

Modelagem de distribuição geográfica potencial de *Erythrina velutina* e *E. mulungu* na região Nordeste

Marilice Cordeiro Garrastazu¹ & Patrícia Póvoa de Mattos²

A descaracterização da vegetação natural e a perda da biodiversidade é uma preocupação atual, com grande demanda de pesquisas para minimizar os impactos observados em diferentes partes do mundo. O Nordeste brasileiro também convive com essa realidade, onde muitos pesquisadores buscam fortalecer o conhecimento com informações básicas sobre a dinâmica florestal em remanescentes florestais ou mesmo buscando alternativas para a recuperação de áreas degradadas (ALMEIDA *et al.*, 2012; 2015; JUNIO *et al.*, 2012; LOPES *et al.*, 2012; RIBEIRO *et al.*, 2013).

A modelagem de distribuição preditiva, voltada para a análise da distribuição geográfica potencial de espécies pode ser útil para fortalecer a base de conhecimento sobre a biologia de espécies, bem como para a formulação de políticas públicas para sua conservação (GIANNINI *et al.*, 2012).

Em estudo de caso com *Schinus terebinthifolius* na região do Baixo São Francisco, Garrastazu & Mattos (2013) associaram a ferramenta de modelagem com o conhecimento dos remanescentes florestais,

¹ Embrapa Florestas; marilice.garrastazu@embrapa.br

² Embrapa Florestas; patricia.mattos@embrapa.br

mostrando pequeno número de remanescentes em áreas com potencial de ocorrência da espécie superior a 50%.

O objetivo deste trabalho foi analisar a área com potencial de ocorrência das espécies *Erythrina velutina* e *E. verna* na região Nordeste do Brasil, associado à análise da vegetação natural remanescente, gerando subsídios para a elaboração de estratégias para o uso e conservação da espécie, seja pelo manejo em áreas naturais remanescentes ou pela indicação de locais com potencial para o plantio da espécie.

Desenvolvendo o estudo da modelagem

Esse trabalho foi desenvolvido considerando as camadas climáticas com intervalo de 30 segundos (equivalendo a pixels de 1 km). As camadas climáticas foram obtidas da base de dados WorldClim (HIJMANS *et al.*, 2005), sendo incluídas para processamento as camadas apresentadas na Tabela 10. Para a modelagem utilizou-se a plataforma OpenModeller e o algoritmo de Distancia Ambiental (Environmental Distance). Para *E. velutina* utilizou-se 396 pontos de ocorrência e para *E. mulungu* (*E. verna*) foram 180 pontos, sendo todos oriundos da base SpeciesLink. A modelagem foi aplicada para todo território nacional e posteriormente realizou-se um recorte para a região Nordeste. Após processamento, foi registrado o uso de 161 coordenadas para *E. velutina* e 74 para *E. mulungu* (*E. verna*).

As coordenadas usadas para a modelagem foram obtidas na base do CRIA (Centro de Referência em Informação Ambiental) (Tabela 11).

Tabela 10. Camadas ambientais e climáticas disponibilizadas por WorldClim (Hijimans,2005)

Camadas	Dados
alt	Altitude
BIO1	Temperatura media anual
BIO2	Amplitude media 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

Tabela 11. Origem dos dados usados na modelagem do potencial de ocorrência de *Erythrina velutina*, *E. verna* e *E. mulungu*.

Coleção	sigla	Instituição	Estado	<i>E. velutina</i>	<i>E. verna</i>	<i>E. mulungu</i>
Herbário do Centro de Pesquisas do Cacau	CEPEC	CEPLAC	Bahia	20	2	
Xiloteca do Trópico Semiárido	HTSAw	CPATSA	Pernambuco	8		
Herbário da Reserva Natural Vale	CVRD	CVRD	Espírito Santo		1	
Herbário Antônio Nonato Marques	BAH	EBDA	Bahia	7		
Herbário da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz	ESA	ESALQ	São Paulo	9	6	
Field Museum of Natural History - Brazilian records	F_Botany_BR	F	Illinois, EUA			1
Fapesp	SinBiota	FAPESP	São Paulo	1		3
Herbário do Jardim Botânico Plantarum	HPL	HPL	São Paulo	1	2	

Continua

Tabela 11. (Continuação) Origem dos dados usados na modelagem do potencial de ocorrência de *Erythrina velutina*, *E. verna* e *E. mulungu*.

Coleção	sigla	Instituição	Estado	<i>E. velutina</i>	<i>E. verna</i>	<i>E. mulungu</i>
Herbário do Instituto Agronômico de Campinas	IAC	IAC	São Paulo	8	3	
Herbário do Estado "Maria Eneyda P. Kaufmann Fidalgo" - Coleção de Fanerógamas	SP	IBt	São Paulo	12	11	
Herbário Dom Bento José Pickel	SPSE	IF	São Paulo	6	7	1
Herbário do Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas	MAC	IMA	Alagoas	6		
Herbário INPA	INPA	INPA	Amazonas	1	2	
Herbário - IPA Dárdano de Andrade Lima	IPA	IPA	Pernambuco	29	1	
Banco de DNA do Jardim Botânico do Rio de Janeiro	RBdna	JBRJ	Rio de Janeiro	30	42	4
Herbário do Museu Botânico Municipal	MBM	MBM	Paraná	6	4	
Herbário Mello Leitão	MBML-Herbario	MBML	Espírito Santo	1	11	

Continua...

Tabela 11. (Continuação) Origem dos dados usados na modelagem do potencial de ocorrência de *Erythrina velutina*, *E. verna* e *E. mulungu*.

Coleção	sigla	Instituição	Estado	<i>E. velutina</i>	<i>E. verna</i>	<i>E. mulungu</i>
Herbário Alarich Rudolf Holger Schultz	HAS	MCN/FZBRS	Rio Grande do Sul	5	1	
Herbário do Museu Nacional	R	MN	Rio de Janeiro	1		
Missouri Botanical Garden - Brazilian records	MOBOT_BR	MOBOT	Missouri, EUA	2	4	
The New York Botanical Garden - Brazilian records	NYBG_BR	NY	NY	14	16	
Herbario da Universidade Estadual de Feira de Santana	HUEFS	UEFS	Bahia	59	6	
Herbário da Universidade Estadual de Londrina	FUEL	UEL	Paraná		1	
Herbário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia	HUESB	UESB	Bahia	1		
Herbário Alexandre Leal Costa	ALCB	UFBA	Bahia	16	1	1
Herbário Prisco Bezerra	EAC	UFC	Ceará	25	1	
Herbário Dárdano de Andrade Lima	MOSS	UFERSA	Rio Grande do Norte	5		
Herbário Central da Universidade Federal do Espírito Santo VIES	VIES	UFES	Espírito S		1	

Continua...

Tabela 11. (Continuação) Origem dos dados usados na modelagem do potencial de ocorrência de *Erythrina velutina*, *E. verna* e *E. mulungu*.

Coleção	sigla	Instituição	Estado	<i>E. velutina</i>	<i>E. verna</i>	<i>E. mulungu</i>
Herbário da Universidade Federal de Goiás	UFG	UFG	Goiás	1	1	
Herbário Leopoldo Krieger	CESJ	UFJF	Minas Gerais	2	1	
Herbário da Universidade Federal de Minas Gerais	BHCB	UFMG	Minas Gerais	4	5	
Herbário da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	CGMS	UFMS	Mato Grosso do Sul	1		
Herbário "Professor José Badini"	OUPR	UFOP	Minas Gerais	2		
Herbário Lauro Pires Xavier	JPB	UFPB	Paraíba	22		
Herbário UFP - Geraldo Mariz	UFP	UFPE	Pernambuco	26		1
Herbário Graziela Barroso	TEPB	UFPI	Piauí	3		
Herbário do Instituto de Ciências Naturais	ICN	UFRGS	Rio Grande do Sul	1	1	
Herbário UFRN	UFRN	UFRN	Rio Grande do Norte	5		
Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho	PEUFR	UFRPE	Pernambuco	17		3

Continua

Tabela 11. (Continuação) Origem dos dados usados na modelagem do potencial de ocorrência de *Erythrina velutina*, *E. verna* e *E. mulungu*.

Coleção	sigla	Instituição	Estado	<i>E. velutina</i>	<i>E. verna</i>	<i>E. mulungu</i>
Herbário da Universidade Federal de Roraima	UFRR	UFRR	Roraima	1		
Herbário da Universidade Federal de Sergipe	ASE	UFS	Sergipe	16		
Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Santa Catarina	FLOR	UFSC	Santa Catarina	1		
Herbarium Uberlandense	HUFU	UFU	Minas Gerais		1	3
Herbário da Universidade de Brasília	UB	UnB	Distrito Federal	8	8	4
Herbário da Universidade Estadual de Campinas	UEC	UNICAMP	São Paulo	11	15	
Herbário Rondoniense	RON	UNIR	Rondônia	1		
Herbário da Universidade de Tocantins	HUTO	UNITINS	Tocantins			2
Xiloteca do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo	SPFw	USP	São Paulo		2	
Herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Campo Mourão	HCF	UTFPR	Paraná	1		

Foram utilizadas operações matemáticas (álgebra de mapas) entre camadas para recorte dos fragmentos com o limite da região NE. Após realizou-se, no *Raster Calculator*, a multiplicação dos fragmentos (valor 1) com o resultado da modelagem com valores de predição de 0-100

Quantificação sobre fragmentos de vegetação nativa

A informação de fragmentos florestais para a região Nordeste foi elaborada a partir do mapeamento Global de Florestas - *GLOBAL FOREST CHANGE* (HANSEN, 2013). Este mapeamento é resultado da análise temporal de imagens Landsat para a caracterização da extensão e das mudanças florestais globais de 2000 a 2013 com resolução de 30 m. Foi utilizada a camada *treecover2000* que se refere à cobertura arbórea para a vegetação com mais de 5 m em altura e apresenta em cada pixel um valor entre 0 e 100, representando o percentual de cobertura em dado pixel no ano base de 2000.

Este mapeamento está disponível em recortes (tiles) de $10^0 \times 10^0$.

Para cobrir a Região Nordeste foi realizado *download* de quatro arquivos (tiles):

Hansen_GFC2013_treecover2000_10S_40W, Hansen_GFC2013_treecover2000_10S_50W, Hansen_GFC2013_treecover2000_00N_40W, Hansen_GFC2013_treecover2000_00N_50W.

Foi considerado fragmento florestal os valores superiores a 50% de cobertura de copa. No SIG (Sistema de Informações Geográficas) utilizou-se a ferramenta Reclassify onde valores abaixo de 50 foram reclassificados como 0 e acima como 1. Os valores de ocorrência potencial foram agrupados em classes com intervalo de valores 10 em 10 e posteriormente fez-se a sumarização dos valores para áreas nos fragmentos para cada classe exportando os resultados em formato de tabela.

Resultados

O potencial de ocorrência de *E. velutina* e *E. mulungu* (*E. verna*) em território brasileiro estão apresentados nas figuras 23 e 24, respectivamente. Observa-se que as características ambientais consideradas na modelagem (clima e altitude) indicam grande potencial de ocorrência de *E. velutina* na região nordeste brasileira, com menor ocorrência para *E. mulungu* (*E. verna*).

Os testes externos, que equivalem a validação dos modelos apresentaram satisfatórios de acuracia e área sobre a curva (AUC) para *E. mulungu* (*E. verna*) (acuracia = 78,8 e AUC = 0,82) e para *E. velutina* (acuracia = 91,3 e AUC = 0,89).

Os fragmentos florestais espacializados estão apresentados na figura 25.

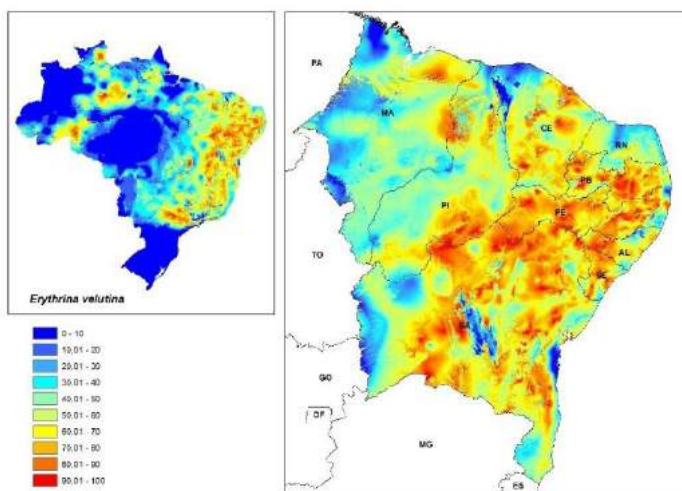


Figura 23. Potencial de ocorrência de *Erythrina velutina* em território brasileiro, com destaque para a região Nordeste. Gradiente de potencial de ocorrência variando de 0 a 100%.

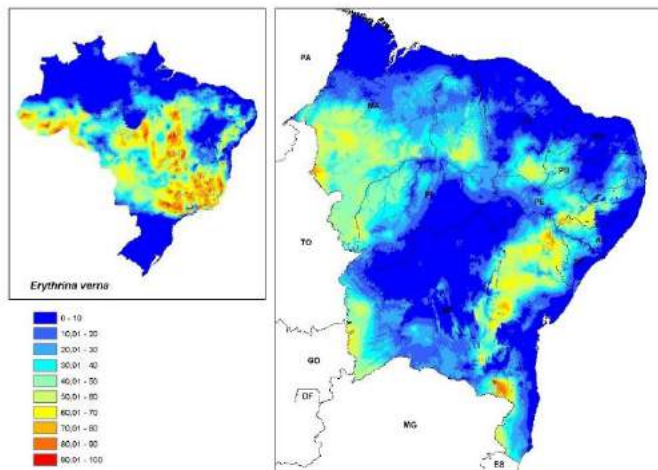


Figura 24. Potencial de ocorrência de *Erythrina mulungu* (*E. verna*) em território brasileiro, com destaque para a região Nordeste. Gradiente de potencial de ocorrência variando de 0 a 100%.

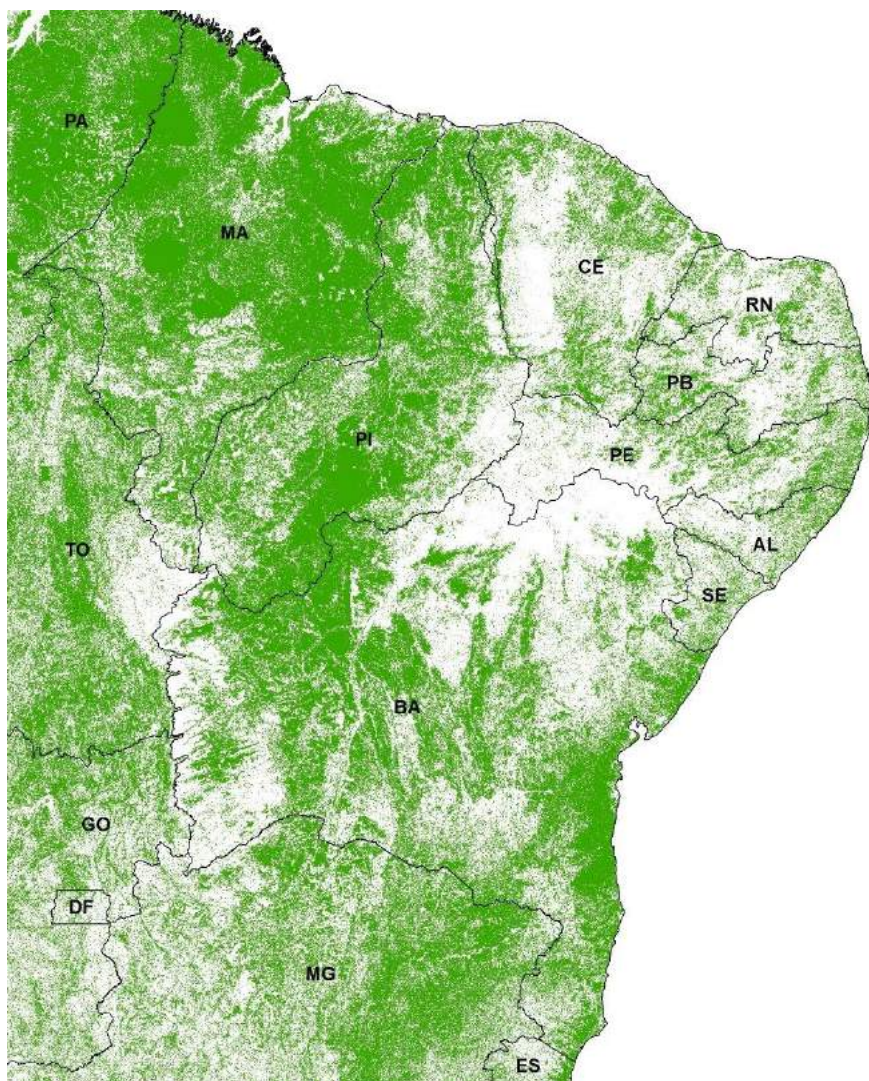


Figura 25. Reclassificação de cobertura florestal, para a região Nordeste do Brasil, realizada com camada treecover de 2000.

A partir dos resultados obtidos por modelagem, estes foram analisados, associado a aos remanescentes florestais (Figura 23),

resultando nas predições apresentadas na figura 26 (para *E. velutina*) e figura 27 (*E. mulungu* e *E. verna*). Observa-se indicativo de grande fragilidade para as duas espécies, em função da fragmentação da vegetação natural. O cálculo de área de remanescentes em função do potencial de ocorrência das espécies (Tabela 12) observa-se a severidade da fragmentação para as espécies, com apenas 15% de área na região Nordeste com potencial superior a 50% para *E. velutina* e 2% para *E. mulungu*.

A análise do potencial de ocorrência de *E. velutina* a partir da literatura disponível (Figura 28), indica que muitos indivíduos foram registrados em região com potencial de ocorrência superior a 80%.

Foram registradas árvores de *Erythrina velutina* no extrato superior, em 22,6% de pomares domésticos estudados no município de Alagoinhas, PE (ALBUQUERQUE *et al.*, 2005); considerada como parte da vegetação predominante na região de Soledade, PB, com informação de usos diversos pela população local (LUCENA *et al.*, 2012), ao longo de rios e riachos na bacia do rio Taperoá, PB (Lacerda *et al.*, 2007), em Cariris Velhos, PB (MARTINS *et al.*, 2003), Cabaceiras e Boa Vista, PB (LEITE & MACHADO, 2010), em Mirandiba, PE (MELO *et al.*, 2010) e Boa Nova, Lagoas e Santo Estevão, BA (PEREIRA *et al.*, 2014). *Erythrina velutina* se encontra em estado de raridade em regiões do Estado de Sergipe Golçalves *et*

al. (2014), apesar de ter sido verificada como área grande potencial de ocorrência.

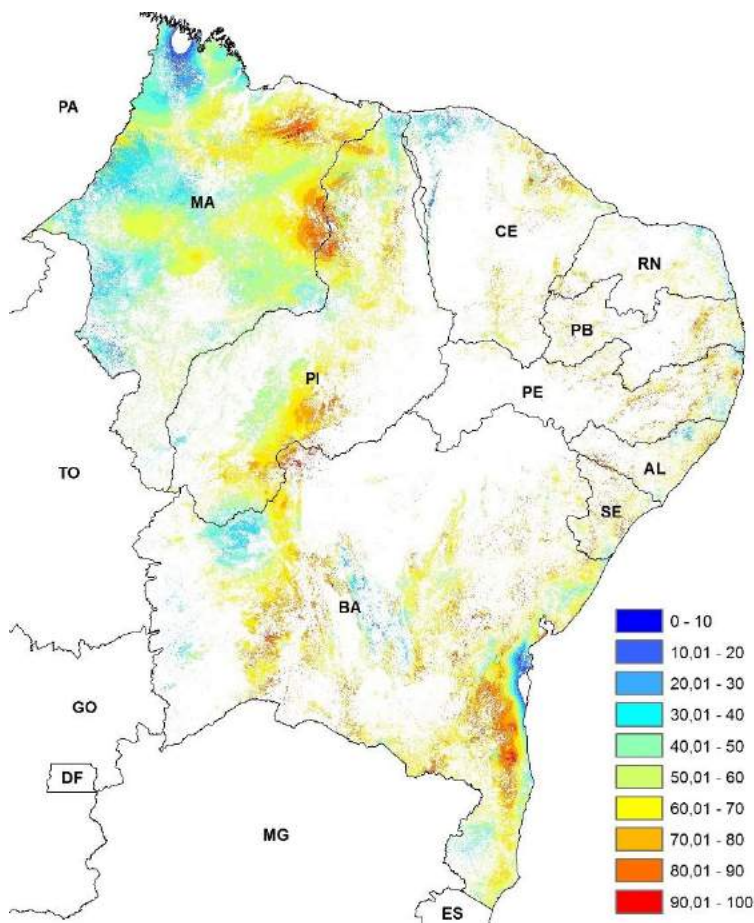


Figura 26. Resultado da modelagem de potencial de ocorrência da *Erythrina velutina* Willd. sobre a camada dos fragmentos florestais

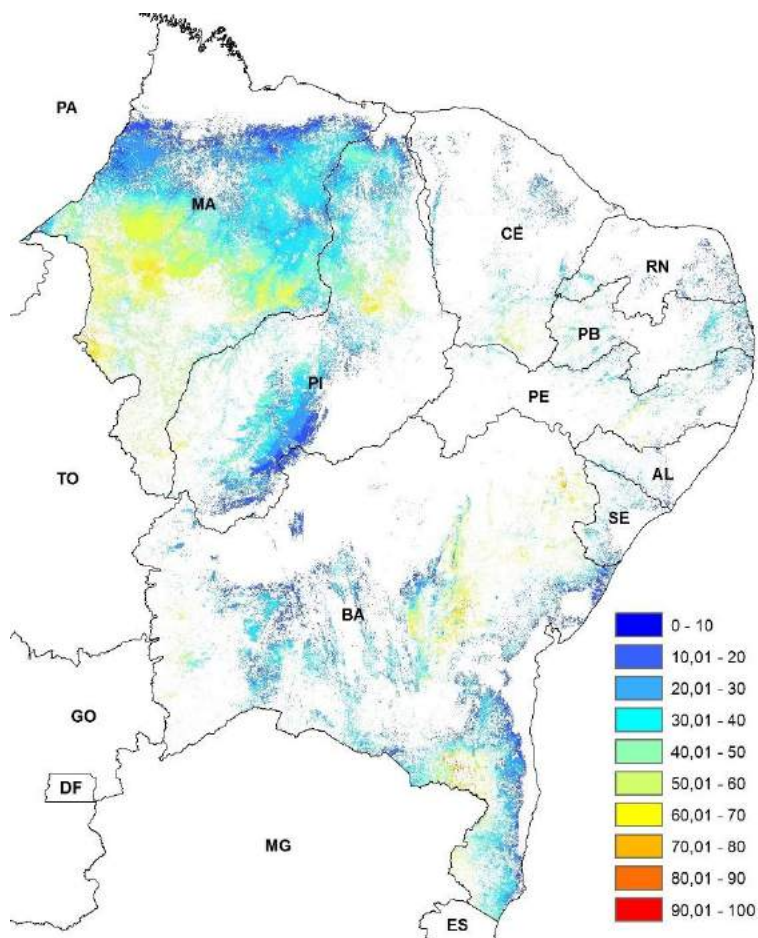


Figura 27. Resultado da modelagem de potencial de ocorrência da *Erythrina mulungu* (*E. verna*) sobre a camada dos fragmentos florestais

Tabela 12. Área de remanescentes florestais na região Nordeste do Brasil, calculadas a partir da reclassificação com imagem treecover 2000.

Amplitude potencial de ocorrência da espécie	<i>E. velutina</i>		<i>E. mulungu</i> (<i>E. verna</i>)	
	ha x 1.000	%	ha x 1.000	%
0,001000001 - 10	263,9	0,18	4.540,1	3,06
10,00000001 - 20	680,5	0,46	6.718,1	4,53
20,00000001 - 30	2.184,3	1,47	7.211,4	4,86
30,00000001 - 40	4.699,4	3,17	4.472,9	3,02
40,00000001 - 50	8.589,2	5,79	4.208,8	2,84
50,00000001 - 60	9.159,6	6,18	2.690,5	1,81
60,00000001 - 70	7.430,1	5,01	505,1	0,34
70,00000001 - 80	4.166,5	2,81	96,1	0,06
80,00000001 - 90	1.806,6	1,22	23,2	0,02
90,00000001 - 100	235	0,16	1,5	0,00

No Rio Grande do Norte (Figura 28), em levantamento realizado em região com influência de rios da região Apodi-Mossoró, observa-se um gradiente de menor potencial de ocorrência, na região litorânea, próximo a Mossoró com aumento crescente, até próximo da divisa com o estado da Paraíba, na região de Riacho de Santana (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

O conhecimento do potencial de ocorrência da espécie pode subsidiar o planejamento de novos plantios, para a escolha de locais para a coleta de sementes ou para implantação em campo. Como exemplo, podemos inferir que os experimentos com plantio de *E. velutina* avaliando competição com *Prosopis juliflora*, em Petrolina (Nascimento *et al.*, 2014) e produção de biomassa, em Serra

Talhada, PE (BARBOSA *et al.*, 2013), foram instalados em regiões com alto potencial ambiental de ocorrência da espécie (Figura 28).

No entanto, apesar do bom desempenho das mudas em experimento conduzido na região de Mossoró, com aplicação de adubo orgânico e sombreamento (SANTOS & COELHO, 2013), observa-se pela figura 1 que essa região apresenta maior representatividade de áreas com baixo potencial, o que pode acarretar desenvolvimento insatisfatório em campo. Cabe destacar que essa observação não exclui micro sítios com potencial de ocorrência que possibilitem crescimento satisfatório, pois a escala aplicada para a modelagem considerou camadas ambientais com pixel com cerca de 1 km², mas é útil para alertar os técnicos de difusão em analisar as características ambientais antes de indicarem novos plantios nessa região.

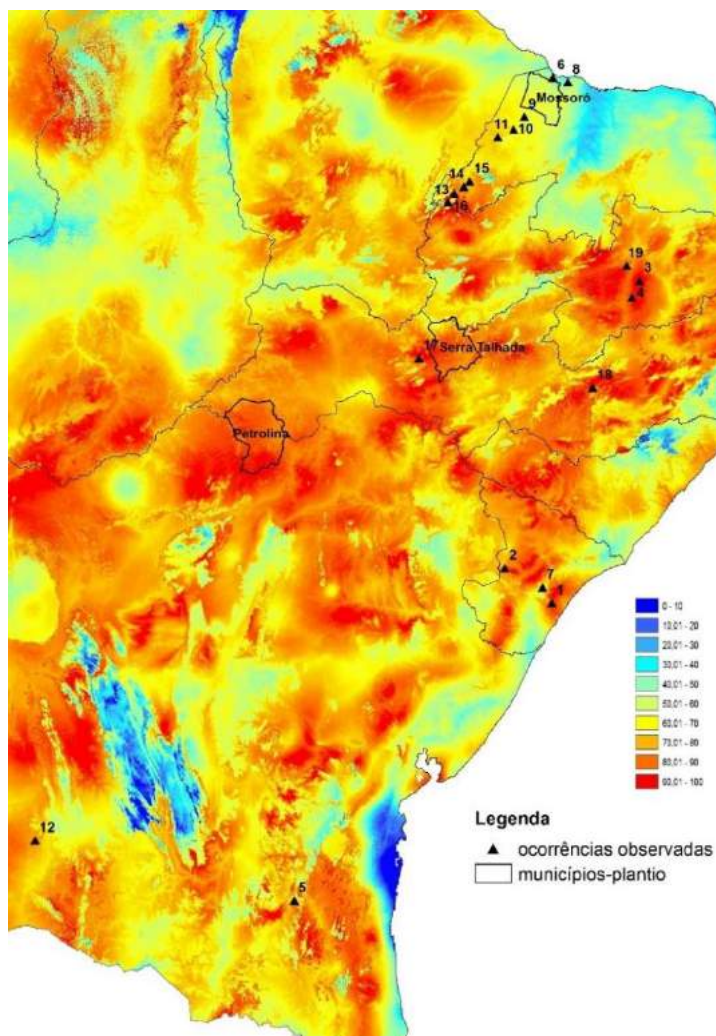


Figura 28. Locais de coleta identificados nos municípios numerados: 1- São Cristovão, 2- Pinhão, 3- Boa Vista, 4- Cabaceiras, 5- Boa Nova, 6- Grossos, 7 e 8- Areia Branca, 9- Governador Dix-Sept Rosado, 10- Felipe Guerra, 11- Apodi, 12 e 13- Riacho de Santana, 14- Rafael Fernandes, 15- Pau dos Ferros, 16- Luís Gomes, 17- Mirandiba, 18- Alagoinha, 19- Soledade. Plantios localizados nos municípios de Mossoró, Serra Talhada e Petrolina.