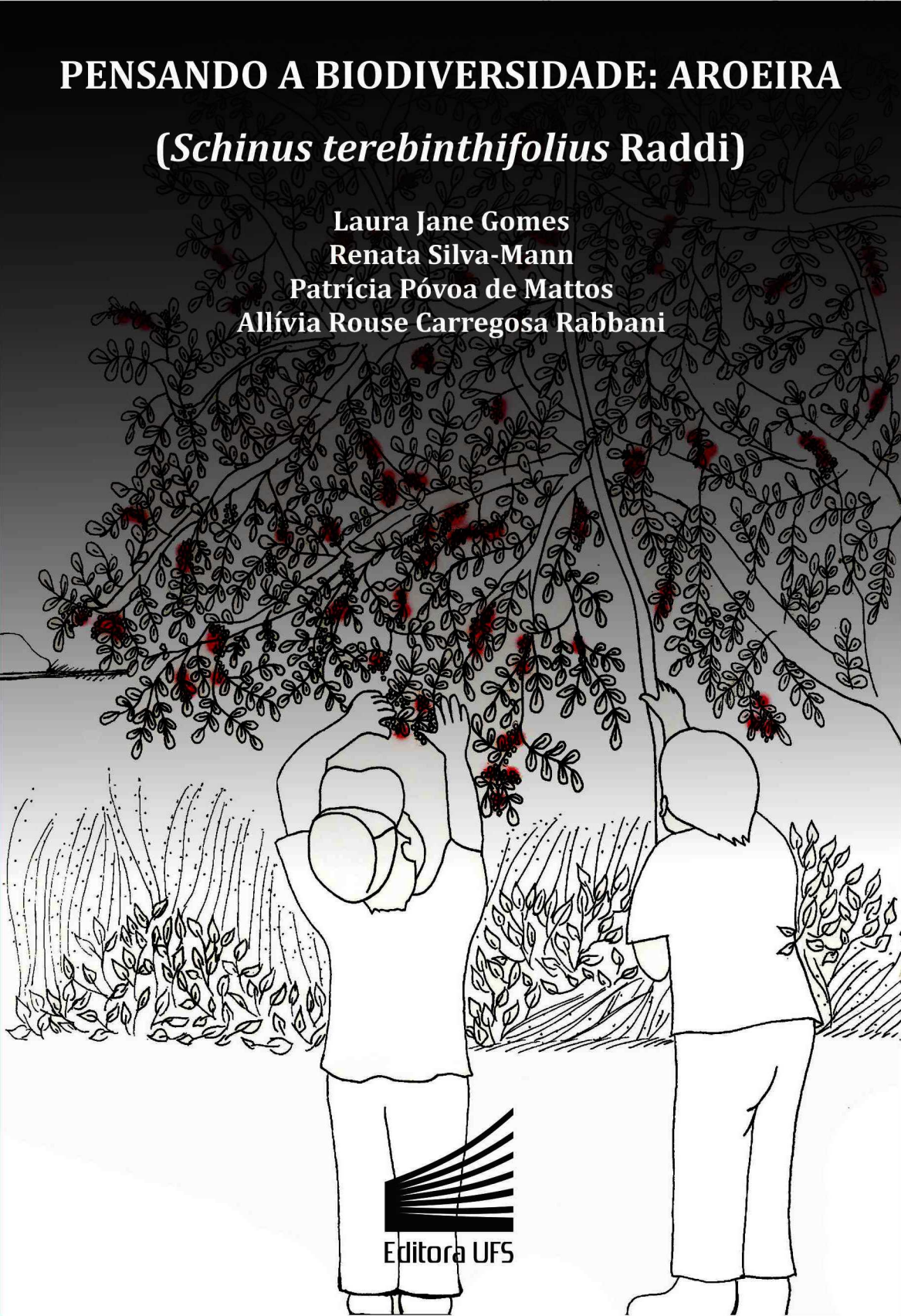
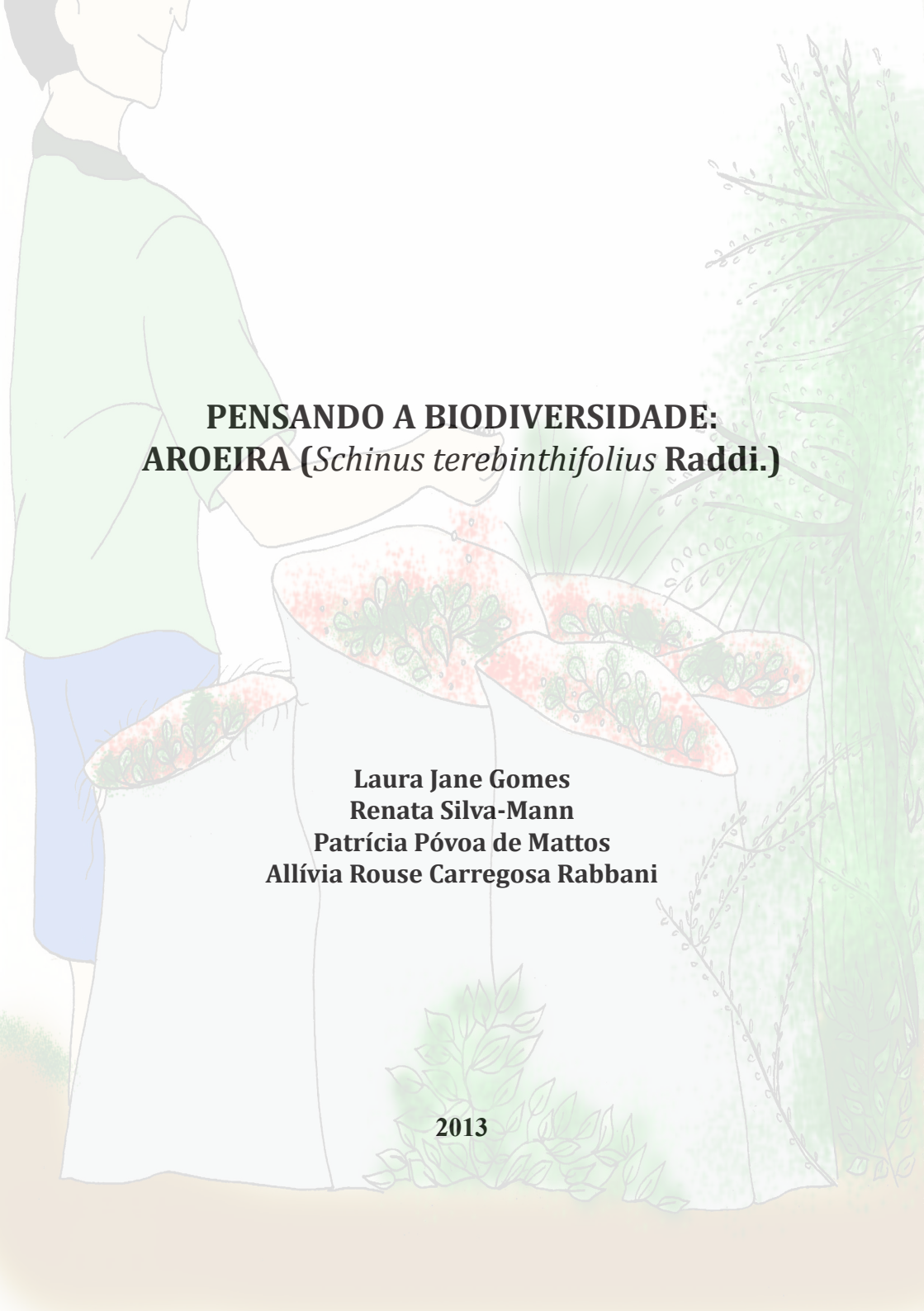
PENSANDO A BIODIVERSIDADE: AROEIRA

(*Schinus terebinthifolius* Raddi)

Laura Jane Gomes
Renata Silva-Mann
Patrícia Póvoa de Mattos
Allívia Rouse Carregosa Rabbani



Editora UFS



PENSANDO A BIODIVERSIDADE: AROEIRA (*Schinus terebinthifolius* Raddi.)

Laura Jane Gomes
Renata Silva-Mann
Patrícia Póvoa de Mattos
Allívia Rouse Carregosa Rabbani

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

REITOR
Angelo Roberto Antoniolli

VICE-REITOR
André Maurício Conceição de Souza

EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

COORDENADOR DO PROGRAMA EDITORIAL
Péricles Morais de Andrade Júnior

COORDENADORA GRÁFICA DA EDITORA UFS
Germana Gonçalves de Araujo

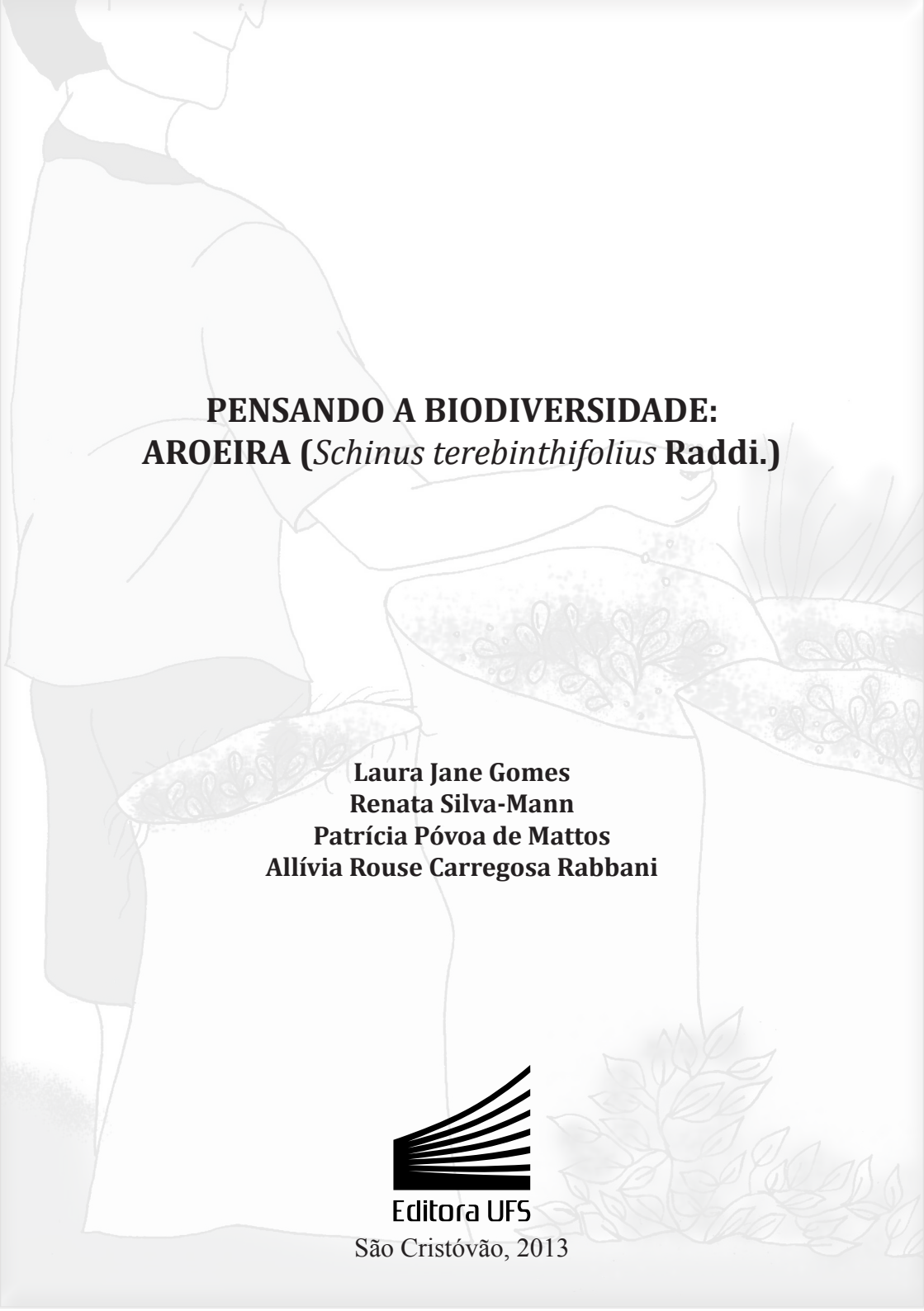
O CONSELHO EDITORIAL DA EDITORA UFS

Adriana Andrade Carvalho
Albérico Nogueira de Queiroz
Ariovaldo Antônio Tadeu Lucas
Dilton Candido Santos Maynard
Eduardo Oliveira Freire
José Raimundo Galvão
Leda Pires Correa
Maria Batista Lima
Maria da Conceição V. Gonçalves
Maria José Nascimento Soares
Pericles Morais de Andrade Júnior
Vera Lúcia Correia Feitosa



Cidade Universitária "Prof. José Aloísio de Campos"
CEP 49.100-000 – São Cristóvão – SE.
Telefone: 2105 – 6922/6923. e-mail: editora@ufs.br
www.ufs.br/editora editoraufs.wordpress.com

Este livro segue as normas do Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990, adotado no Brasil em 2009.



PENSANDO A BIODIVERSIDADE: AROEIRA (*Schinus terebinthifolius* Raddi.)

Laura Jane Gomes
Renata Silva-Mann
Patrícia Póvoa de Mattos
Allívia Rouse Carregosa Rabbani

Editora UFS
São Cristóvão, 2013

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS. Proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou processo, bem como é vedada a memorização e/ou a reprodução total ou parcial em qualquer sistema de processamento de dados e a inclusão de qualquer parte da obra em qualquer programa juscibernético, sem a prévia autorização dos editores. Essas proibições aplicam-se também às características gráficas da obra e a sua editoração.

Capa, Projeto Gráfico e Editoração Eletrônica | A. R. C. Rabbani
Ilustrações da Capa e Rosto | K. D. S. Santos
Revisão | A. M. B. dos Santos

Agradecimentos:

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro, às comunidades envolvidas, aos pesquisadores que participaram da pesquisa e à Universidade Federal de Sergipe pelo apoio científico.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

P418p

Pensando a biodiversidade: aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi.) / Laura Jane Gomes ... [et al.]. – São Cristóvão: Editora UFS, 2013.
372 p.

Disponível em: <www.gruporestauracao.com.br>

ISBN 978-85-7822-348-9
DOI 10.7198/8-857822-349-6-01

1. Aroeira. 2. Biodiversidade. I. Gomes, Laura Jane.

CDU 582.746.66

SUMÁRIO

PREFÁCIO 7

APRESENTAÇÃO 13

SOBRE O QUE ESTAMOS FALANDO? 15
Uma breve apresentação 17
Modelagem e distribuição geográfica 21
Questões pensando a biodiversidade 33

EXTRATIVISMO 35
Importância socioeconômica 37
Cadeia produtiva 55
Questões pensando a biodiversidade 72

MANEJO E CONSERVAÇÃO 73
Inventário populacional 75
Diversidade genética 89
Recuperação de mata ciliar 109
Educação ambiental 135
Questões pensando a biodiversidade 145

DOMESTICAÇÃO 147
Solos de ocorrência 149
Estimativa de crescimento em diâmetro e volume 161
Características da madeira 179
Produção de frutos 199
Avaliação econômica de plantios 207
Manejo fitossanitário 221
Controle de pragas 227
Qualidade de sementes 245
Questões pensando a biodiversidade 259

PIMENTA ROSA E OUTROS PRODUTOS 261
Características nutricionais e físico-químicas 263
Óleo essencial 275
Conservação pós-colheita de frutos 289
Produtos a base de pimenta rosa 303
Patentes 317
Questões pensando a biodiversidade 322

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE 323

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 341

MODELAGEM E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

MARILICE CORDEIRO GARRASTAZU &
PATRÍCIA PÓVOA DE MATTOS

A seleção de locais com potencial de ocorrência de uma espécie nativa constitui um facilitador no entendimento do crescimento da espécie em povoamentos instalados para produção ou recuperação de áreas degradadas.

Apesar do potencial econômico e/ou ambiental de determinada espécie em locais de ocorrência natural ou onde foi introduzida para fins específicos de exploração, a exemplo da *Schinus terebinthifolius*, esta também pode apresentar característica de invasora altamente agressiva em locais com situações ambientais favoráveis, competindo e ocupando o espaço de espécies nativas.

A aplicação de ferramentas de modelagem do potencial de ocorrência da espécie possibilita aos gestores e tomadores de decisão qual estratégia definir para incentivo de ampliação de áreas plantadas, conservação de ambientes ameaçados ou mesmo a restrição de invasão da espécie, por prevenção ou controle, pela delimitação espacial potencial.

O princípio da modelagem assume a existência de uma relação entre a variável dependente (distribuição da espécie) e a combinação das variáveis explicativas (variáveis ambientais) tendo como aplicações a localização de áreas adequadas para plantios ou delimitação de áreas prioritárias para conservação.

Desenvolvendo o estudo da modelagem

Este trabalho foi desenvolvido com duas abordagens: uma de menor detalhamento, mas com ampla distribuição nas Américas, considerando as camadas climáticas com intervalos de 2,5 minutos de arco (aproximadamente 4,6 km^2 de resolução espacial), e outra com maior detalhamento, centralizando a abordagem na região nordeste do Brasil, aplicando camadas climáticas com intervalo de 30 segundos de arco (aproximadamente 1 km^2 de resolução espacial).

As camadas climáticas foram obtidas da base de dados WorldClim (HIJMANS *et al.*, 2005), sendo incluídas para processamento as camadas apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1. Camadas ambientais e climáticas disponibilizadas pelo WorldClim em 2,5 minutos e 30 segundos.

Camadas	Dados
Alt	Altitude
BIO1	Temperatura média anual
BIO2	Amplitude média diurna (Média mensal (temp. máxima – temp. mínima)
BIO3	Isotermalismo (P2/P7) (* 100)
BIO4	Sazonalidade da temperatura (desvio padrão *100)
BIO5	Temperatura máxima do mês mais quente
BIO6	Temperatura mínima do mês mais frio
BIO7	Amplitude da temperatura anual (P5-P6)
BIO8	Temperatura média do quartil mais úmido
BIO9	Temperatura média do quartil mais seco
BIO10	Temperatura média do quartil mais quente
BIO11	Temperatura média do quartil mais frio
BIO12	Precipitação pluviométrica anual
BIO13	Precipitação pluviométrica do mês mais úmido
BIO14	Precipitação pluviométrica do mês mais seco
BIO15	Sazonalidade da precipitação pluviométrica (coeficiente de variação)
BIO16	Precipitação pluviométrica do quartil mais úmido
BIO17	Precipitação pluviométrica do quartil mais seco
BIO18	Precipitação pluviométrica do quartil mais quente
BIO19	Precipitação pluviométrica do quartil mais frio

As coordenadas usadas para modelagem foram obtidas em campanhas de campo ou dos dados disponibilizados pela base do CRIA (Centro de Referência em Informação Ambiental), conforme Tabela 2.

TABELA 2. Origem dos dados usados na modelagem do potencial de ocorrência de *Schinus terebinthifolius* Raddi.

Herbário	Instituição	Nº de dados (Coord.)
CPQBA	Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas Biológicas e Agrícolas da Unicamp	2
ESALQ	Herbário da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz	8
UEL	Herbário da Universidade Estadual de Londrina	3
FURB	Herbário Dr. Roberto Miguel Klein, FURB	24
UFRPE	Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)	1
UEFS	Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS)	17
UMC	Herbário Mogiense, Universidade de Mogi das Cruzes (HUMC)	3
IAC	Instituto Agronômico de Campinas (IAC). s/d, continuamente atualizado. Herbário IAC On-line. http://www.iac.sp.gov.br/herbario	35
INPA	Herbário INPA - Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia	6
IPA	Herbário - IPA Dárdano de Andrade Lima	4
UFPB	Herbário da Universidade Federal da Paraíba	1
IMA	Herbário do Instituto do Meio Ambiente (IMA)	1
MBML	Herbário Museu de Biologia Professor Mello Leitão Santa Teresa - Espírito Santo	18
INEA/Gov RJ	Herbário do Instituto Estadual do Ambiente - RJ	4
FAPESP	Sistema de Informação do Programa Biota/Fapesp	40
IBt	Herbário do Instituto de Botânica de São Paulo	1
USP	Herbário da Universidade de São Paulo	1
IF	Herbário do Instituto Federal, Campus São Roque	11
UNICAMP	Herbário da Universidade Estadual de Campinas	14
Projeto aroeira (CNPq)	Equipes de dendrometria, dendrocronologia e genética (UFS e Embrapa Florestas)	66
TOTAL		260

Distribuição da aroeira em território brasileiro

Os resultados da modelagem com as camadas ambientais de 2,5 minutos possibilitaram observar ampla distribuição de ocorrência potencial de *S. terebinthifolius* no território brasileiro (Figura 1), compatível com os diversos relatos de ocorrência natural, como em Floresta Aluvial, no Paraná (BARDDAL *et al.*, 2004; RUAS *et al.*, 2011; MORO *et al.*, 2001; CARVALHO *et al.*, 2009); no Rio Grande do Sul (BUDKE *et al.*, 2004), em Minas Gerais (SANTOS *et al.*, 1998); em Floresta Ombrófila Mista, no Paraná (KERSTEN; SILVA, 2002; SCHAAF *et al.*, 2006; KOZERA *et al.*, 2006; SELUSNIAKI; ACRA, 2010; WATZLAWICK *et al.*, 2005; LIEBSCH; ACRA, 2004; PEDROSO *et al.*, 2007), em restinga (no Estado do Rio de Janeiro (FONSECA-KRUEL *et al.*, 2009; ASSUMPÇÃO; NASCIMENTO, 2000; AFONSO *et al.*, 2007; PEREIRA Jr. *et al.*, 2007; (CESÁRIO; GAGLIANONE, 2008) no Espírito Santo (ASSIS *et al.*, 2004; FERREIRA *et al.*, 2007; VALADARES *et al.*, 2011), na Bahia (MENEZES *et al.*, 2009) e em São Paulo (MARTINS *et al.*, 2008); em floresta estacional semidecidual, no Estado de São Paulo (RODRIGUES; GALVÃO, 2006; MEIRA NETO *et al.*, 1989), em duna semifixa (ZANELLA *et al.*, 2010) e em restinga (KLEIN *et al.*, 2007), em Santa Catarina; em floresta estacional semidecidual, em Minas Gerais (MARANGON *et al.*, 2003; PINTO SOBRINHO *et al.*, 2009; OLIVEIRA-FILHO; MACHADO, 1993; WERNECK *et al.*, 2000), floresta estacional semidecidual (CAPPELATTI; SCHMITT, 2009; MOCHIUTTI *et al.*, 2008) ou decidual (LONGHI *et al.*, 1999), no Rio Grande do Sul.

É possível observar, as condições favoráveis para o desenvolvimento da espécie no sul dos Estados Unidos da América (Figura 1). A aroeira foi introduzida na Flórida como espécie ornamental, há mais de 100 anos (WILLIAMS *et al.*, 2007). A espécie se adaptou bem às condições ambientais locais e tornou-se uma planta invasora (DONNELLY; WALTERS, 2008), competindo e prejudicando o desenvolvimento de espécies nativas (SPECTOR; PUTZ, 2006), levando vários pesquisadores a buscarem o entendimento da dinâmica dessa espécie (DONNELLY *et al.*, 2008) e abordagens para o seu controle (MANRIQUE *et al.*, 2008, 2009; WILLIAMS *et al.*, 2007; STEVENS; BECKAGE, 2009, 2010).

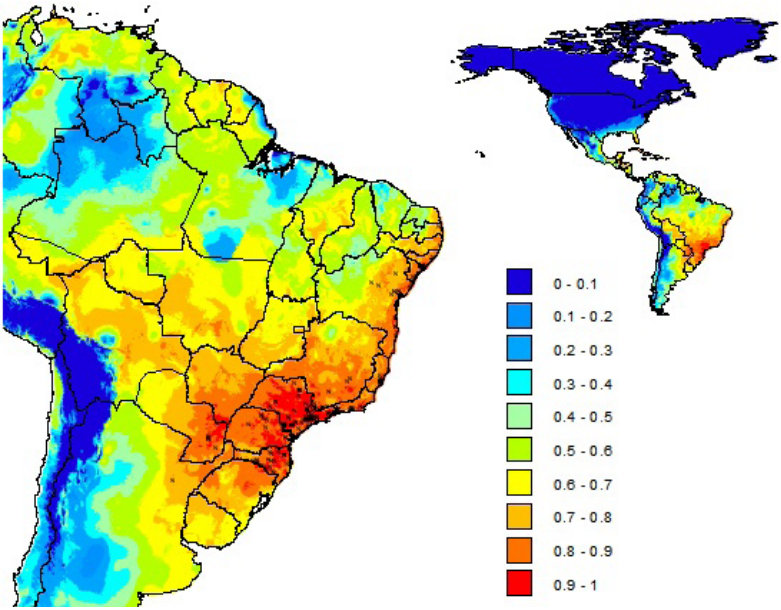


FIGURA 1. Distribuição potencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi., considerando as camadas ambientais, altitude e pontos de ocorrência real da espécie, usando as camadas ambientais de 2,5 minutos.

Distribuição da aroeira no Baixo São Francisco

Quando se observa os resultados para a região nordeste brasileira (Figura 2), nota-se menor percentual do potencial de ocorrência, quando comparado ao apresentado na Figura 1.

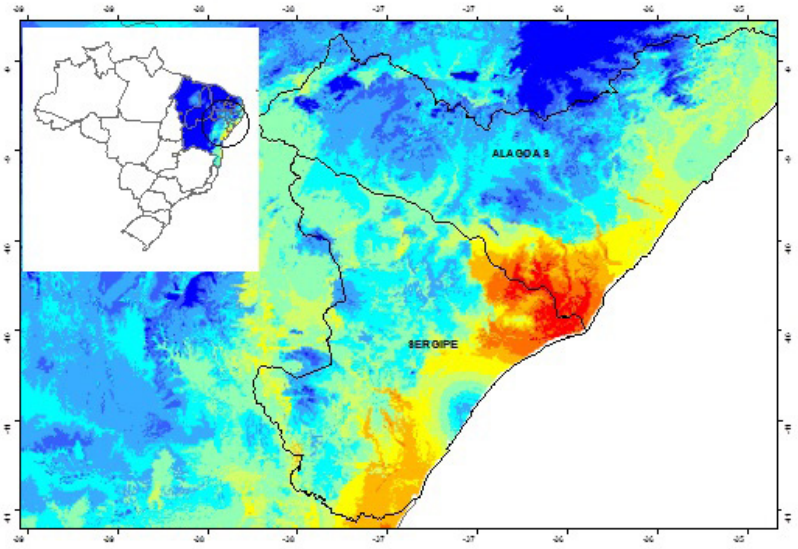


FIGURA 2. Distribuição potencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi., considerando as camadas ambientais, altitude e pontos de ocorrência real da espécie, para os Estados de Sergipe e Alagoas, usando as camadas ambientais de 30 segundos.

A região do baixo São Francisco tem apresentado ocupação e mudança do uso do solo muito rápida, comprometendo a área de ocorrência natural da aroeira, que nos Estados de Sergipe e Alagoas tem seu melhor potencial de ocorrência nas proximidades do leito do rio e em área de ocorrência da Floresta Atlântica entre esses Estados e próximo ao Estado da Bahia.

Ruas *et al.* (2011) testaram mudas provenientes de duas populações de *Schinus terebinthifolius* sob diferentes condições de inundação, além de observarem variação genética moderada entre populações, mas grande variação dentro da população, mostrando a importância de se identificar as diferentes populações e de estabelecer programas de recomposição florestal usando maior variabilidade genética.

Ao se analisar o cálculo da área sobre a curva, o desempenho do modelo foi aceitável (Figura 3). A análise da ROC (cálculo da área sob a curva – AUC) permite avaliar o desempenho do modelo por um único valor, que representa a área sob a curva (AUC).

É obtida plotando-se a sensibilidade no eixo y e o valor 1- especificidade no eixo x. Quanto mais próximo de 1 for a área sob a curva, melhor o desempenho do modelo. O AUC é extensivamente utilizado na literatura de modelagem de distribuição de espécies por medir a habilidade de um modelo para discriminar entre os locais onde uma espécie está presente contra os locais onde ela está ausente.

Com a análise de AUC, torna-se possível verificar, se os pontos previstos para o total de pixels de uma determinada classe estão acima do esperado aleatoriamente (Figura 3). Os valores de AUC variam de 0 a 1 onde 1 indica uma discriminação perfeita e 0,5 indica que o modelo está predizendo ao acaso (FERREIRA, 2009).

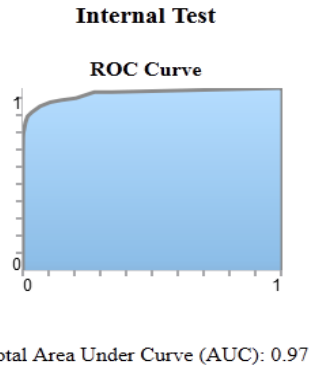


FIGURA 3. Área total sob a curva, representando o desempenho do modelo testado.

Foi feita uma análise da distribuição de remanescentes no Bioma Mata Atlântica, considerando o gradiente do potencial de ocorrência gerado para *S. terebinthifolius* para Sergipe e Alagoas (Figura 4).

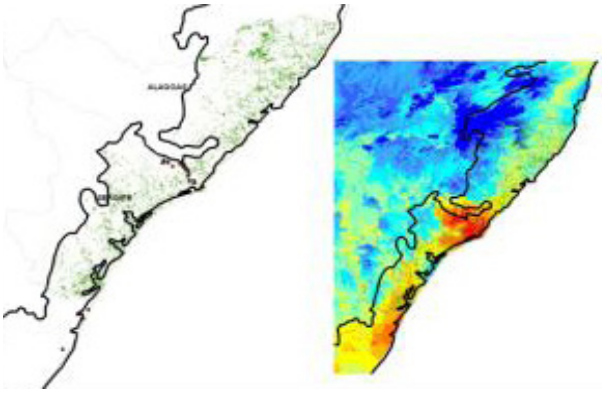


FIGURA 4. Delimitação do Bioma Mata Atlântica nos Estados de Sergipe e Alagoas e remanescentes identificados pelo SOS Mata Atlântica para esses Estados (Fonte: SOS Mata Atlântica, 2010).

Os remanescentes foram classificados considerando o gradiente gerado pelo programa OM, para o potencial de ocorrência da aroeira, no Bioma Mata Atlântica nos Estados de Alagoas e Sergipe, para cada uma das tipologias: mata, restinga e mangue (Tabela 3). Os remanescentes são em média inferiores a 55 hectares, mas com grande número de remanescentes menores.

TABELA 3. Área em mata, mangue e restinga obtida pelo *shape* de remanescentes da Mata Atlântica (Fonte: SOS Mata Atlântica, 2010).

Classe	Cnt	Min	Max	Média	Soma	SD
			Mata			
0,1 - 0,2	125	0,8	2.154,8	53,8	6.721,7	206,3
0,1 - 0,2	325	0,8	1.015,0	29,9	9.726,6	79,1
0,2 - 0,3	757	0,8	326,7	20,1	15.207,3	35,7
0,3 - 0,4	1.489	0,8	799,5	16,0	23.845,3	37,1
0,4 - 0,5	3.043	0,8	1.037,2	18,0	54.670,4	42,5
0,5 - 0,6	2.425	0,8	972,7	18,8	45.547,3	47,4
0,6 - 0,7	1.842	0,8	1.682,1	21,1	38.914,9	67,8
0,7 - 0,8	1.379	0,8	1.050,0	18,0	24.811,6	54,2
0,8 - 0,9	849	0,8	697,2	13,9	11.777,8	40,7
0,9 - 1,0	368	0,8	284,9	12,7	4.683,9	27,9
			Mangue			
0 - 0,1	-	-	-	-	-	-
0,1 - 0,2	-	-	-	-	-	-
0,2 - 0,3	25	0,8	71,2	14,3	356,8	17,3
0,3 - 0,4	68	0,8	204,4	29,7	2.019,1	40,9
0,4 - 0,5	143	0,8	460,8	32,1	4.585,7	57,2
0,5 - 0,6	142	0,8	481,0	37,0	5.252,9	64,3
0,6 - 0,7	112	0,8	342,5	33,0	3.701,3	56,1
0,7 - 0,8	142	0,8	954,9	49,6	7.042,8	96,8
0,8 - 0,9	16	0,8	389,5	51,9	830,9	96,8
0,9 - 1,0	19	1,6	245,9	39,9	757,9	56,0
			Restinga			
0 - 0,1	-	-	-	-	-	-
0,1 - 0,2	-	-	-	-	-	-
0,2 - 0,3	2	11,6	11,6	11,6	23,2	0,0
0,3 - 0,4	1	13,2	13,2	13,2	13,2	0,0
0,4 - 0,5	1	19,3	19,3	19,3	19,3	0,0
0,5 - 0,6	15	0,8	19,4	7,3	110,0	5,5
0,6 - 0,7	29	0,8	106,0	16,3	472,4	23,0
0,7 - 0,8	52	0,8	438,9	21,3	1.109,8	60,8
0,8 - 0,9	99	0,8	107,1	11,3	1.119,3	17,9
0,9 - 1,0	58	0,8	204,9	21,9	1.267,5	34,5

Cnt = Cnt Classe; Min.= Mínimo; Max.= Máximo, Med.= Média área, Soma= Soma área; ha= SD área em hectares

No total, observa-se área reduzida de remanescentes para mangue e restinga, quando comparado à de mata, com potencial de ocorrência de aroeira superior a 50% (Figura 5). Esse mapeamento poderá ser usado como subsídio para a definição de áreas prioritárias visando à conservação dos recursos ainda presentes nesses remanescentes, não apenas de *S.terebinthifolius*, mas para outras espécies florestais de interesse, pela fragilidade presente na manutenção do equilíbrio ambiental em remanescentes com áreas pequenas, em situação de alta fragmentação, como observado para o Bioma Mata Atlântica desses dois Estados.

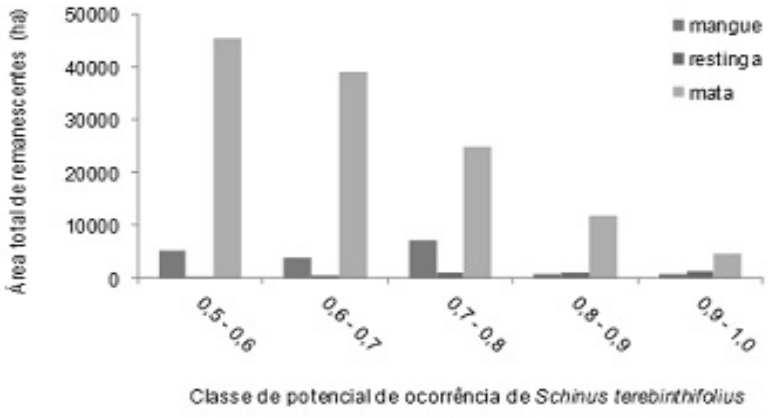


FIGURA 5. Área total dos remanescentes nos Estados de Sergipe e Alagoas, nas tipologias Mangue, Restinga e Mata, considerando o potencial de ocorrência de *Schinus terebinthifolius* Raddi., obtido pelo *OpenModeller*.

O conhecimento do potencial de ocorrência de uma espécie com importância econômica, como a aroeira para o Baixo São Francisco, associado ao conhecimento dos remanescentes florestais facilita à definição de medidas direcionadas ao uso e conservação da espécie.

A ferramenta de modelagem aplicada em ampla escala permite estudos de riscos de espécies invasoras e monitoramento da sua expansão de ocupação, principalmente quando se considera cenários futuros decorrentes dos efeitos de mudanças climáticas.

ISBN 978-85-7822-348-9