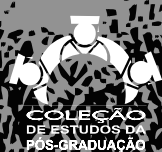


José Gerardo Beserra de Oliveira
Marta Celina Linhares Sales

Monitoramento da desertificação em Irauçuba



Monitoramento da Desertificação em Irauçuba

Presidente da República

Dilma Vana Rousseff

Ministro da Educação

Aloízio Mercadante

Universidade Federal do Ceará - UFC

Reitor

Henry de Holanda Campos

Vice-Reitor

Custódio Luíz Silva de Almeida

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Prof. Antônio Gomes de Souza Filho

Pró-Reitora de Administração

Prof^a. Denise Maria Moreira Chagas Corrêa

Imprensa Universitária

Diretor

Joaquim Melo de Albuquerque

Editora UFC

Diretor e Editor

Prof. Antonio Cláudio Lima Guimarães

Conselho Editorial

Presidente

Prof. Antonio Cláudio Lima Guimarães

Conselheiros

Prof^a. Angela Maria R. Mota Gutiérrez

Prof. Ítalo Gurgel

Prof. José Edmar da Silva Ribeiro

José Gerardo Beserra de Oliveira
Marta Celina Linhares Sales

Monitoramento da Desertificação em Irauçuba



Fortaleza
2015

Monitoramento da desertificação em Irauçuba

Copyright © 2015 by José Gerardo Beserra de Oliveira e Marta Celina Linhares Sales

Todos os direitos reservados

IMPRESSO NO BRASIL / PRINTED IN BRAZIL

Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará (UFC)
Av. da Universidade, 2932, fundos – Benfica – Fortaleza – Ceará

Coordenação Editorial

Ivanaldo Maciel de Lima

Revisão de Texto

Adriano Santiago

Normalização Bibliográfica

Marilzete Melo Nascimento

Programação Visual

Sandro Vasconcellos / Thiago Nogueira

Diagramação

Victor Alencar

Capa

Heron Cruz

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Bibliotecária Marilzete Melo Nascimento CRB 3/1135

M744

Monitoramento da desertificação em Irauçuba / José Gerardo Beserra de Oliveira,
Marta Celina Linhares Sales (Organizadores) - Fortaleza: Imprensa
Universitária, 2015.
372 p. : il. ; 21 cm. (Estudos da Pós-Graduação)

ISBN: 978-85-7485-234-8

1. Desertificação. 2. Degradação ambiental. 3. Meio ambiente. I. Oliveira, José
Gerardo Beserra de, org. II. Sales, Marta Celina Linhares, org. III. Título.

CDD 333.73

AGRADECIMENTOS

Ao longo dos últimos doze anos muitas ações foram engendradas para o desenvolvimento das pesquisas em Irauçuba, as quais não seriam possíveis sem a contribuição de inúmeras pessoas e instituições. Mesmo correndo o risco de alguns esquecimentos, a Coordenação e os pesquisadores do Projeto Irauçuba desejam expressar seu agradecimento:

Aos atuais e ex-proprietários das fazendas Aroeira, Formigueiro, Cacimba Salgada e Vila Mimosa por nos terem permitido instalar em suas propriedades nossas áreas experimentais;

Ao Chico Nel, pela dedicação com que tem cuidado, ao longo de todos esse anos, de nossas áreas experimentais;

Aos principais financiadores da pesquisa, o CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e à Funcap (Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro;

Ao deputado Lula Moraes, pelo apoio financeiro concedido ao projeto através de Emenda Parlamentar ao Orçamento do Estado do Ceará;

À FCPC (Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura), pelo competente gerenciamento dos recursos do Projeto e apoio concedido para publicação deste livro;

Ao professor Edson de Paula Nunes e aos técnicos Adalberto Carvalho e Eliedyr Trigueiro (à época, lotados no Herbário Prisco Bezerra da Universidade Federal do Ceará), pela catalogação e identificação do material botânico;

Aos estudantes de graduação e pós-graduação, muitos deles hoje já colegas nossos de profissão que, ao longo desses anos, participaram na análise da vegetação realizada nas áreas experimentais: Marcelo Folhes, Claudia Saboia Aquino, Everton Torres Melo, Marcelo de Oliveira Moura, Ana Cristina Muniz, Gledson Magalhães, Lisandro Gomes, Mario Filho, Paula Tomaz;

Aos colegas e amigos do INSTITUTO CACTOS, de Irauçuba, pelo apoio que nos têm concedido;

Enfim, a todos que nos ajudaram na consecução desses trabalhos, na expectativa de novamente trabalharmos juntos na continuação das pesquisas.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	11
Introdução	11
IMPACTOS E MITIGAÇÃO DO ANTROPISMO NO NÚCLEO DE DESERTIFICAÇÃO DE IRAUÇUBA - CE.....	21
Introdução	21
Caracterização do meio físico.....	22
Recuperação ecológica e econômica das áreas degradadas.....	31
Considerações finais e recomendações.....	42
Referências Bibliográficas	43
SOLOS PREDOMINANTES EM ÁREAS DE EXPERIMENTAÇÃO (EXCLUSÃO) DO NÚCLEO DE DESERTIFICAÇÃO DE IRAUÇUBA - CE.....	47
Introdução	47
Procedimentos Metodológicos e Operacionais	49
Referências Bibliográficas	64
POTENCIAL DE EROSÃO DAS TERRAS NO NÚCLEO DE DESERTIFICAÇÃO DE IRAUÇUBA ESTIMADA POR MEIO DOS PARÂMETROS DA EUPS.....	65
Introdução	65
Características dos solos de Irauçuba	67
Erosividade das chuvas.....	68
Referências Bibliográficas	82
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, MICROMORFOLÓGICAS E MINERALÓGICAS DE TRÊS TOPOSSEQUÊNCIAS NO MUNICÍPIO DE IRAUÇUBA - CE E SUAS RELAÇÕES COM A DESERTIFICAÇÃO.....	87
Introdução	87
Análise estrutural da cobertura pedológica	92
Análise das variáveis ambientais	94
Resultados.....	95
Sistema de Solos Litodependentes.....	105
Discussão e Considerações Finais	120
Referências Bibliográficas	125

SUSCETIBILIDADE GEOAMBIENTAL DAS TERRAS SECAS DA MICRORREGIÃO DE SOBRAL - CE À DESERTIFICAÇÃO	127
Introdução	127
Resultados.....	131
Conclusões.....	136
Referências Bibliográficas	137
BANCO DE SEMENTES NO SOLO EM UMA ÁREA DE CAATINGA EM REGENERAÇÃO, NÚCLEO DE DESERTIFICAÇÃO DE IRAUÇUBA - CE.....	141
Introdução	141
Delimitação das áreas de estudo.....	144
Análise do banco de sementes	151
Resultados.....	152
Discussão	157
Considerações Finais.....	160
Referências Bibliográficas	160
EFEITO DO SOBREPASTEJO E DA EXCLUSÃO DE ANIMAIS EM SOLOS SOB PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO CEARENSE	165
Introdução	165
A Área de Estudo.....	167
Resultados e Discussão	170
Conclusões.....	182
Referências Bibliográficas	182
APLICAÇÃO DE TORTAS OLEAGINOSAS NAS PROPRIÉDADES QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DE UM SOLO DEGRADADO DE IRAUÇUBA - CE.....	187
Introdução	187
Resultados e Discussão	191
Conclusões.....	200
Referências Bibliográficas	201
ESCOAMENTO SUPERFICIAL, PERDA DE SOLO E NUTRIENTES NUMA ENCOSTA SEMIÁRIDA DEGRADADA COM DEZ ANOS DE POUSSO	205
Introdução	205
Resultados e Discussão	211

Conclusão	223
Referências Bibliográficas	224

DIAGNÓSTICO DE ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS DA MICROBACIA DO AÇUDE DO ARRIBITA – FORQUILHA - CE.....	231
Introdução	231
Resultados e Discussões	248
Levantamento de Aspectos Socioeconômicos	257
Considerações Finais.....	262
Referências Bibliográficas	265

ATIVIDADE BIOLÓGICA E CARACTERIZAÇÃO DE ESTIRPES RIZOBIANAS DE FEIJÃO-CAUPI ISOLADAS DE SOLO DO MUNICÍPIO DE IRAUÇUBA - CE	269
Introdução	269
Revisão de Literatura	271
Resultados e Discussão	285
Conclusões.....	293
Referências Bibliográficas	293

APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) PARA ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO DOS CAVALOS, CRATEÚS - CE.....	299
Introdução	299
Resultados e Discussões	306
Considerações Finais.....	308
Referências Bibliográficas	308

AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE SUSCETIBILIDADE GEOAMBIENTAL NATURAL (ISGND) E SUSCETIBILIDADE GEOAMBIENTAL NATURAL ANTRÓPICA À DEGRADAÇÃO (ISGNAD) EM MUNICÍPIOS DO MÉDIO/BAIXO VALES DO RIO JAGUARIBE - CE	311
Introdução	311
Considerações Finais.....	331
Referências Bibliográficas	333

ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO/ DESERTIFICAÇÃO NA BACIA DO RIACHO FEITICEIRO, NO MUNICÍPIO DE JAGUARIBE - CE.....	337
Introdução	337
Resultados e Discussão	341
Considerações Finais.....	349
Referências Bibliográficas	351

ÁREAS DE INTERESSE PRIORITÁRIO NO ESTADO DO PIAUÍ PARA CONDUÇÃO DE ESTUDOS DE DESERTIFICAÇÃO	353
Panorama da Desertificação	353
Resultados.....	361
Conclusões.....	365
Referências Bibliográficas	366

APRESENTAÇÃO

José Gerardo Beserra de Oliveira

Marta Celina Linhares Sales

Introdução

O primeiro capítulo deste livro se constitui num artigo de autoria dos pesquisadores João Ambrósio de Araújo Filho e Nilzema Lima da Silva, que situam a desertificação no município de Irauçuba em relação aos impactos causados pelo antropismo no manejo da terra. O segundo capítulo, de autoria dos pesquisadores Vlândia Pinto Vidal de Oliveira e Marcos José Nogueira de Souza, consta da descrição e caracterização dos solos encontrados nas áreas experimentais do Projeto, em Irauçuba, os quais são um dos objetos da degradação causada pelo antropismo. Nos treze capítulos finais do livro são apresentados resultados das pesquisas conduzidas nos doze primeiros anos de execução do Projeto Irauçuba, ou seja, de duas teses de doutorado, dez dissertações de mestrado e uma monografia de graduação.

O Projeto Irauçuba foi concebido no ano de 1999 por um grupo de professores da Universidade Federal do Ceará (UFC), vinculados ao seu Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Prodema), e da Universidade Federal do Piauí (UFPI), participantes de seu Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste (Tropen) que, para atender a chamada do edital do Programa Nordeste de Pós-Graduação (PNEPG) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) apresentou a este

Conselho um projeto de pesquisa encaminhado ao CNPq através do processo nº CNPq 521213/98-3 – Estudo da Degradação/Desertificação em Sistemas de Produção no Semiárido Nordeste, nos estados do Ceará e do Piauí, vigente de 1º/9/1999 a 31/3/2002.

Este projeto de pesquisa foi estruturado buscando atender aos requisitos básicos expressos no edital do PNEPG, descritos na sequência.

1º) Associação entre duas universidades do Nordeste, uma mais antiga, a Universidade Federal do Ceará (UFC) e outra mais recente, a Universidade Federal do Piauí (UFPI).

2º) Tratar a pesquisa de um tema relevante para o Nordeste, escolha que recaiu no estudo da desertificação, cuja importância para a região pode ser depreendida dos trabalhos de Rodrigues (1987, 1992), Sales (1997) e Soares et al. (1995).

3º) Buscar a formação de pessoal.

A continuidade da pesquisa foi garantida ao longo dos 12 anos, decorridos desde 2000, com suporte financeiro dos projetos listados a seguir.

Processo Funcap 094/02 – Estudo da degradação/desertificação em sistemas de produção no semiárido cearense: o caso de Irauçuba, vigente de 11/9/2002 a 30/12/2004.

Processo CNPq 50.3326/03-8 – Estudo da degradação/desertificação e suas implicações sobre o balanço hídrico em sistemas de produção no semiárido cearense: o caso da microrregião de Sobral/Ceará, vigente de 12/7/2004 a 12/1/2007.

Processo CNPq 472080/2006-7 – Estudo da degradação/desertificação e suas implicações com o uso da terra em sistemas de produção no semiárido cearense: o caso da microrregião de Sobral/Ceará, vigente de 07/2006 a 08/2008.

Processo FCPC/Funcap 06/08 – Estudo da degradação/desertificação e suas implicações com o uso da terra em sistemas de produção no semiárido cearense: o caso do Núcleo de Desertificação de Irauçuba/Ceará (Emenda Parlamentar do deputado estadual Lula Moraes), vigente de 09/2008 a 07/2010.

Com a pesquisa proposta, objetivou-se sempre o estudo de sistemas de produção em ecossistemas dos semiáridos cearense e piauiense, para:

a) estimativa da suscetibilidade geoambiental à desertificação das terras secas dos estados do Ceará e do Piauí;

b) identificar processos, intensidade e causas de ordens física e biológica da degradação/desertificação sob os atuais sistemas de produção e de mudanças na sua biodiversidade e ambiente físico, como base para deter esses processos e implantação de estratégias de recuperação das áreas degradadas, conduzindo esses estudos:

b1) em áreas abertas submetidas às práticas da agricultura e da pecuária sob os atuais sistemas de manejo da terra;

b2) em áreas cercadas, isoladas, protegidas de qualquer tipo de uso das práticas de manejo da terra;

c) formação de pessoal.

Em Irauçuba os estudos foram conduzidos em áreas-piloto localizadas nos tipos de terra mais representativos e de aspecto mais degradado do município, tendo-se por base sua estratificação nas associações de solo descritas por Jacomine (1973). Em cada área-piloto foram montados dois conjuntos de amostragem, constituídos por exclusões e áreas externas, cuja localização está indicada na Figura 1. As áreas-piloto são constituídas por exclusões, áreas de 0,25 hectare, protegidas do uso por meio de cerca com nove fios de arame farpado e com estacas a cada metro, e por áreas externas não cercadas. Nestas e nas exclusões, foram demarcados quadrados permanentes, medindo 10m de lado e destinados à localização dos processos de amostragem nos estudos específicos (Figura 2).

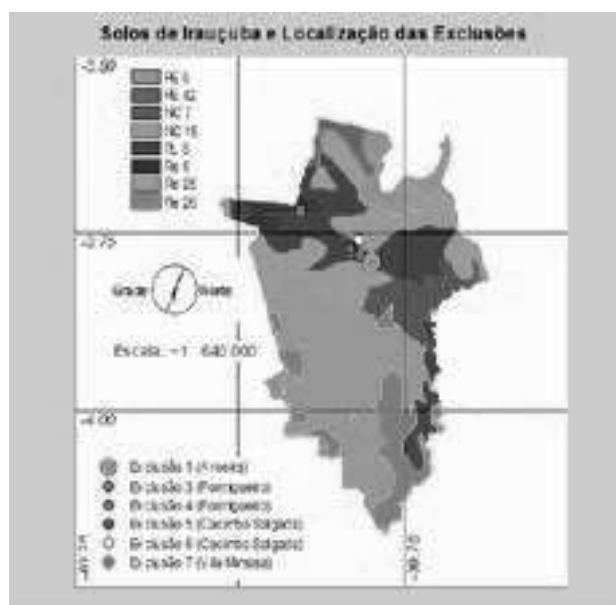


Figura 1 – Localização das exclusões
Fonte: Elaborada pelos autores.

Conjunto de Amostragem nº	Solo
Local:	

1 - EXCLUSÃO : Área cercada medindo 50 m x 50 m

2 – ÁREA EXTERNA : Área não cercada próxima da exclusão, medindo 50 m x 50 m

Esquema para alocação aleatória, dentro e fora de cada exclusão, dos cinco (05) quadros permanentes medindo 10 m de lado onde serão estudados os transectos para medir a frequência das plantas.

Bordadura

Parcelas medindo 10 m x 10 m

Cerca com 09 (nove) fios de arame farpado

PL – Localização da Placa Identificadora da Exclusão

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

PL

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

Figura 2 – Esquema dos conjuntos de amostragem
 Fonte: Elaborada pelos autores.

Nos conjuntos de amostragem, são conduzidas as pesquisas em Irauçuba que buscam identificar processos, intensidade e causas de ordens física e biológica da degradação/desertificação sob os atuais sistemas de

produção e de mudanças na sua biodiversidade e ambiente físico. Estes estudos são realizados comparando-se os resultados obtidos nas áreas abertas submetidas às práticas da agricultura e da pecuária sob os atuais sistemas de manejo da terra com os das áreas cercadas, isoladas, protegidas de qualquer tipo de uso das práticas de manejo da terra, empregando-se, em cada um deles, a metodologia que lhe é específica.

Integradas ao projeto, foram conduzidas pesquisas fora da região de Irauçuba, em outras regiões semiáridas dos estados do Ceará e do Piauí, tendo-se sempre em vista seus objetivos fundamentais.

Resultados

Com os recursos financeiros alocados no projeto e para alcançar os objetivos propostos foram desenvolvidas, em Irauçuba, as duas teses de doutorado, as seis dissertações de mestrado e a monografia de graduação e, em outras regiões semiáridas dos estados do Ceará e do Piauí, as quatro dissertações listadas a seguir. As teses de doutorado foram apresentadas à Universidade de São Paulo e à Universidade Estadual Paulista, em Rio Claro; as dissertações de mestrado, 7 (sete) delas ao Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Prodema), 2 (duas) ao Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas e 1 (uma) ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, todos da Universidade Federal do Ceará; e a monografia de graduação ao Curso de Graduação em Agronomia desta Universidade.

Em Irauçuba

Estudos climáticos, morfopedológicos e fitoecológicos no Núcleo de Desertificação de Irauçuba - CE – tese de doutorado de Marta Celina Linhares Sales, em 2003.

Caracterização morfológica, micromorfológica e mineralógica de três topossequências no município de Irauçuba - CE e suas relações com o processo de desertificação – tese de doutorado de Jacqueline Pires Gonçalves Lustosa, em 2003.

Suscetibilidade geoambiental das terras secas da microrregião de Sobral (Ceará) à desertificação – dissertação de mestrado de Tânia Maria Serra de Jesus Nolêto, em 2005.

Banco de sementes no solo em uma área de caatinga em regeneração, no Núcleo de Desertificação de Irauçuba - CE – dissertação de mestrado de Carla Daniela Sales Pessoa, em 2008.

Recuperação de solos de áreas degradadas em processo de desertificação devido a atividades agropastoris no nordeste brasileiro: o caso de Irauçuba – dissertação de mestrado de Francélio Pereira de Sousa, em 2009.

Estudo sobre as alterações na microbiota de solos de áreas manejadas ou não no Núcleo de Desertificação de Irauçuba - CE – dissertação de mestrado de Luíza Souza da Cunha Filha, em 2011.

Impacto da recuperação de área desertificada sobre a produção de água e sedimentos em ambiente semiárido – dissertação de mestrado de Cícero Lima de Almeida, em 2011.

Diagnóstico de aspectos socioambientais da microbacia do açude do Arribita/ Forquilha - CE – dissertação de mestrado de Déborah de Andrade Aragão, em 2011.

Atividade biológica e caracterização de estirpes rizobianas de feijão-caupi isoladas de solo do município de Irauçuba - CE – monografia de graduação de Ewerton Matos Costa, em 2013.

Em outras regiões semiáridas dos estados do Ceará e do Piauí

Estudo da suscetibilidade geoambiental à desertificação das terras secas do estado do Piauí – dissertação de mestrado de Cláudia Maria Sabóia de Aquino, em 2002.

Diagnóstico físico conservacionista da microbacia do riacho dos Cavalos – Crateús-Ceará – dissertação de mestrado de Ewerton Torres Melo, em 2008.

Condicionantes naturais e socioeconômicos da desertificação nos trechos médio e baixo do vale do rio Jaguaribe no estado do Ceará – dissertação de mestrado de Ana Cristina Fernandes Muniz, em 2009.

Processo de degradação/desertificação na bacia do riacho Feiticeiro, município de Jaguaribe – Ceará – dissertação de mestrado de Renata Aline Bezerra Pinheiro, em 2010.

Divulgação dos Resultados das Pesquisas do Projeto

Trabalhos publicados

LUSTOSA, J. P. G. Caracterização morfológica, micromorfológica e mineralógica de três topossequências no município de Irauçuba/CE e suas relações com os processos de desertificação. In: SEMINÁRIO DE ECOLOGIA NA UVA, Sobral, 2005.

LUSTOSA, J. P. G.; OLIVEIRA, J. G. B.; NASCIMENTO, N. R. S. Aplicação da micropedologia nos estudos sobre os processos de desertificação em Irauçuba - CE (resumo expandido). In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 57., 2005, Fortaleza: UECE/SBPC, 2005a.

LUSTOSA, J. P. G. et al. Análise estrutural da cobertura pedológica aplicada ao estudo em Irauçuba – CE. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA. 2005. Fortaleza: SBMET/Funceme, 2005b. Meio Digital: 15 p.

LUSTOSA, J. P. G. et al. Relação entre cobertura vegetal e tipos de solo no município de Irauçuba - CE. In: SIMPÓSIO DESENVOLVIMENTO DO TRÓPICO ECOTONAL DO NORDESTE, 2., 2006. Biodiversidade e desenvolvimento sustentável, Teresina, 2006. Meio Digital: 10 p.

NOLÊTO, T. M. S. J. *Suscetibilidade geoambiental das terras secas da microrregião de Sobral/CE à desertificação*. In: SEMINÁRIO DE ECOLOGIA DA UVA, Sobral, 2005b.

NOLÊTO, T. M. S. J.; OLIVEIRA J. G. B. Suscetibilidade geoambiental das terras secas da microrregião de Sobral à desertificação. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA. Fortaleza: SBMET/Funceme, 2005a. Meio Digital: 15 p.

NOLÊTO, T. M. S. J.; OLIVEIRA, J. G. B. Suscetibilidade climática das terras secas da microrregião de Sobral à desertificação (Resumo expandido). In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 57., 2005, Fortaleza: SBMET/Funceme, 2005b.

OLIVEIRA, J. G. B. Estudo comparativo ao longo do tempo entre vegetação em áreas protegidas e não protegidas de pastejo em sistema de produção no município de Irauçuba. In: SEMINÁRIO DE ECOLOGIA NA UVA, Sobral, 2005.

OLIVEIRA, V. P. V. *Classificação dos solos das exclusões e descrição, coleta e análise dos seus perfis dos solos* (Dados não publicados). [200-?].

SALES, M. C. L. Estudos hidroclimáticos e morfopedológicos do núcleo de desertificação de Irauçuba/CE. In: SEMINÁRIO DE ECOLOGIA NA UVA, Sobral, 2005.

SALES, M. C. L.; OLIVEIRA, J. G. B. Monitoramento da recuperação da vegetação e solos no núcleo de desertificação de Irauçuba/CE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 11., 2005, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 2005.

Trabalhos apresentados no Seminário Irauçubense de Combate de Desertificação - Irauçuba/CE, 25 e 26 de junho de 2009.

Painéis

PESSOA, C. D. S.; ARAÚJO, F. S.; OLIVEIRA, J. G. B. *Banco de sementes no solo em uma área de caatinga em regeneração*. Núcleo de Desertificação de Irauçuba, Ceará, Fortaleza.

SOUSA, F. P.; ROMERO, R. E.; OLIVEIRA, J. G. B. *Efeito do sobrepastejo e exclusão de animais sobre propriedades do solo em áreas degradadas em processo de desertificação no semiárido cearense*. Fortaleza, [200-?].

SOUSA, F. P.; ROMERO, R. E.; OLIVEIRA, J. G. B. *Comportamento do carbono e nitrogênio em solos degradados de áreas em processo de desertificação no semiárido brasileiro*. Fortaleza, [200-?].

LUSTOSA, J. P. G.; OLIVEIRA, J. G. B. *Análise estrutural da cobertura pedológica aplicada aos estudos de desertificação em Irauçuba - CE*. Fortaleza, [200-?].

MENDES FILHO, P. F. et al. *Estudos preliminares sobre as alterações na microbiota de solos de áreas manejadas ou não no município de Irauçuba - CE*. Fortaleza, [200-?].

NOLÊTO, T. M. S. J.; OLIVEIRA, J. G. B. *Suscetibilidade geoambiental das terras secas da microrregião de Sobral/CE à desertificação*. Fortaleza, [200-?].

Palestras

OLIVEIRA, J. G. B. Palestra em reunião plenária sob o tema: Desertificação em Irauçuba. Fortaleza.

Participação em audiência pública da Assembleia Legislativa do Estado do Ceará.

OLIVEIRA, J. G. B. Palestra em reunião plenária sob o tema: *Desertificação em Irauçuba*. Fortaleza.

Referências Bibliográficas

JACOMINE, P. T. K. *Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Ceará*. Recife: DRN, v. 1-2, 1973. (Boletim Técnico n. 28).

RODRIGUES, V. Desertificação: as relações entre suas causas e as atividades humanas. *Interciência*, Caracas, v. 12, n. 2, p. 63-69, mar./abr., 1987.

RODRIGUES, V. et al. *Avaliação do quadro da desertificação no Nordeste: diagnóstico e perspectivas*. Fortaleza: ICID, 1992.

RODRIGUES, W. A. L. et al. A desertificação no nordeste do Brasil: diagnóstico e perspectiva. In: GOMES, G. M.; SOUZA, H. R.; MAGALHÃES, A. R. *Desenvolvimento sustentável no Nordeste*. Brasília: IPEA, 1995.

SALES, M. C. L. *Estudo da degradação ambiental em Gilbués – PI: reavaliando o núcleo de desertificação*. 1997. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997

SOARES, A. M. L. et al. Áreas degradadas suscetíveis aos processos de desertificação no Ceará. In: GOMES, G. M.; SOUZA, H. R.; MAGALHÃES, A. R. *Desenvolvimento sustentável no Nordeste*. Brasília: IPEA, 1995.

.

IMPACTOS E MITIGAÇÃO DO ANTROPISMO NO NÚCLEO DE DESERTIFICAÇÃO DE IRAUÇUBA - CE

João Ambrósio de Araújo Filho
Nilzema Lima da Silva

Introdução

O estado do Ceará apresenta acima de 80% de seu território enquadrado no semiárido brasileiro. Neste estado, são identificadas três áreas susceptíveis à desertificação: Irauçuba com 9.706,42km², no Sertão Norte; Jaguaribe, no Sertão do Médio Jaguaribe, com 8.422,77 km² e Tauá, no Sertão dos Inhamuns, com 8.303,46km² (CEARÁ, 2010).

O núcleo de Irauçuba apresenta evidências da susceptibilidade à desertificação, destacando-se: a destruição desordenada da cobertura vegetal, a erosão laminar acentuada, o assoreamento dos rios e barragens, o sobrepastejo, o empobrecimento da biodiversidade, a caça predatória, o descompasso entre a exploração dos recursos naturais e sua capacidade de recuperação e o conseqüente aumento da vulnerabilidade da capacidade produtiva dos recursos naturais em ambientes progressivamente degradados (CEARÁ, 2010).

O núcleo de desertificação de Irauçuba situa-se na região do sertão norte do Ceará, a 150 km ao norte de Fortaleza, a sota-vento

da serra da Uruburetama, tendo como centro a cidade Irauçuba. Este município compreende uma área de, aproximadamente, 1.461km², ou 146.100 ha, e população humana de 22.347, resultando em uma densidade de 22,3hab/km².

Historicamente, a região tem na pecuária a mais importante atividade, dentro de um sistema de transumância, servindo de estação na época das chuvas para os rebanhos criados na região litorânea. Isto porque apresenta extensas áreas recobertas por planossolos sob uma caatinga do tipo savana com cobertura herbácea de excelente potencial forrageiro. Considerando a ocupação da área municipal, 12,4% são usados para a produção agrícola, a pecuária ocupa 67,1% e os restantes 20,5% são recobertos de matas. Confrontando os dados da distribuição dos solos e de sua ocupação, vê-se que a pecuária é praticada em toda a extensão dos planossolos e dos luvisolos, a agricultura ocupa pequena parcela do luvisolo e dos solos litólicos e a extração de madeira parte dos litólicos e dos luvisolos.

O rebanho do município é composto de 23.101 bovinos, 3.895 caprinos e 22.206 ovinos. Todavia, o número de bovinos aumenta substancialmente na época das chuvas, devido à transumância. De suas matas são extraídos anualmente até 12.566,7 esteres de madeira, parte da qual é utilizada para produção de carvão. Em termos econômicos, do valor total da produção agropecuária do município, a lavoura contribui com 21,3%, a pecuária com 78,7%, sendo aparentemente insignificante a contribuição da produção de lenha.

Caracterização do meio físico

Em termos geológicos, o núcleo está assentado na província do Escudo Oriental Nordeste, na subprovíncia Nordeste, onde predominam rochas cristalinas, tais como granitos e xistos, com os aquíferos formados a partir de fissuras e diáclases e apresenta um potencial hidrogeológico muito fraco (de 1.000 a 3.000 l/hora), relacionado com as condições limitantes de circulação da água que, sob um clima semi-árido, acarretam elevadas taxas de salinidade. Poços artesianos perfurados na área apresentam baixa vazão (no máximo 3.000 l/h) e a pouca

água obtida é geralmente salobra, necessitando de um filtro especial para se tornar potável.

No município de Irauçuba, três tipos de solos se destacam: luvisolos, com 43,2% de cobertura; planossolos, com 18,7%; e litólicos, com 33,2%. Juntos eles perfazem 95,1% da área do município. Pode-se afirmar que as atividades de lavoura se concentram nos luvisolos e nos litólicos, enquanto que as de pecuária, nos planossolos e nos luvisolos. Para os planossolos o relevo varia de plano a suave-ondulado (de 1 a 8%), os argissolos e os luvisolos apresentam-se em relevo de suave-ondulado a ondulado (de 8 a 20%) e os litólicos estão em relevo forte-ondulado (de 20 a 45%).



Figura 1– Barreiro da salvação em Irauçuba

Fonte: Fotografia obtida por João Ambrósio de Araújo Filho, em 2003.

O clima na área do núcleo de Irauçuba é, conforme classificação de Köppen, do tipo Bshw', semiárido, megatérmico, com curta estação chuvosa no verão-outono, com concentração das precipitações pluviais nos meses de março e abril. A região apresenta um dos mais baixos índices pluviométricos do estado do Ceará, com média histórica de 540,0mm. Isto porque a área encontra-se a sota-vento da serra de Uruburetama, constituindo-se em uma “sombra de chuva”, causada pela interceptação da serra e dos ventos úmidos oriundos do oceano. Aparentemente, o efeito citado reduz ainda mais a pluviosidade nos anos de seca verde. Nestes anos, o total anual de precipitações pluviais alcança, em geral, de 50 a 60% da média histórica. Já os dados disponíveis

sobre Irauçuba dão conta de que o total anual nos anos de seca alcança somente de 30 a 40% da média histórica.

O núcleo de Irauçuba está situado na bacia hidrográfica do rio Curu onde se encontram os rios Aracatiaçu e Caxitoré e vários riachos, destacando-se o Aroeira, o Gabriel e o Cachoeira. Existem, no município, cerca de 28 pequenos açudes, nomeando-se o Nogueira Ramos, o Cairu, o Santo Antônio do Aracatiaçu e o Jerimum, que abastece a cidade de Irauçuba. Uma estrutura muito comum no município é o barreiro da salvação, constituindo-se em um sistema temporário de armazenamento de água para atender a demanda dos rebanhos durante boa parte da estação seca (Figura 1).

Flora

A vegetação da área do núcleo de desertificação de Irauçuba espelha os efeitos dos fatores físicos, mormente os de natureza hídrica e edáfica e da ação antrópica. Assim, as áreas dos solos argissolos, litólicos e luvisolos apresentam uma cobertura arbustiva-arbórea, formando um verdadeiro mosaico de diferentes estádios sucessionais, em virtude das práticas agrícolas ambientalmente agressivas. Vastas áreas estão recobertas por um disclímax, predominadas pelo marmeleiro (*Croton sonderianus*), nas melhores manchas de solo, e pela jurema preta (*Mimosa tenuiflora*), nas áreas com restrições edáficas, principalmente fertilidade e drenagem. O componente arbustivo arbóreo é predominado pelo pau branco (*Auxemma oncocalyx*), catingueira (*Caesalpinia bracteosa*), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), imburana (*Commiphora leptophloeos*), marmeleiro (*Croton sonderianus*), jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) e pinhão (*Jatropha mollissima*). No estrato herbáceo, em que já foram identificadas até 45 espécies compondo a dieta de ovinos, destacam-se a milhã branca (*Urochloa plantaginea*), capim mimoso (*Anthephora hermaphrodita*), capim panasco (*Aristida adscencionis*), capim barba de bode (*Cyperus compressus*), quebra panela (*Alternanthera* sp), cabeça branca (*Telanthera* sp), vassourinha de botão (*Borreria verticillata*), cunhãzinha (*Centrosema brasilianum*) e mata pasto (*Senna tora*).

As áreas sobre os planossolos estão recobertas por uma caatinga assavanada e, esporadicamente, com afloramentos rochosos e com cobertura arbustiva arbórea média abaixo de 20% e densidade de cerca de 200 plantas/ha. Pau branco, catingueira, jurema preta e mofumbo (*Combretum leprosum*) perfazem o estrato lenhoso. A camada herbácea de biodiversidade inferior ao das áreas de luvisolos ou argissolos é rica, no entanto, em espécies forrageiras, destacando-se a erva de ovelha (*Stylosanthes humilis*), a vassourinha (*Stylosanthes angustifolia*), a urinana (*Zornia bracteata*) e o capim açu (*Paspalum milegrana*). O capim panasco, no entanto, predomina nas áreas sobrepastejadas.

Fauna

Como ocorre em toda região do semiárido nordestino, a fauna encontra-se extremamente dizimada. Relatos históricos dão conta da presença marcante de uma fauna diversificada. Atualmente, na época das chuvas, pode-se observar uma relativa abundância em aves. Na época seca, até duas décadas atrás, revoadas abundantes de avoantes (*Zenaida auriculata*) formavam grandes pombais na área do núcleo. Mas a caça sistemática e predatória resultou no virtual desaparecimento da espécie. Por outro lado, a destruição dos *habitats* pela ação antrópica contribuiu também para o empobrecimento da fauna.

Impactos do antropismo

O primeiro relato da presença do homem branco na área do núcleo de Irauçuba refere-se à passagem, nos anos de 1606-1607, dos jesuítas Francisco Pinto e Luís Figueira, conforme Girão (1967). Na época, a região era habitada por índios das etnias Tupi e Tapuia, citando-se os Anacé, Apuiaré e Kariri. Consta então que os indígenas viviam da caça e que, na época seca, ateavam fogo na erva para afugentar as cobras e facilitar a caça.

A predominância de extensas áreas recobertas por uma caatinga assavanada logo chamou a atenção dos primeiros colonizadores para o potencial de seu criatório. De fato, há relatos, de 1700, da existência, na localidade de Santo Antonio de Aracatiaçu, de uma fazenda com mais de 1000

matrizes bovinas. Embora não haja registros históricos, mas a memória dos mais antigos dá conta de que a transumância começou já no século XIX.

A cultura do sobrepastejo, fator histórica e geograficamente predominante no criatório nordestino, constitui um quadro por demais preocupante. Comparativamente a caprinos e ovinos, o impacto do pastoreio de bovinos, dados o hábito alimentar e a composição botânica da dieta, é de menor intensidade e mais facilmente absorvido pelo solo e pela vegetação da pastagem. A maneira como o bovino pasteja o impede de tosar com a mesma altura do ovino e de consumir certos componentes da árvore ou do arbusto, como o faz o caprino. Assim, o nível de degradação da pastagem sob o bovino é menos intenso e, pior ainda, pastagens degradadas por bovinos continuam sendo utilizadas, pois ainda propiciam condições de pastejo por ovinos e caprinos. E é aí que está o nó da questão. Para muitos, o incremento da atividade de ovinocaprinocultura se justifica pelo fato de as pastagens não mais suportarem o bovino, ou seja, estão degradadas a ponto de impedir a criação de vacuns, mas permitirem que o caprino e o ovino, animais sabidamente mais rústicos, prosperem nessas mesmas condições. Mas essa rusticidade dos pequenos ruminantes tem um preço ecológico muito elevado e pode levar à desertificação muito rapidamente as cambalidas pastagens dos sertões nordestinos.

Em termos gerais, o impacto do pastejo de caprinos e ovinos sobre a vegetação depende da riqueza da vegetação em espécies preferidas pelos animais e da intensidade de uso da pastagem. Os caprinos podem ser classificados, em termos de composição botânica de sua dieta, como ramoneadores oportunistas, significando sua preferência por componentes botânicos do estrato lenhoso, sem a exclusão do consumo de plantas herbáceas, incluindo gramíneas. Por outro lado, quando em condições de superpastejo, podem causar prejuízos sensíveis à vegetação pelo consumo das cascas dos troncos de árvores e arbustos e pela remoção das plântulas das espécies arbóreas e arbustivas. Nessas condições, mudanças na composição florística da vegetação podem resultar, em virtude do desaparecimento das espécies lenhosas forrageiras, o que, em áreas de vegetação degradada, acelera o processo de desertificação.

Os ovinos, por seu turno, são considerados pastejadores oportunistas, o que significa sua preferência por componentes botânicos do

estrato herbáceo, embora folhas de espécies lenhosas possam fazer parte significativa de sua dieta. Nesse contexto, o sobrepastejo por ovinos pode resultar no desaparecimento das gramíneas e, ao final, de toda cobertura herbácea da vegetação, expondo o solo aos efeitos da erosão. As mudanças na composição florística da vegetação herbácea podem caracterizar-se ou pela substituição dos capins por ervas de folha larga e/ou arbustos, ou pela invasão da pastagem por gramíneas não forrageiras. Em áreas de caatinga, o pastejo por ovinos induz mudanças significativas na composição botânica do estrato herbáceo, com a redução da participação das gramíneas, mesmo em condições de pastoreio moderado. Vale salientar que o maior índice de preferência por gramíneas é observado no início da estação das chuvas, quando se verifica um uso excessivo da forragem, em virtude da baixa disponibilidade na ocasião. Então as plântulas dos capins são tosadas rente ao solo, impedindo-se, assim, o seu desenvolvimento, causando a falha na produção de sementes e seu consequente desaparecimento do pasto e exposição do solo à erosão (Figura 2). Embora seja considerado baixo o índice de erosão das áreas do planossolo na área do núcleo de Irauçuba, medidas da erosão no planossolo sob sobrepastejo (Figura 2) indicam perdas de solo superiores a 17t/ha em uma única estação das chuvas (Relatório), o que enfatiza a importância da cobertura vegetal na proteção contra a erosão.



Figura 2 – Contraste de cerca em Irauçuba

Fonte: Fotografia obtida por João Ambrósio de Araújo Filho, em 2003.

A carga animal na área do núcleo continua muito acima da real capacidade de suporte da região. Com efeito, o consumo anual de forragem de um bovino adulto (cerca de 300kg de peso vivo) é de 3.385kg. Trabalhos recentes informam que a produção média de fitomassa na região é de 1.090kg/ha, 60% dos quais, ou seja, 654kg/ha são considerados forragem. Então, a capacidade de suporte seria de 0,19 bov/ha. Transformando-se os 3.895 caprinos e os 22.206 ovinos em equivalentes bovinos, (dividindo-se o número total de pequenos ruminantes por seis) e somando-se à população permanente de bovinos (23.101), totaliza-se 27.450 cabeças. Considerando-se a área total de Irauçuba de 146.100ha, os 67,1% utilizados pela pecuária equivaleriam a cerca de 98.000ha. Dividindo-se pelo número de bovinos, tem-se uma carga animal de 0,27bov/ha, ou seja, 42% acima da capacidade de suporte calculada. Ademais, a situação de sobrepastejo se agrava na estação das chuvas, quando a população de bovinos é substancialmente aumentada devido à transumância.

Como ocorreu com a ocupação da caatinga pelo colonizador, a introdução da pecuária no núcleo de Irauçuba trouxe a tiracolo a agricultura e a extração de madeira. A primeira baseava-se no desmatamento indiscriminado e na queimada geral. E a segunda, na coleta da lenha sem reposição florestal. Para que melhor se entenda o impacto que as práticas agrícolas adotadas pelos colonizadores tiveram sobre os solos e sobre a vegetação dominante na região semiárida nordestina, a caatinga, devem ser levadas em conta algumas considerações e recomendações para a exploração sustentável de seus solos, que são geralmente pouco profundos, de baixa permeabilidade, de baixo teor de matéria orgânica, mas relativamente ricos em bases trocáveis. Essa região recebe anualmente calor e luz em excesso, o que resulta em rápida mineração da matéria orgânica. A fertilidade de seus solos baseia-se, pois, na alcalinidade e na riqueza em bases. Assim, os métodos empíricos de exploração dos solos deveriam estar fundamentados no menor distúrbio possível do meio biológico e no reforço do aporte de matéria orgânica, pela manutenção de uma cobertura viva formada por plantas fixadoras de nitrogênio e de uma cobertura morta oriunda de restos culturais, esterco e fontes diversas de adubação verde. Isto porque nos ecossistemas florestais de clima tropical os nutrientes se concentram na biomassa e não no solo, como nos de clima temperado.

Porém, o que aconteceu foi a aplicação direta de métodos e práticas próprios para solos de clima temperado. Assim, as matas foram derrubadas, queimou-se a vegetação em larga escala e lavouras nômades foram estabelecidas, aproveitou-se o humo onde este já existia, expuseram-se os solos à erosão, enfim, saquearam-se os recursos naturais renováveis (DUQUE, 1980). Convém, no entanto, lembrar que, antes que os solos fossem atingidos pela erosão, a vegetação nativa sofreu duramente os efeitos das práticas agrícolas adotadas pelos colonizadores. Em 1861, a Comissão Científica, enviada para estudar o Nordeste, registrava, no Ceará, a destruição acelerada da vegetação, principalmente nos contrafortes das serras, em virtude dos desmatamentos e queimadas para plantio de mandioca.

Em Irauçuba, a agricultura do desmatamento e das queimadas é praticada nas áreas recobertas por luvisolos, argissolos e solos litólicos. Como vimos, estes solos estão posicionados sobre um relevo que varia de suave-ondulado a forte-ondulado, ou seja, de declividade de 8 a 45% (Figura 3).



Figura 3 – Agricultura de encosta em Irauçuba

Fonte: Fotografia obtida por João Ambrósio de Araújo Filho, em 2005.

Segundo os agricultores, a opção pelas terras nas encostas para a implantação dos roçados baseia-se no menor risco de perda de safra em função do alagamento comum nas terras planas do município, durante a época das chuvas. Nestas condições, as perdas de solo por erosão são assombrosas. Trabalhos realizados na Embrapa Caprinos e Ovinos, em Sobral, apontam para perdas de 69,0t/ha em um luvissole com apenas 15% de declividade (Relatório). Outro fator que intensifica a degradação é o curtíssimo período de repouso. Estima-se em 50 anos o tempo necessário para que a vegetação da caatinga em um luvissole que foi destruída pela queimada do roçado volte pela sucessão secundária ao clímax original. Ora, na região este período está reduzido a cerca de oito anos.

A Figura 3, tomada em setembro de 2005, é bem ilustrativa das etapas iniciais do processo de sucessão secundária, no estágio herbáceo e início do estágio arbustivo. No canto esquerdo inferior estão os restos culturais do roçado de 2005, ano em que a fotografia foi tomada. No canto esquerdo superior está a área desmatada que será queimada e plantada no inverno de 2006. No meio da foto, aparece a área do roçado de 2004, recoberta por vegetação herbácea seca, com pouquíssimas moitas de arbustos. Um pouco mais à direita, em sequência, as áreas dos roçados de 2003 e 2002 caracterizadas por uma crescente cobertura de arbustos.



Figura 4 – Disclímax com marmeleiro em Irauçuba

Fonte: Fotografia obtida por João Ambrósio de Araújo Filho, em 2007.

Por fim, os desmatamentos e queimadas seguidos por um curto período de pousio terminam por levar a vegetação a um disclímax dominado por arbustos, uma vez que o banco de sementes das arbóreas praticamente desapareceu (Figura 4). Nestas condições, o retorno ao clímax original será oneroso, requerendo a intervenção através de processos de recomposição florestal ou com adoção das práticas de agrossilvicultura.

Recuperação ecológica e econômica das áreas degradadas

O principal objetivo da recuperação de uma área degradada deve ser a recomposição da matéria orgânica do solo. Isto porque, para que se restabeleça a funcionalidade do ecossistema, é fundamental a revitalização da biologia do solo, principal responsável pela circulação de nutrientes. Além disso, o aumento da matéria orgânica e a formação de uma cobertura morta sobre o solo o protegerão contra a erosão laminar e melhorarão sua capacidade de retenção de água.

O tipo de solo, o estágio de degradação da área e o histórico do uso da terra são alguns dos parâmetros que devem ser levados em consideração, quando da seleção da alternativa das técnicas e práticas para a recuperação ecológica e econômica da produtividade das áreas degradadas em Irauçuba. Assim, considerando as extensões sob o planossolo, que ocupam uma área total de 27.321ha, duas recomendações podem ser propostas: a regeneração natural e a adubação organomineral.

A regeneração natural é um processo muito lento e, no caso do planossolo de Irauçuba, dificilmente proporcionará condições para retorno à produtividade esperada, que é de cerca de 4,0 toneladas de forragem por hectare e por ano (ARAÚJO FILHO, 1992). Isto porque, como consequência do sobrepastejo continuado ao longo provavelmente de centenas de anos, a erosão laminar já removeu porção significativa do horizonte A, expondo, em alguns casos, o horizonte B textural. Além disso, houve uma exaustão dos nutrientes do solo, principalmente do fósforo.



Figura 5 – Área não protegida à esquerda e área em pousio à direita em Irauçuba
 Fonte: Fotografia obtida por João Ambrósio de Araújo Filho, em 2003.

Em um estudo realizado no período de 2003 a 2006, a produção inicial da área protegida era de 1,09t/ha, equivalente a somente 27,2% do potencial, alcançando, em 2006, 1,7t/ha (Tabela 1). A Figura 5 mostra o efeito do pousio em comparação com a área não protegida. Assim, o pousio durante quatro anos aumentou em 56% a produção de fitomassa do estrato herbáceo.

Tabela 1– Produção e incremento da produção de fitomassa (%) sob o efeito do pousio (testemunha) e da adubação organo-mineral, em um planossolo, ao longo de quatro anos, em Irauçuba, Ceará

Ano/ Trat	Incremento (%)									
	Testemunha		M. O.		N		P		K	
	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%
2003	1,09	100,0	1,70	100,0	2,40	100,0	4,60	100,0	1,24	100,0
2004	0,32	29,4	0,72	42,4	1,02	42,5	3,38	73,5	0,58	46,8
2005	0,76	67,7	1,26	74,1	1,03	42,9	2,61	56,7	0,78	62,9
2006	1,70	156,0	1,76	103,5	1,42	59,2	2,35	51,1	1,55	125,0

Fonte: (ROCHA et al., 2009).

Araújo Filho et al. (1982), trabalhando em uma área protegida sob planossolo, em Irauçuba, no período de 1972 a 1974, encontraram produções de matéria seca que variaram de 2.106 kg/ha a 3.567kg/ha.

A diferença mais importante entre as duas áreas é que, na primeira, o horizonte A estava reduzido a cerca de 5,0cm, com muitos afloramentos do B textural e, na segunda, o horizonte superficial era de cerca de 20cm.



Figura 6 – Área protegida em Irauçuba com dominância do capim panasco
Fonte: Fotografia obtida por João Ambrósio de Araújo Filho, em 2002.

As quedas substanciais da produção de fitomassa nos anos de 2004 e 2005 estão provavelmente associadas à extrema irregularidade da distribuição temporal das precipitações em 2004, da baixa pluviosidade em 2005 (Tabela 2) e da virtual inexistência de uma cobertura morta para melhorar as condições de retenção de água do solo.

Tabela 2 – Totais mensais e anuais das precipitações pluviiais (mm) ocorridas em Irauçuba, CE, no período de 2003 a 2006

Meses/Anos	Normal	2003	2004	2005	2006
Janeiro	48,1	40,0	432,5	7,5	10,5
Fevereiro	89,6	138,7	83,3	24,0	141,8
Março	143,3	315,0	118,6	17,2	210,5
Abril	130,7	98,9	6,0	54,4	150,0
Maió	71,9	24,6	0,0	29,5	110,1
Junho	26,2	11,5	51,2	42,0	15,4
Julho	8,7	0,0	3,0	0,0	0,0
Agosto	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Setembro	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Outubro	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Novembro	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dezembro	14,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	539,2	628,7	694,6	174,6	638,3

Fonte: (FUNCEME, 2006).

Por outro lado, a composição florística (% do peso seco) da fitomassa do estrato herbáceo era de 88,3% para o capim panasco, 8,7% para a erva de ovelha e 3,0% para outras espécies (Tabela 2). Constata-se, portanto, a redução drástica de sua biodiversidade com a predominância do capim panasco, indicador de estado avançado do empobrecimento da vegetação forrageira herbácea (Figura 6).

Tabela 3 – Efeitos da adubação organo-mineral sobre a composição florística do estrato herbáceo de um planossolo em Irauçuba, Ceará

Espécies/Adubação	Composição Florística (% do peso seco)				
	Testemunha	M.O.	N	P	K
Capim panasco	88,3	45,2	69,7	22,0	60,5
Erva de ovelha	8,7	50,7	10,2	63,8	37,0
Outras espécies	3,0	4,1	20,1	14,2	2,5

Fonte: (ROCHA et al., 2009).

Então, está claro que a recuperação natural via pousio é muito lenta, mas constitui uma opção em muitos casos. Recomenda-se, pois, os seguintes procedimentos:

1. Suspensão de toda atividade pastoril e proteção da pastagem por até quatro anos. Os objetivos do pousio seriam aumento da manta orgânica sobre o solo para proteção contra a erosão e acumulação da matéria orgânica do solo.
2. Em seguida, uso da forragem a um percentual de 50%, somente durante o período seco, por até três anos. O objetivo mais importante seria a recuperação da biodiversidade do estrato herbáceo, através da proteção, na época das chuvas, permitindo, assim, a recuperação do banco de sementes.
3. A partir de então, uso regular da pastagem, mas mantendo a remoção da forragem em um nível máximo de 60%.

A aplicação de adubo orgânico (esterços) é outra alternativa de recuperação pastoril que poderia ser utilizada no núcleo de Irauçuba.

Trabalhos realizados na área com base no uso de 5,0 t/ha de esterco de ovelha apresentaram bons resultados no primeiro ano, com incrementos na ordem de 56% na produção de fitomassa do estrato herbáceo, correspondendo a 1,7t/ha (Tabela 1) e mudança significativa da composição florística (Tabela 2), pelo aumento da participação da erva de ovelha (8,7 *versus* 50,7), mas insuficiente, pois não incrementou a participação das ervas de folha larga e, portanto, praticamente sem efeito sobre a biodiversidade do estrato herbáceo. Observa-se também que a perda da produtividade nos anos irregulares (Tabelas 1 e 3) foi inferior à observada na testemunha em virtude provavelmente de uma cobertura morta mais elevada, advinda da aplicação do esterco. Por outro lado, a adubação com esterco perdeu totalmente seu efeito a partir do quarto ano pós-aplicação, quando a produção de fitomassa do estrato herbáceo foi semelhante ao da testemunha. Assim, considerando o custo elevado e a baixa eficiência, a adubação orgânica sozinha não seria uma alternativa recomendável.

Com respeito à adubação mineral, as respostas variaram de acordo com o nutriente empregado. No experimento foram aplicados 400kg/ha de nitrogênio (N), 100kg/ha de fósforo (P) e 60kg/ha de potássio (K). O nitrogênio incrementou a produção de fitomassa para 2,4t/ha no primeiro ano, correspondendo a um acréscimo de 120,2% com relação à testemunha (Tabela 1). Todavia, no segundo ano houve uma queda de cerca de 70,6% na produção de fitomassa, terminando o período com um valor inferior ao da testemunha. Vale salientar o impacto positivo que a aplicação de N teve na biodiversidade do estrato herbáceo, elevando a participação de outras espécies herbáceas para 20,1% da composição da fitomassa produzida (Tabela 2). Por seu turno, o uso do potássio não trouxe respostas nem com relação à produção, nem com respeito à composição florística do estrato herbáceo. O fósforo é o macronutriente de maior deficiência em solos tropicais. Nos planossolos de Irauçuba, análises químicas mostraram que o teor de fósforo situa-se em torno de 3,0mg/dm³. Assim, a aplicação de fósforo resultou em aumento substancial na produção de fitomassa e incremento significativo da participação das ervas de folha larga na composição florística do estrato herbáceo (Tabelas 1 e 2). A perda verificada no segundo ano foi de apenas 29,7%, terminando o

período com uma produção superior em 115,6% com relação à observada no primeiro ano da testemunha. Com relação às mudanças na composição florística, três fatos devem ser comentados. O primeiro diz respeito ao aumento para 63,8% da participação da erva de ovelha na composição florística. Trocados em valores absolutos, nas parcelas adubadas com P, a erva de ovelha produziu 2.900kg/ha de fitomassa, enquanto, na testemunha, a produção desta forrageira foi de apenas 95kg/ha. O capim panasco produziu, na testemunha, 963 e 1.012kg/ha nas adubadas com fósforo. Já a produção de fitomassa das ervas de folha larga foi de 33kg/ha na testemunha e de 653,2kg/ha nas parcelas adubadas com fósforo.

Então, a fertilização com fósforo constitui uma boa opção para a recuperação ecológica e econômica das pastagens degradadas nos planosolos do núcleo de Irauçuba. Para tanto, deverão ser utilizados os seguintes procedimentos:

1. aplicação de fósforo na forma de superfosfato simples, no período seco e na quantidade necessária para atender a recomendação de 100kg/ha de fósforo;
2. pousio durante a estação das chuvas subsequentes;
3. pastejo na estação seca, com a utilização de 50% da fitomassa disponível;
4. novo pousio na estação das chuvas, visando ao pastejo recuperação da biodiversidade do estrato herbáceo;
5. normalização do uso da pastagem sempre ajustando a carga animal para uma utilização máxima de 60% da fitomassa disponível.

A área sob os luvisolos em Irauçuba, que recobre uma extensão de 63.115ha, está submetida à exploração agrícola, pastoril e de extração de lenha com base em práticas ambientalmente agressivas. Neste contexto, a agricultura migratória pode ser apontada como o principal responsável pela indução dos processos de degradação ambiental. Por outro lado, as atividades de lavoura parecem concentrar-se nas pequenas propriedades. O impasse a que chegou este modelo de agricultura, principalmente nessas unidades produtivas, deve-se à redução drástica do período de pousio, que deveria ser de cerca de 50 anos e se acha diminuído para seis ou sete anos. Com isto, não há a recuperação da fertilidade do solo e a recomposição da vegetação. Assim, a fixação da agricultura no terreno, a sustação do desmatamento e do uso do fogo

devem ser as diretrizes para trazer a mitigação dos impactos antrópicos negativos, a recuperação dos agroecossistemas e o aumento da produtividade agrícola e da renda familiar. Para atingir estes objetivos, a agrossilvicultura é, com certeza, o modelo de exploração da terra mais apropriado. Dentre os modelos de sistemas agroflorestais, o silvopastoril e o agrossilvipastoril seriam os mais indicados para as condições de Irauçuba. O primeiro associa o manejo florestal com a exploração pastoril, e o segundo associa o manejo florestal, a exploração pastoril e a agricultura, formando o sistema lavoura-pecuária-floresta.

O modelo silvopastoril pode ser estabelecido, seja para ter a madeira como o principal produto, seja para ter na exploração animal a principal atividade. No primeiro caso, a melhor opção é seguir o “Plano de Manejo” recomendado pelo Ibama, com adaptações para a introdução da pecuária. O plano consiste basicamente em dividir-se a área em 11 parcelas de igual tamanho, permitindo-se um período de repouso de dez anos e colhendo-se uma anualmente. A coleta de madeira pode ser feita segundo uma sequência anual ou seletivamente por talhão e por espécie. Isto porque a velocidade de crescimento das arbóreas da caatinga é muito variável. Bovinos ou ovinos, nunca caprinos, poderão ser admitidos na área somente na estação seca de cada ano. Para melhorar a oferta de forragem e acelerar a produção de madeira é recomendável proceder-se o manejo dos rebrotes. A maioria das espécies arbóreas da caatinga tem uma elevada capacidade de rebrotação, podendo chegar a mais de 20 rebrotes por toco. A planta eliminará naturalmente a maioria das rebrotações de tal maneira que aos dez anos restarão cerca de cinco a oito por planta. A remoção do excesso de rebrotes, já ao fim do ano, após corte, acelerará o desenvolvimento dos que foram mantidos, permitindo um maior rendimento em madeira em um tempo mais curto. Os autores sugerem que, se o objetivo for a produção de estacas para cerca, devem ser preservadas no máximo duas rebrotações por toco; se, por outro lado, a produção de lenha é a meta do manejo, devem ser mantidas no máximo cinco rebrotes por toco. Esta técnica oferece um bônus, ou seja, haverá anualmente uma intensa rebrotação na base do toco, aumentando a oferta de forragem, mesmo na estação seca, quando os rebrotes permanecerão verdes (Figura 7).



Figura 7 – Manejo dos rebrotes em Irauçuba

Fonte: Fotografia obtida por João Ambrósio de Araújo Filho, em 2008.

Quando a produção animal for o principal objetivo, o raleamento constitui uma das melhores opções. O raleamento da vegetação arbóreo-arbustiva da caatinga consiste no controle seletivo de espécies lenhosas, com o objetivo de, reduzindo o sombreamento e a densidade de árvores e arbustos indesejáveis, obter-se incremento da produção de fitomassa do estrato herbáceo, propiciando a formação de uma pastagem nativa de elevada produtividade (Figura 8). Três recomendações fundamentais garantem, quando seguidas, a sustentabilidade das tecnologias de manipulação da caatinga: preservação de até 400 árvores por hectare, ou o equivalente a 40% de cobertura, utilização máxima de 60% da forragem disponível e preservação da mata ciliar em toda a malha de drenagem da pastagem.

Esta tecnologia já vem sendo utilizada pelos produtores na região de Irauçuba, desde o início da década de 1980, envolvendo uma área de cerca de 3.000ha. O raleamento da caatinga traz vários benefícios, destacando-se:

1. aumento da produção de forragem, que passa de cerca de 400kg/ha/ano na caatinga sobre o luvissole para 4.000kg/ha/ano;
2. aumento da capacidade de suporte, indo de 10/ha/bov/ano para 3,5ha/bov/ano;
3. incremento da produção de peso vivo animal, passando de 8,0kg/ha/ano para 60 kg/ha/ano;
4. facilidade de manejo do rebanho;
5. aumento da resiliência do ecossistema da pastagem.



Figura 8 – Caatinga arbustiva-arbórea e caatinga raleada em Irauçuba
Fonte: Fotografia obtida por João Ambrósio de Araújo Filho, em 2004.

Os luvisolos constituem os solos mais utilizados pela agricultura migratória do semiárido nordestino. As práticas rotineiramente adotadas do desmatamento e do fogo, a exposição do solo e a diminuição do período de pousio têm induzido processos de degradação, mormente os de erosão, havendo indicações de que pelo menos 65% da área de cobertura deste importante solo se encontrem em erosão de grave a muito grave.



Figura 9 – Queimada e exposição do solo em Irauçuba
Fonte: Fotografia obtida por João Ambrósio de Araújo Filho, em 2002.

A Figura 9 mostra a queimada, a ausência completa de manta orgânica e o elevado nível de exposição do solo em um roçado na região de Sobral, Ceará. O impacto sobre o ecossistema é onipresente e caracteriza-se pela

queda da produção agrícola, pela degradação da vegetação nativa, pela erosão dos solos, pela perda da biodiversidade da flora e da fauna, pelo assoreamento e salinização dos mananciais e pela perda da resiliência, aumentando sua fragilidade diante das variações climáticas, típicas das regiões semiáridas. Em vez de uma produção potencial de cerca de 2.000kg/ha de grãos, a agricultura de subsistência da região colhe menos de 500kg/ha. Daí a baixa participação da agricultura na produção agropecuária do município de Irauçuba. Essa produção sequer paga os custos da lavoura, resultando em que, na maioria dos casos, os pequenos produtores estão pagando para plantar. São, pois, necessárias mudanças de atitude por parte dos produtores e da abordagem tecnológica dos métodos de produção com vistas a trazer sustentabilidade à lavoura da região.

Os métodos e práticas da agricultura sustentável espelham-se no funcionamento dos ecossistemas naturais. Os sistemas de produção agroflorestais (SAF) foram desenvolvidos em resposta às pressões por produção de alimentos, tanto para a população humana como para os rebanhos, e integram a exploração de espécies lenhosas perenes associadas às culturas e à pastagem, a fim de garantir a estabilidade da produção, elevar a produtividade da terra, diversificar a produção, melhorar a fertilidade do solo e aumentar a oferta de forragem de boa qualidade. Esses sistemas de produção estão sendo avaliados e propostos como alternativas ecologicamente sustentáveis de exploração das regiões tropicais. O uso de espécies arbóreas constitui a garantia de manter ativa a circulação de nutrientes e o aporte significativo de matéria orgânica, condição essencial para se cultivar, de maneira continuada, os solos tropicais.

Para as condições dos sertões nordestinos, os sistemas de produção agrossilvipastoris constituem a alternativa mais apropriada, pois a maioria das unidades de produção da região se assemelha a esses modelos, uma vez que exploram madeira, agricultura e pecuária. Os sistemas de produção agrossilvipastoris (Figura 10) são formas de uso e manejo da terra, nas quais árvores e arbustos são utilizados em associação com cultivos agrícolas e animais, numa mesma área, de maneira simultânea ou numa sequência temporal. Cada componente do sistema de produção deve ter, pelo menos, uma função própria e sua integração

garante sua funcionalidade. Assim, as árvores devem ser em número suficiente para um aporte significativo de serrapilheira, fonte de matéria orgânica para o solo. Os animais são os redistribuidores de nutrientes entre os componentes do sistema, via urina e esterco e as culturas garantem a produção de alimentos para a família e seus animais e contribuem para a circulação de nutrientes dentro do sistema. Os SAFs podem também ser usados para a reabilitação ecológica e econômica de áreas degradadas sobre luvisolos e argissolos.

O modelo SAF-Sobral foi desenvolvido na Embrapa Caprinos e Ovinos, em Sobral, Ceará. Consta de três componentes: a reserva legal, o roçado ecológico e a pastagem (caatinga raleada). Embora o modelo comece a ter impacto sobre a renda familiar a partir de uma área total de 5,0ha, sugere-se 8,0ha como o tamanho mais apropriado. A área de implantação do SAF-Sobral deve ser dividida em três parcelas:



Figura 10 – SAF-Sobral

Fonte: Fotografia de Silva (2008).

a primeira de 20% para um lote florestal, a segunda de 20% para o roçado ecológico e a terceira de 60% para a pastagem. O lote florestal pode ser transformado em uma APA. Também é adequado utilizá-lo no manejo florestal para produção de madeira, apicultura, enriquecimento com plantas medicinais e frutas nativas e pastejo por, no máximo 35

dias no início e 35 dias ao final do período das chuvas. Na área do roçado ecológico deve ser praticada a policultura, o plantio direto e a rotação cultural. Sua implantação começa com o corte raso da vegetação lenhosa, preservando-se cerca de 200 árvores por hectare, para garantir o aporte de 2.500kg de serrapilheira. Procede-se então a remoção da madeira útil e os garranchos são amontoados em cordões perpendiculares ao declive e espaçados de 3,0m. Em cada lado dos cordões de garranchos é estabelecida uma linha de uma leguminosa, formando aleias para produção de adubo verde e feno. As culturas, escolhidas a critério do produtor e do potencial da área, são implantadas nas faixas de três metros que separam as aleias. A área destinada ao criatório terá sua vegetação lenhosa raleada, conforme descrição acima. A capacidade de suporte do SAF-Sobral é de 2,7ha/bov/ano ou 2,5 ovinos ou caprinos por hectare por ano. A pecuária em sistemas de produção de regiões semiáridas constitui uma atividade tampão dos efeitos da seca, facilita a dispersão dos riscos de perdas, tem boa liquidez econômica e é um fator muito importante de fixação do homem à terra.

Considerações finais e recomendações

Embora o quadro de degradação ambiental no entorno de Irauçuba seja por demais preocupante, ainda há condições para sua reabilitação ecológica e econômica. As fases de sucessão secundária retrogressiva em que se encontram variam do desaparecimento da vegetação original à eliminação da cobertura vegetal. Assim, sua recuperação será bastante onerosa, pois nas áreas de planossolo será necessária uma redução elevada do número de animais, sustação das atividades por um período de pousio e reposição da fertilidade do solo. Nas áreas de luvisolo, a implantação de sistemas agroflorestais tem também um custo econômico, embora o retorno seja mais rápido.

A opção pela agrossilvicultura, como a alternativa mais apropriada para a reabilitação dos solos de potencial agrícola mais elevado, fundamenta-se na garantia que este sistema de uso da terra traz à segurança ambiental e à segurança alimentar. No primeiro caso, o solo é protegido contra a erosão pelo acúmulo de serrapilheira, tem sua fertilidade reposta e sua biologia ativada pela deposição da matéria orgânica. Os recursos

hídricos são beneficiados pela manutenção da mata ciliar, evitando o assoreamento das nascentes e reservatórios e pela redução das perdas de água pelo solo. A flora, com a sustação das queimadas e dos desmatamentos tem sua biodiversidade incrementada e integração das árvores no sistema produtivo. Por fim, a fauna é beneficiada pela criação de corredores ecológicos, preservação dos habitats e suspensão do uso de agrotóxicos.

A segurança alimentar é garantida pela maior quantidade, melhor qualidade e sustentabilidade da produção de alimentos para a família, como milho, feijão, mandioca, leite e carne, como também alimentos para os animais domésticos, como feno, forragem verde, silagem e grãos, resultando, no final, no aumento da renda familiar e melhoria da qualidade de vida.

Referências Bibliográficas

ARAGÃO, R. B. *História do Ceará*. 3. ed. 1990.

ARAÚJO FILHO, J. A. *Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris*. Sobral: Embrapa, 1992. 18 p. (Circular Técnica, 11).

ARAÚJO FILHO, J. A. et al. *Estudo de pastagem nativa do Ceará*. Fortaleza: BNB, 1982. 75 p.

ARAÚJO FILHO, J. A. et al. Sistema agrossilvipastoril Embrapa caprinos. In: LIMA, G. F. C. et al. *Criação familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte: orientações para viabilização do negócio rural*. Natal: EMATER, EMPARN, 2006. 426 p.

BRAGA, R. *História da comissão científica de exploração*. Fortaleza: Imprensa Universitária do Ceará, 1962. 405 p.

CARVALHO, F. C. et al. Manejo in situ do sabiá (*mimosa caesalpinii-foia benth.*) para produção simultânea de madeira e forragem, em um sistema silvipastoril. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 1, n. 2, p. 121-129, jul./dez. 2004.

CEARÁ. Secretária dos Recursos Hídricos. *Programa de ação de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca, PAE-CE*. Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria dos Recursos Hídricos, 2010. 372 p.

DEL AMO, R. S.; RAMOS, P. J. Use and management of secondary vegetation in a humid tropical area. *Agroforestry Systems*, v. 21, p. 27-42, 1993.

DUQUE, J. G. *Solo e água no polígono das secas*. 5. ed. Mossoró: ESAM, 1980. 271 p. (Coleção Mossoroense, 142).

GIRÃO, R. *Três documentos do Ceará colonial*. Fortaleza: departamento de Imprensa Oficial, 1967.

JACOMINE, P. K. T. Solos sob caatingas: características e uso agrícola. In: ALVAREZ V.; FONTES, M. P. F. *O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e desenvolvimento sustentado*. Viçosa: SBCS/UFV-DS, p. 95-111, 1996.

KIRMSE, R. D. *Effects of clearcutting on forage production, quality and decomposition in the caatinga woodland of northeast Brazil: implications to goat and sheep nutrition*. Logan, EUA: Utah State University, 1984. 150 p.

LEITE, E. R.; MESQUITA, R. C. M. *Fatores morfológicos que interferem na seleção de forrageiras pelos herbívoros*. Brasília: EMBRAPA, 1988. 21 p.

LIMA, F. W. *Efeitos dos fatores físicos e biológicos sobre a decomposição e dinâmica de liberação de nutrientes da folhagem de espécies arbóreas da caatinga*. 2009. 52 f. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Vale do Acaraú, Fortaleza, 2009.

MILLER, A. *Meteorology*. 2. ed. Columbia, Ohio: Charles E. Merrill Publishing, 1971.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Produto interno bruto dos municípios 2004 - 2008*. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2004_2008/pibmunic2004_2008.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2013.

ROCHA, M. M. C.; ARAÚJO FILHO, J. A. efeitos da adubação mineral e orgânica sobre a produção. *Agropecuária científica no semiárido*, Campina Grande, v. 5, p. 22-29, 2009.

SALES, M. C. L. *Estudos climáticos, morfopedológicos e fitoecológicos no núcleo de desertificação de Irauçuba-Ceará*. 2003. 122 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SILVA, N. L. *Sistema de produção agrossilvipastoril de caprinos e ovinos*. Integração Lavoura-Pecuária-Caatinga. 2008. (Curso de curta duração / Extensão).

