENHA PELO BRIQUETE COM A UTILIZAÇÃO DE FONTES DE ENERGIA MENOS NOCIVA A CAATINGA, MESMO QUE MAIS CARA QUE A ATUAL

Quanto à relação da disponibilidade de uso de outras fontes menos nocivas à caatinga, mesmo que mais cara, com a possibilidade de substituição da lenha, nota-se que, entre os entrevistados que responderam positivamente, 19 pessoas passariam a usar outro tipo de energia em seus empreendimentos mesmo que fosse por um custo maior. Dos comerciantes que disseram não utilizar outras fontes de energias menos nocivas 6 responderam que substituiriam as fontes de energias dos seus empreendimentos.

A mesma quantidade de pessoas nas duas indagações: 4 afirmativas e 4 negativas para o uso de energias mais caras que as atuais, apresentaram opiniões semelhantes em não substituir sua fonte energética, se essa for de custo mais elevado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após análise dos dados levantados nesta pesquisa, observou-se que ainda têm-se enormes desafios, que vai exigir recursos e empenho, principalmente dos governos, também da academia e setor privado. É preciso multiplicar esforços no financiamento de pesquisa, no suporte aos empreendedores que se dedicarem a desenvolver biocombustíveis de biomassa, gerando competitividade e conquistando a excelência na produção de briquetes, pois o Brasil tem área e condições climáticas suficientes para tal.

Sob a ótica do biocombustível, pode vir a ser um substituto parcial dos combustíveis florestais, aumentando gradualmente sua participação na matriz energética brasileira, sobretudo nos fornos da indústria ceramista, maior consumidora de lenha do Estado.

Atualmente, a crise ambiental no Vale do Açu e no Seridó Potiguar está despertando interesse da mídia regional, com destaque para a exploração da vegetação da caatinga e o uso irracional de outros recursos ambientais. Vejamos alguns fatos relevantes que, certamente contribuirão para despertar na sociedade o interesse pelas questões ambientais que vive o Rio Grande do Norte:

- O “Jornal de Hoje”, mídia escrita da Capital, no dia 11 de março de 2013 traz dois artigos que tratam: o primeiro, da “Viabilidade econômica, social e ambiental do semiárido Potiguar”, escrito pela jornalista Verônica Pragana, e o segundo, sobre “a Crise ambiental no Vale do Açu”, escrito pelos professores Aquino e Silva, da UERN-Açu.
- Dia 23 de março de 2013, o Novo Jornal publica em suas páginas um artigo com assinatura do repórter Paulo Nascimento, alertando para um Futuro deserto, onde relata a grande extensão da área no estado do RN, segundo ele, 70% em processo de desertificação.
- No dia 26 de março de 2013, o colunista Sílvio Andrade faz uma resenha sobre a matéria anteriormente citada, e fala da sua indignação com o descaso das autoridades e a falta de ações no combate à desertificação, onde ressalta que o Programa Estadual de Combate à Desertificação está empalidecendo nas gavetas da burocracia.

- Este mesmo jornal, no dia 28 de março de 2013 traz um artigo intitulado **“O deserto chegará, disseram. Nada foi feito e ele chegou”**, do colunista Albimar Furtado, que retrata a falta de compromisso dos governos, nas três esferas, no que concerne às ações que minimizem as consequências da estiagem, haja vista ser um problema conhecido há séculos.

Afinal, ser sustentável é mais que um termo da “moda”, é uma exigência, não só para o poder público, mas também para o setor privado. Equilibrar os impactos ambientais causados nas atividades produtivas é mais do que necessário e deve ser cobrado pela própria sociedade, que também tem o dever de contribuir com a preservação ambiental.

A ciência, os livros, a história, os documentos de época, enfim, a literatura guarda na memória a preocupação com a situação da seca e do desmatamento no Nordeste do Brasil, porém, a incompetência dos governantes com relação às questões ambientais de preservação é secular, basta lembrar alguns fatos ocorridos que se vê o quão inoperante é a administração desses problemas. Relata a história que, nos idos de 1877, ano de seca no Nordeste, que dizimou milhares de pessoas, o então imperador D. Pedro II foi ao Ceará ver de perto a catástrofe e, com promessas mentirosas aludiu: “Não restará uma única joia na coroa, mas nenhum nordestino morrerá de fome”. Eis que até hoje, em pleno século 21, a história se repete e os gestores apenas tomam medidas emergenciais, assistencialistas e fazem promessas vãs, ficando cada vez mais frágeis os ecossistemas, com muitas espécies da flora e da fauna em processo de extinção, tendo como fator principal o desmatamento, e como coadjuvante, a caça predatória e a destruição dos ecossistemas.

Fragmento textual extraído de um discurso proferido por José Bonifácio, na Assembleia Geral Constituinte e Legislativa do Império, em 1823, expressa o quão antigo é o problema da degradação no Brasil: “[...] nossas preciosas matas vão desaparecendo, vítimas do fogo e do machado destruidor da ignorância e do egoísmo; nossos montes e encostas vão-se escalfando diariamente, e com o andar do tempo faltarão às chuvas fecundantes, que favorecem a vegetação, alimentam nossas fontes e rios, sem que o nosso belo Brasil em menos dois séculos ficará reduzido aos páramos e desertos áridos da Lybia” (MEDEIROS, 2004, apud BRASIL, 2005)

Escritores da literatura brasileira também retratam em seus livros a seca, o desmatamento, as queimadas do semiárido provocadas pelo homem e as agruras vividas pelo sertanejo, citadas no livro publicado em 1902, "Os Sertões", de Euclides da Cunha e no da escritora cearense, Raquel de Queiróz, "O Quinze", cujo título se refere à grande seca de 1915, vivida por ela em sua infância onde descreve o cenário vivido pelo homem do semiárido na época da seca e que perdura até os dias atuais.

A irresponsabilidade humana para com os ecossistemas catingueiros despertou reflexões em louvado teórico nacional para a dimensão do problema, Celso Monteiro Furtado, que chegou a propor o rápido e completo despovoamento do semiárido, a fim de que a natureza pudesse se restabelecer. Esse raciocínio, com certeza, direcionou-se à busca de solução imediata para a dramática expansão de provável impossibilidade futura de se reverter o intenso processo de desertificação que se intensifica cotidianamente, trazendo múltiplos percalços para o homem e para a natureza (CARDOSO, 2007).

A insustentabilidade do bioma caatinga hoje permeia por vários caminhos, podendo ser citados alguns mais comuns:

- As políticas energéticas no Brasil voltadas, prioritariamente, para o setor de transportes, fomentando a produção de biocombustíveis líquidos;
- As políticas ambientais não priorizam a criação de unidades de conservação, sendo menos de 2% do bioma caatinga que tem esse status, ficando o restante totalmente desprotegido;
- As políticas de desenvolvimento rural que facilitam o acesso a terra, mas não dão subsídios para o uso sustentável da mesma;
- Falta de aplicação de novas tecnologias que levem ao uso dos recursos florestais e o desenvolvimento ambiental, social e economicamente sustentável;
- Falta de educação ambiental, na maioria das vezes praticada por causa da miséria ou, no outro extremo, pela ganância de lucros;
- Falta de investimentos em gestão ambiental, principalmente no Vale do Açu, onde o cluster cerâmico ainda utiliza, na maioria das empresas, técnicas ultrapassadas para queima dos produtos;

- Falta melhor investimento na aplicação dos royalties da Petrobrás, com vistas à reposição florestal, manejo correto do bioma caatinga e educação ambiental;
- Falta fiscalização efetiva dos órgãos do governo para coibir ação predatória no bioma caatinga;
- Falta organização dos ceramistas em busca de solução para mudar a fonte de energia;
- E, a mais relevante, falta consciência das pessoas de que a natureza deve ser respeitada, pois ela tem seus limites à degradação e que a espécie humana faz parte dessa natureza, portanto, tem obrigação de preservá-la.

Do ponto de vista de Silva (2012), as questões ambientais do semiárido não podem mais ser vistas separando as limitações físicas e as formas inapropriadas de uso dos recursos naturais. É necessário acrescentar na estratégia do desenvolvimento regional medidas de gestão ambiental que limitem efetivamente os processos em curso, que tornam cada vez mais intensas a degradação ambiental.

REFERÊNCIAS

BACCELLI JÚNIOR, J. **Avaliação do processo industrial da cerâmica vermelha no Seridó-RN**. 2010. 199 p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – UFRN, Natal, 2010.

BRASIL. **Constituição República Federativa do Brasil**. Brasília. 1988.

_____. **Panorama da desertificação no estado do Rio Grande do Norte**. MMA. SERHID. 2005.

_____. **Resolução CONAMA N° 54/05b**. Diário Oficial da União, Brasília, 9 mar.2006.

_____. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil/ MMA**. Brasília: MMA, 2007.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Uso sustentável e conservação da caatinga**. Maria Auxiliadora Gariglio, et al. Organizadores. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010.

_____. Ministério do Meio Ambiente. 2012. Falta de alternativas contribui para degradação do semiárido. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/2050-falta-de-alternativas-contribui-para-degradacao-semiarido>>. Acesso em: 22 fev.2013.

BUARQUE, S. C. **Construindo o Desenvolvimento Local Sustentável:** metodologia do Planejamento. Rio de Janeiro: Garamond. 2002.

CARDOSO, J. R. A. Reflexões sobre o processo de desertificação no semiárido brasileiro. **Tribuna do Norte**, Natal, 25 out. 2007. Disponível em:< <http://www.tribunadonorte.com.br/> >. Acesso em: 25 out. 2007.

FURTADO, A. O deserto chegará, disseram. Nada foi feito e ele chegou. **Novo Jornal**, Natal, 28 mar. 2013. Disponível em: <<http://www.novojornal.jor.br/>>. Acesso em: 28 mar. 2013.

LISBOA, D. Empresas buscam reduzir impactos ao meio ambiente. **O Jornal de Hoje**. Natal, p. 6, 06 jun. 2012.

LUZ, L. A. R. **A reutilização da água: mais uma chance para nós**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

MELLO FILHO, L. E. **Caatinga Sertão Sertanejos**. Rio de Janeiro: Livroarte, 1995.

SARAIVA, V. M. Avaliação ambiental da da produção de briquetes de capim-elefante-roxo irrigado com fluente da ETE de Pendências–RN. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) –Campina Grande, 27/05/2013.

SILVA, R. M. A. **Entre o combate à seca e a convivência com o semiárido:** transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento. Série BNB Teses e Dissertações. Nº 12. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2012.



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 EFRN, 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.



Gesinaldo Ataide Cândido

Professor Titular em Administração Geral da UFCG, doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2001), mestrado em Administração pela Universidade Federal da Paraíba (1995) com atuação nos cursos de graduação em Administração e Engenharia de Produção da UFCG. Professor permanente junto ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da UFCG, ao Programa de Pós-graduação em Administração da UFPB e ao Programa de Pós-Graduação em uso Sustentável de Recursos Naturais do IFRN. Líder do Grupo de Estudos em Gestão, Inovação e Tecnologia (GEGIT), cadastrado no diretório de grupos de pesquisa do CNPq. Membro de conselho editorial e avaliador de vários de vários periódicos científicos e referee em vários eventos científicos no Brasil e no exterior. Atualmente coordena três projetos de pesquisa financiados por órgãos de fomento. Seus atuais temas de pesquisa e linhas de pesquisa de interesse, envolvem: Competitividade Sistêmica e Desenvolvimento Local, Inovação e Sustentabilidade, Energia e Sustentabilidade, Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores, Gestão de Recursos Naturais, Inovação Tecnológica, Tecnologias Sociais, Administração e Sociedade.

Valdenildo Pedro da Silva

Professor Titular do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), Pós-doutor em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (2012), Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2005), Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (1997), Especialista em Geografia do Nordeste pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1997), Graduado em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1986), atuando nos cursos técnicos de Controle Ambiental e de Petróleo e Gás, na graduação tecnológica em Gestão Ambiental e no mestrado profissional em Uso Sustentável de Recursos Naturais do IFRN. Professor permanente do Programa de Pós-graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais (PPgUSRN), no qual ocupa atualmente a função de coordenador do curso. Tem experiência em estudos na área de Geografia, com ênfase em Geografia Humana, e em estudos

A obra Recursos naturais, questões socioeconômicas e políticas do Rio Grande do Norte é um dos mais importantes produtos resultantes da parceria entre a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) — Centro de Tecnologia e Recursos Naturais e Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais — e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), viabilizada pelo doutorado interinstitucional (DINTER) em Recursos Naturais, autorizado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), em associação com a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação (SETEC), rumo à qualificação de profissionais do IFRN, com vistas a reduzir assimetrias, fomentar a produção acadêmica e fortalecer as pesquisas puras e aplicadas do IFRN, demandadas pelos diversos segmentos da sociedade, bem como criar condições para a oferta de cursos de pós-graduação stricto sensu, a partir de práticas coletivas no desenvolvimento de estudos e questionamentos ambientais que envolvam recursos naturais.

Este livro traz à lume estudos e pesquisas desenvolvidos no DINTER em Recursos Naturais da UFCG/IFRN, especificamente aqueles relacionados às teses desenvolvidas, na perspectiva de seus diversos autores, advindos de áreas de conhecimento diversificadas e de múltiplas formações. Os temas abordados envolvem conteúdos relacionados ao desenvolvimento de atividades socioeconômicas e às diversas formas de utilização dos recursos naturais — pesqueiros, agrícolas, hídricos, minerais, energéticos — voltados para a qualidade de vida urbana. Os artigos reunidos aqui neste livro mostram as múltiplas possibilidades de realização de estudos e pesquisas relacionados a questões ambientais sobre os recursos naturais e às múltiplas formas de inter-relação desses estudos e pesquisas com questões socioeconômicas e políticas, na perspectiva do que apregoa vasta literatura da área, a qual evidencia que os problemas ambientais estão relacionados a tais questões e que as soluções passam sempre pelo desenvolvimento de pesquisas interdisciplinares sobre elas.

