



Manual para recuperação de áreas degradadas por extração de piçarra na Caatinga

Editores técnicos:
Alexander Silva de Resende
Guilherme Montandon Chaer



UNIVERSIDADE FEDERAL
UFERSA
RURAL DO SEMI-ÁRIDO

BR
PETROBRAS

Embrapa

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agrobiologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Petrobras
Ministério das Minas e Energia
Universidade Federal Rural do Semiárido

Manual para recuperação de áreas degradadas por extração de piçarra na Caatinga

Alexander Silva de Resende
Guilherme Montandon Chaer
Editores Técnicos

Embrapa Agrobiologia
Seropédica, RJ
2010

Manual para recuperação de áreas degradadas por extração de piçarra na Caatinga

Editores técnicos: Alexander Silva de Resende e Guilherme Montandon Chaer

Diagramação e Editoração: Felipe Ilário Muruci – FIM Design

Fotografias: Alexander Silva de Resende, Cid Rodrigo Cavalcanti de Azevedo, José Erivaldo Araújo e Guilherme Montandon Chaer

1a edição

1a impressão (2010): 300 exemplares

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP - Brasil)
Embrapa Agrobiologia.

M294 MANUAL para recuperação de áreas degradadas por extração de piçarra na Caatinga.
Editores: Alexander Silva de Resende e Guilherme Montandon Chaer.
Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2010.

78 p.

ISBN: 978-85-85921-12-5

1.Caatinga. 2. Reflorestamento. 3. Recuperação ambiental. 4. Manual.
I. Resende, Alexander Silva de. II. Chaer, Guilherme Montandon. III. Título.
IV. Embrapa Agrobiologia. V. Petrobras. VI. Universidade Federal Rural do Semiárido.

CDD 634.956

Manual para
recuperação
de áreas degradadas
por extração de piçarra
na Caatinga

Alessandro de Paula Silva

Engenheiro florestal pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), aluno de mestrado do curso de Agronomia (Ciências do Solo) da UFRRJ.

Alexander Silva de Resende

Doutor em agronomia (Ciências do Solo) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pesquisador em recuperação de áreas degradadas da Embrapa Agrobiologia.

Bárbara Prates Carpeggiani

Bióloga pela Universidade Federal de Santa Catarina, analista ambiental da Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS).

Carlos Abraham de Knegt Miranda

Mestre em ecologia, conservação e manejo de vida silvestre pela Universidade Federal de Minas Gerais, analista ambiental da Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS).

Cid Rodrigo Cavalcanti de Azevedo

Técnico em agropecuária pelo Colégio Agrícola de Jundiá (RN), prestador de serviços à Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS).

Eduardo Francia Carneiro Campello

Doutor em ciência florestal pela Universidade Federal de Viçosa, pesquisador em recuperação de áreas degradadas da Embrapa Agrobiologia.

Guilherme Montandon Chaer

Doutor em ciência do solo pela Oregon State University, pesquisador em qualidade do solo da Embrapa Agrobiologia.

José Erivaldo Araújo

Bacharel em agronomia pela Escola Superior de Agricultura de Mossoró, atual Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), especialista em Áreas Degradadas pela Universidade de Tottori – Japão, pesquisador da UFERSA..

Khadidja Dantas Rocha de Lima

Bacharel em agronomia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), aluna de mestrado do curso de Agronomia pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da mesma universidade.

Embora ainda não divulgado de forma sistemática na mídia, a Caatinga é um dos biomas brasileiros mais ameaçados. Diferente do que ocorreu na Mata Atlântica e ocorre atualmente no Cerrado e na Amazônia, a ameaça não vem de grandes proprietários rurais que promovem a derrubada de árvores para explorar comercialmente a madeira e para introduzir atividades agropecuárias. A grande ameaça à Caatinga vem do forte consumo de lenha proveniente do corte de sua vegetação nativa. Essa lenha é a base da matriz energética de propriedades rurais de base familiar e de indústrias de pequeno porte da região. Com a retirada da vegetação, intensificam-se os processos de erosão do solo, podendo, em muitos casos, levar à desertificação dessas áreas. O problema é acentuado pela falta de estímulo a programas de fomento florestal na região, que poderiam ajudar a minimizar o impacto do corte da vegetação nativa com a finalidade de produção de lenha.

Apesar do quadro atual negativo, algumas iniciativas têm refletido a preocupação com a degradação da Caatinga. Em 09 de Maio de 2007, a PETROBRAS (Unidade de Operação de Exploração e Produção do Rio Grande do Norte e Ceará - UO-RNCE), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa - unidade Agrobiologia, Seropédica, RJ), a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA, Mossoró, RN), e a Fundação Guimarães Duque (FGD, Mossoró, RN) celebraram o Termo de Cooperação Técnica nº 2500.0029564.07.4, para a efetuação de um projeto visando o desenvolvimento de tecnologias para a recuperação de áreas degradadas pela extração de piçarra, material mineral bastante demandado para compor embasamentos na construção civil e, especificamente, na construção de bases e acessos para a produção de petróleo em terra, uma das principais atividades econômicas do Estado do Rio Grande do Norte.

Os principais resultados práticos deste projeto são apresentados nesse manual, que objetiva apoiar ações de recuperação ambiental nesse bioma. O manual foi dividido em quatro capítulos. O primeiro faz uma abordagem sobre os principais aspectos geofisiográficos do bioma Caatinga e de aspectos relacionados à sua degradação. O segundo capítulo aborda em

detalhes, todo o processo de produção de mudas de espécies florestais com potencial de uso na revegetação de áreas degradadas na Caatinga. Na sequência, são abordados aspectos práticos para a recuperação de jazidas de extração de piçarra, incluindo o ordenamento e preparação da área, a aplicação de solo superficial e o plantio de mudas. No quarto e último capítulo são relatados os principais resultados de um estudo piloto o qual avaliou, em seis jazidas de piçarra com características distintas, a adaptação e o desenvolvimento de diferentes espécies arbóreas e a adequação da aplicação de solo superficial como possível acelerador do processo de recuperação ambiental dessas áreas.

Este material é fruto da experiência da Embrapa em recuperação de áreas degradadas no País, mas principalmente das informações e adaptações obtidas no termo de cooperação em questão com a PETROBRAS, UFRSA e FGD, que permitiram o conhecimento da realidade local e do substrato em questão. É certo que estudos adicionais são necessários para aperfeiçoamento das tecnologias, seleção de novas espécies vegetais, etc., mas a equipe está segura de que, com o nível de conhecimento atual, já é possível recuperar a Caatinga com espécies predominantemente nativas da flora desse bioma, com boa probabilidade de sucesso, em áreas donde se extraiu piçarra. Dessa maneira, o manual aqui apresentado consiste em um balizador para o sucesso da recuperação de áreas da Caatinga degradadas pela extração de piçarra.

Biografia dos Autores.....	i
-----------------------------------	----------

Prefácio.....	iii
----------------------	------------

Capítulo 01 O Bioma Caatinga.....01

Introdução.....	02
Clima da Caatinga.....	05
Solos da Caatinga.....	06
Vegetação da Caatinga: unidades, tipologias e suas abrangências.....	08
Degradação da Caatinga.....	12

Capítulo 02 Produção e qualidade de mudas de espécies florestais.....13

Coleta de Sementes.....	15
Beneficiamento e armazenamento de sementes.....	15
Embalagens para o armazenamento de sementes.....	16
Dormência das sementes.....	17
Viveiro de mudas.....	20
Substratos para plantio das mudas.....	21
Recipientes para produção de mudas.....	23
Inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos.....	23
Plantio, desbaste, repicagem, irrigação, adubação de cobertura e rustificação.....	25
Características desejáveis nas mudas.....	28
Encaminhamento das mudas para plantio.....	28

Capítulo 03	Plantio de espécies florestais em jazidas de extração de piçarra.....	29
	Ordenamento da paisagem.....	31
	Adição de solo superficial.....	32
	Estratégias para recuperação das jazidas.....	37
	Escolha das espécies e densidade de plantio.....	39
	Cercamento da área e combate a formigas.....	41
	Marcação das covas.....	41
	Coveamento.....	42
	Adubação.....	43
	Transporte das mudas e distribuição das espécies no campo....	44
	Plantio.....	46
	Manutenção das áreas implantadas.....	47
	Combate a formigas cortadeiras após o plantio.....	47
	Roçadas pós-plantio	48
	Coroamento.....	48
	Adubação de cobertura.....	48
	Insumos, produtividade esperada e EPIs necessários para o plantio de áreas de extração de piçarra.....	49

Capítulo 04	Avaliação do desenvolvimento de espécies arbóreas em jazidas de extração de piçarra.....	51
	Descrição do experimento.....	52
	Avaliações realizadas.....	56
	Crescimento e sobrevivência das espécies arbóreas aos 22 meses após o plantio.....	57
	Jazida ZJ-111-2.....	59
	Jazida DJ-118-1.....	59
	Jazida SJ-155.....	60
	Jazida AJ-111-1.....	61
	Jazida FJ-072.....	61
	Jazida HJ-123.....	63
	Diâmetro da copa das árvores.....	65
	Considerações Finais	68
	Agradecimentos.....	69
	Bibliografia.....	69
	Anexos.....	71
	Glossário.....	75

Área de extração de piçarra na Caatinga em processo de recuperação



O Bioma Caatinga

Autor:
Alessandro de Paula Silva



1 O Bioma Caatinga



Introdução

O termo “Caatinga” tem sua origem do Tupi-guarani que significa **“Mata Branca”**, o qual descreve o aspecto de sua vegetação na estação seca, período em que a mesma perde as folhas deixando à mostra seus troncos esbranquiçados (Prado, 2003).

A Caatinga é caracterizada como um complexo vegetacional onde os tipos de vegetação dominantes são constituídos de arbustos e árvores, os quais **são decíduos durante o período de seca e frequentemente providos de espinhos e /ou acúleos**. Há ainda a presença de cactáceas, bromeliáceas e de plantas herbáceas. Essas plantas herbáceas só vegetam ao longo dos períodos chuvosos, do mesmo modo que as gramíneas, o que acarreta em quadros clássicos de falta de alimento para os animais de produção na região. As plantas suculentas, que vão além de cactos, são também características da região. Em consequência dos distintos habitats deste bioma, é comum a variação das formas de vida, levando uma mesma espécie a apresentar portes variados em função das condições locais (Rizzini, 1997).

Prado (2003) cita algumas das espécies lenhosas mais típicas da Caatinga, tais como:



Amburana cearensis (Fr.All.) A.C. Smith, (“imburana de cheiro”, Fabaceae – Papilionoideae); *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altschul (“angico”, Fabaceae – Mimosoideae); *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (“pau-pereiro”, Apocynaceae); *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (“catingueira”, Fabaceae- Caesalpinioideae); *Cnidoscolus phyllacanthus* (Müll. Arg.) Pax & Hoffm. (“faveleira”, Euphorbiaceae); *Commiphora leptophloeos* (Mart.) Gillet (“imburana”, Burseraceae, também conhecida como *Bursera leptophloeos* Mart.); várias espécies de *Croton* (“marmeleiros” e “velames”, Euphorbiaceae) e de *Mimosa* (“calumbies” e “juremas”, Fabaceae-Mimosoideae); *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., (“aroeira”, Anacardiaceae), *Schinopsis brasiliensis* Engler (“baraúna”, Anacardiaceae), e *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex A. DC.) Standley (“pau d'arco roxo”, Bignoniaceae). Algumas espécies se adaptaram frente à escassez hídrica como é o caso da *Spondias tuberosa* Arruda (“umbú”, Anacardiaceae), as “barrigudas” *Cavanillesia arborea* Schum. e *Ceiba glaziovii* (Kuntze) Schum. (Bombacaceae), *Jacaratia* sp. (Caricaceae), *Manihot* spp. (“maniçobas”, Euphorbiaceae) e *Luetzelburgia auriculata* (Fr. All.) Ducke (“pau-mocó”, Fabaceae-Papilionoideae). O grupo das herbáceas é representado pelas famílias das Poaceae, Malvaceae e Portulacaceae. Segundo Rizzini (1997), a gramínea mais comum na Caatinga é o capim-panasco (*Aristida setifolia*), o qual é dominante nas clareiras.

Ocupando uma área aproximada de 845 mil km², cerca de 10 % do território nacional, a **Caatinga abrange nove estados**, cobrindo a maior parte do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e a parte nordeste de Minas Gerais, no vale do Jequitinhonha (Figura 1) (Leal *et al.*, 2005).

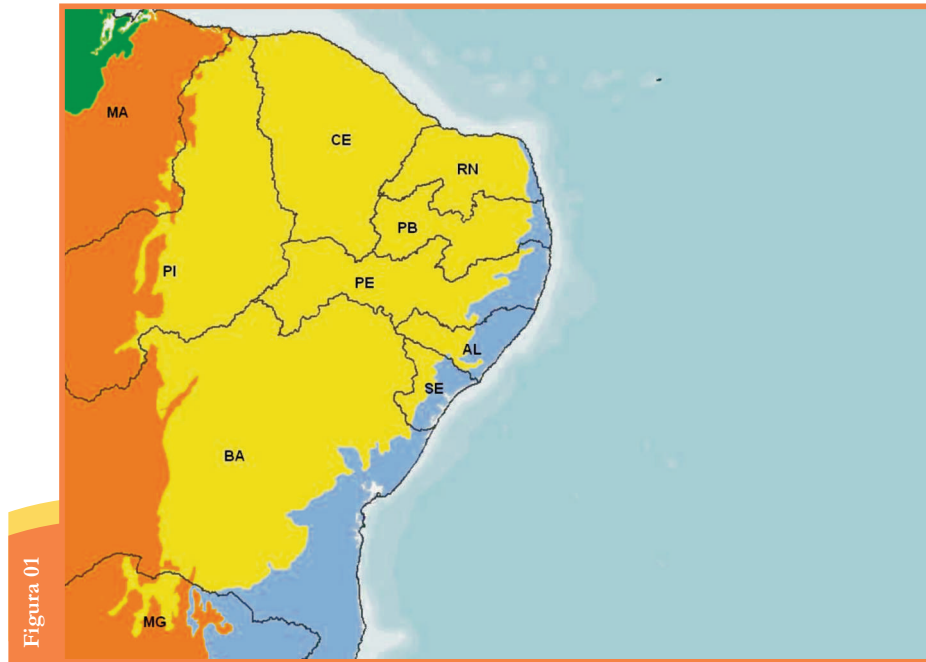


Figura 01

Delimitação do bioma Caatinga - área coberta pela cor amarela (IBGE, 2004 - Fonte: MMA, 2010).

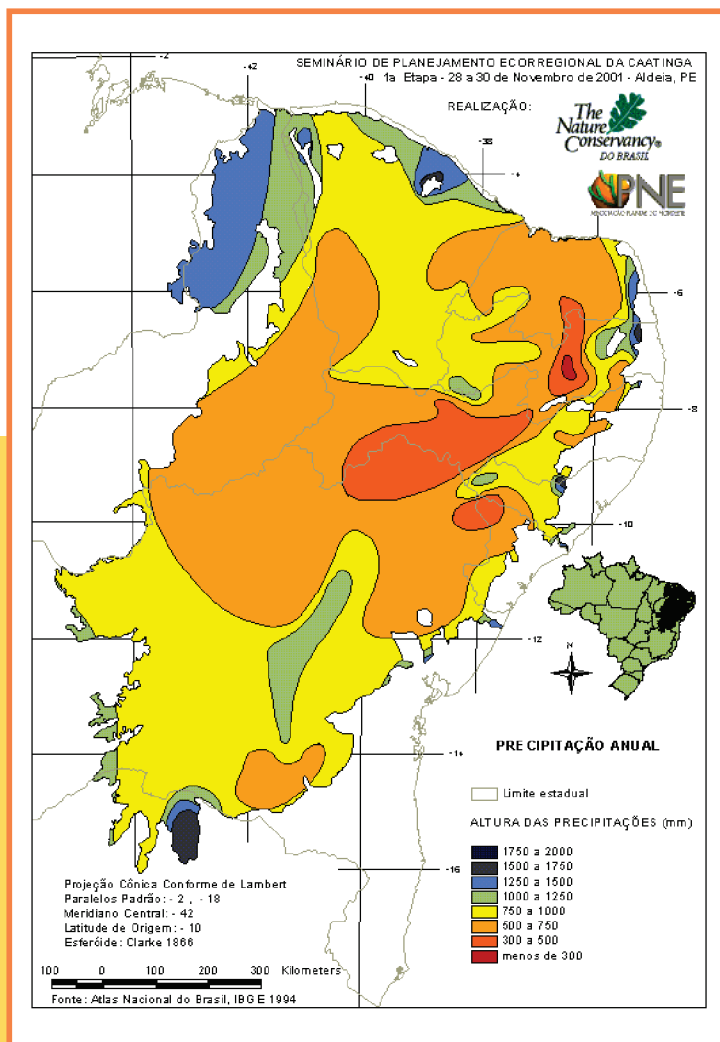
A Caatinga teve por muito tempo a sua imagem vista de forma errônea, sendo caracterizada como um bioma homogêneo, pouco degradado e provido de poucas espécies endêmicas e baixa biodiversidade. Atualmente, sabe-se que a **interferência humana na Caatinga tem levado à perda de espécies da fauna e flora brasileira**. De acordo com Trigueiro *et al.* (2009) a paisagem natural deste bioma praticamente tem perdido suas características geoecológicas em decorrência da ocupação humana e de suas atividades socioeconômicas. Em função disso, a Caatinga tornou-se hoje um dos biomas brasileiros mais alterados pelas atividades antrópicas. Tais

alterações são resultantes principalmente da exploração de madeira para combustível e da substituição da vegetação nativa por cultivos que utilizam, na maioria dos casos, práticas de manejo inapropriadas. Tal situação tem levado a um aumento do número de áreas em processo de desertificação (MMA/SBF, 2002), processo no qual o solo perde toda a sua capacidade de suportar e manter a vegetação.

Clima da Caatinga

O clima da Caatinga é **caracterizado por uma longa estação seca, com chuvas irregulares e torrenciais** (Rizzini, 1997). Neste clima quente e semiárido a pluviosidade tende a ser menor que 1000 mm anuais, com as chuvas concentradas em um período de três a seis meses (Figura 2). A maior incidência de seca está ao norte do Rio São Francisco (Velloso *et al.*, 2002). A evaporação potencial é alta, girando em torno de 1500 a 2000 mm anuais (clima BSh – classificação de Köppen).

Segundo Reis (1976), citado por Prado (2003), a Caatinga apresenta características extremas quando comparada aos demais biomas brasileiros como a mais baixa precipitação anual (a qual também é a mais irregular), as mais altas temperatura média anual, evapotranspiração potencial e radiação solar, e a mais baixa taxa de umidade relativa.



Pluviosidade na Caatinga.
(Fonte: Velloso *et al.*, 2002).

Solos e Ecorregiões da Caatinga

O bioma Caatinga apresenta uma **gama complexa de tipos de solo, indo desde solos rasos e pedregosos até solos arenosos e profundos**, os quais, juntamente com a disponibilidade hídrica, irão definir os diferentes tipos de vegetação, desde a cactácea à Caatinga de arcaia (Velloso *et al.*, 2002). Os tipos de vegetação serão abordados em maior detalhe mais à frente no texto.

A origem geomorfológica e geológica da Caatinga resultou em vários mosaicos de solos complexos com características variadas mesmo dentro de pequenas distâncias (Sampaio, 1995 *apud* Prado, 2003). Numa proposta de divisão em ecorregiões para a Caatinga, Velloso *et al* (2002) dividiram o bioma em oito **ecorregiões**, com características ambientais similares, dentre as quais se inclui o tipo de solo (Figura 3).

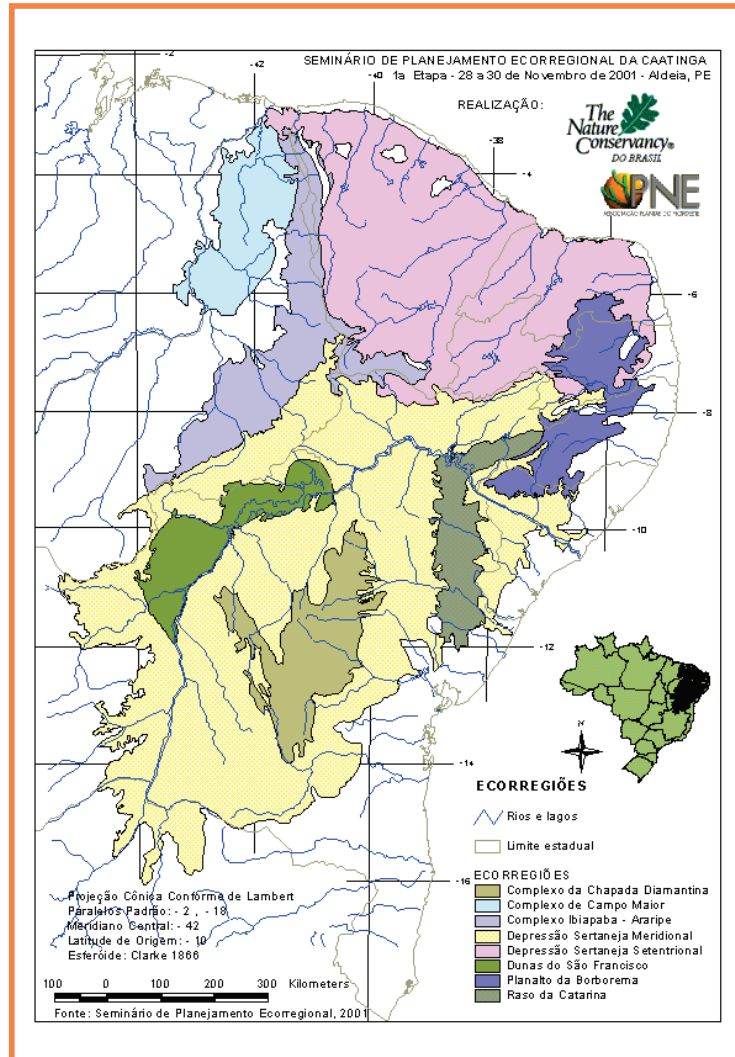


Figura 03

Divisão da Caatinga em ecorregiões.
Fonte Velloso (2002).

Uma descrição sucinta dos tipos de solo das ecorregiões da Caatinga a partir da definição de Velloso *et al.* (2002) é apresentada a seguir:

Complexo de Campo Maior: Os solos presentes nessa ecorregião são sedimentares da Formação Longá, com problemas de drenagem. Predominam os plintossolos, solos rasos, providos de baixa fertilidade natural e caracterizados pela acidez e má drenagem.

Complexo Ibiapaba-Araripe: Sobre as chapadas estão presentes solos mais profundos, principalmente latossolos, com fertilidade baixa. Na cuesta, são encontrados também solos profundos, arenosos, entretanto, mais férteis.

Depressão Sertaneja Setentrional: Os solos nas planícies baixas são rasos, pedregosos, de origem cristalina e de fertilidade média a baixa. Destacam-se os luvisolos, argissolos, neossolos e planossolos. Na Chapada do Apodi, encontram-se solos mais profundos que o restante da ecorregião, calcários e mais planos, com predominância dos cambissolos e latossolos eutróficos. No Seridó, encontram-se os luvisolos, planossolos e argissolos, além dos neossolos das elevações residuais. No Cariri Paraibano, predominam os luvisolos, sendo comum encontrar neossolos. É nessa ecorregião que se situam as jazidas onde foram realizados os experimentos de recuperação ambiental em campo do Termo de Cooperação Técnica.

Planalto da Borborema: Nos maciços graníticos de relevo movimentado predominam os neossolos e argissolos. Nos patamares mais suaves, áreas mais baixas e fundo de vales ocorrem os planossolos e neossolos.

Depressão Sertaneja Meridional: Possui solos profundos, como os latossolos predominando nas partes oeste e sul. Ao norte, predominam os argissolos, neossolos e luvisolos. Na região entre a Chapada Diamantina e o Raso da Catarina, predominam os planossolos. Nas áreas retrabalhadas a leste da Chapada Diamantina predominam os argissolos.

Dunas de São Francisco: Trata-se de uma ecorregião formada por depósitos eólicos podendo ultrapassar 100 m de altura. Nesta, estão presentes os neossolos, com fertilidade muito baixa.

Complexo da Chapada Diamantina: Nos maciços e serras altas, predominam os neossolos e grandes afloramentos de rochas. Nos topos planos, os latossolos. Na parte leste, predominam os argissolos e latossolos.

Raso da Catarina: A parte oeste desta ecorregião se caracteriza por ser uma bacia com predominância de solos muito arenosos, profundos e pouco férteis e relevo muito plano. Na parte sul, há predominância de neossolos e latossolos. Na parte norte, predominam os neossolos.

Vegetação da Caatinga: unidades, tipologias e suas abrangências

A grande exuberância da **vegetação da Caatinga se revela em treze tipologias diferentes**, distribuídas em função da interação e da adaptação das espécies vegetais ao clima e ao solo. A Caatinga pode ser vista em praticamente toda a região Nordeste do Brasil. Andrade-Lima (1981) e Prado (2003) sugerem uma classificação que, aliada ao Zoneamento Agroecológico do Nordeste (ZANE), realizado por Embrapa (2000), permite uma melhor compreensão da distribuição desse bioma (Santos, 2007). Através do ZANE, foram identificadas 20 unidades de paisagem, que foram subdivididas em 172 unidades geoambientais, tendo a Caatinga se feito presente em mais de 80% delas (Figura 4).



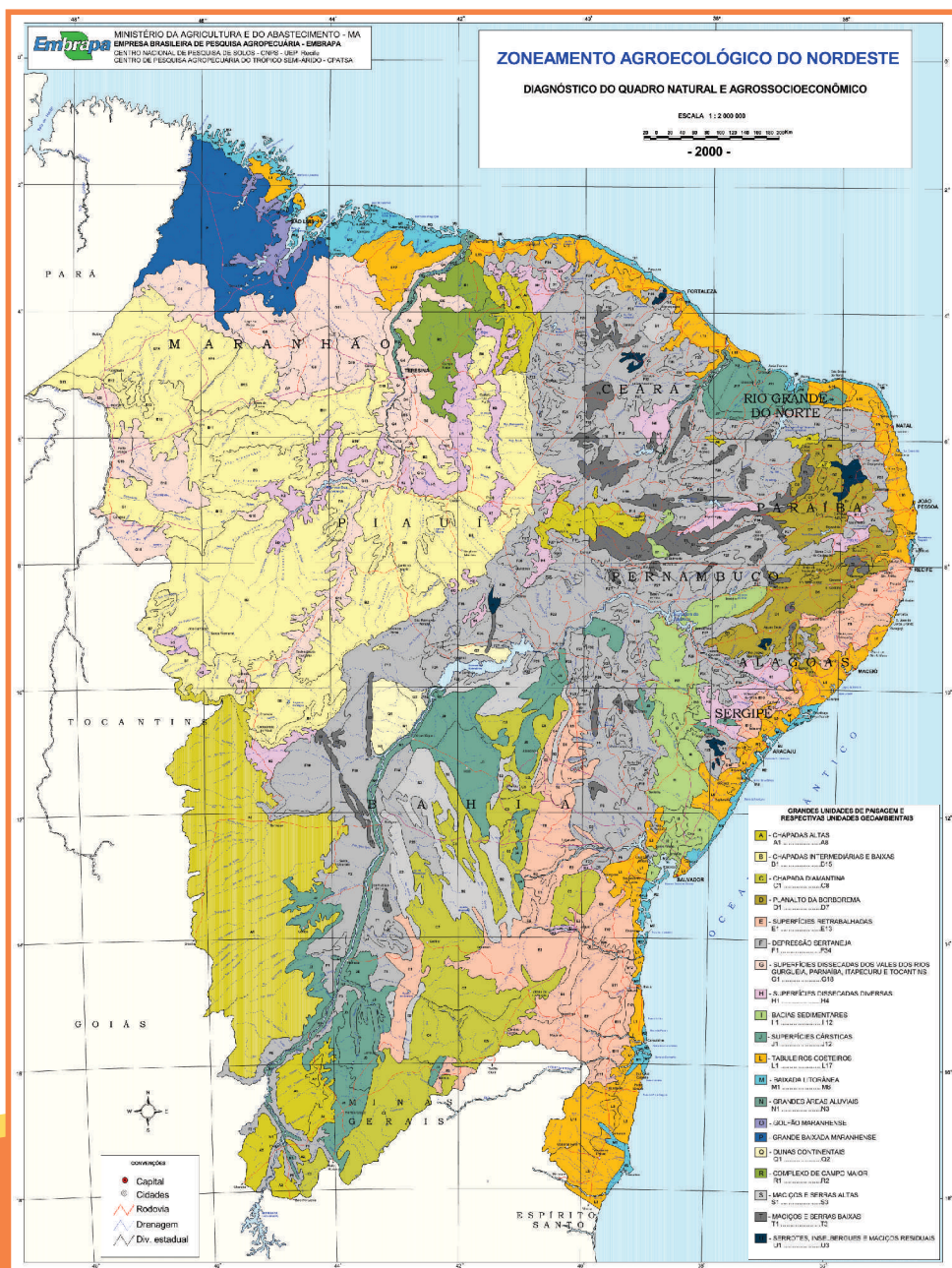


Figura 04

Zoneamento Agroecológico do Nordeste (ZANE) - Grandes unidades de paisagem e suas respectivas unidades geoambientais.

Fonte: Embrapa (2000).

As principais características de cada tipo de vegetação, com base no trabalho de Andrade-Lima (1981) e Prado (2003) podem ser resumidas como a seguir:

UNIDADE I – Tipo de vegetação 1- Floresta de caatinga alta:

Unidade com características fisionômicas bastante diferentes das demais vegetações típicas da Caatinga. Porém, o período sem folhas, bem como a composição florística realçam o elo com o bioma. Localizada em áreas com maior disponibilidade hídrica, com índice xerotérmico (índice xerotérmico de GAUSSEN - nº de dias biologicamente secos) entre 100 e 150. Corresponde às Caatingas das Superfícies Cársticas do sul da BA e norte de MG. Também é observada em parte do Planalto da Borborema (nos estados de PE, AL e PB) e das Superfícies Dissecadas Diversas (BA e PB).

UNIDADE II – Tipos de vegetação 2, 3, 4 e 6 – Floresta de caatinga média: Trata-se de uma unidade bastante comum em todo o nordeste brasileiro com grande variedade de formas. Apresenta árvores com altura de 7 a 15 m e densidades variáveis nas camadas arbóreas.

Esta Unidade possui índice xerotérmico variando entre 150 a 200 e ocupa as Unidades de Paisagem da Depressão Sertaneja e parte das Superfícies Retrabalhadas, do Planalto da Borborema, das Superfícies Dissecadas Diversas, das Superfícies Cársticas, dos Maciços e Serras Baixas e dos Serrotes, Inselbergues e Maciços Residuais.

UNIDADE III – Tipo de vegetação 5 – Floresta de caatinga baixa:

Restrita às áreas de solos arenosos do centro-sul de PE e norte da BA, apresentando índice xerotérmico entre 150 e 200, correspondendo às Bacias Sedimentares (maior parte no estado da BA), as Dunas Continentais (também na BA), parte das Chapadas Altas (CE, PE, PI, RN e PB) e das Chapadas Intermediárias (PI, CE e BA).

UNIDADE IV – Tipos de vegetação 7, 8, 9 e 10 – Caatinga arbustiva densa ou aberta: Trata-se do tipo de vegetação mais disseminado atualmente, além de ter sofrido grande influência antrópica, localiza-se em zonas de menor precipitação do bioma. Abrange as Unidades de Paisagem de ocorrência da **UNIDADE II** e apresenta índice xerotérmico variando entre 150 a 300.

UNIDADE V – tipo de vegetação 11 – Caatinga arbustiva aberta baixa:

Ocorre de forma dispersa na Depressão Sertaneja, em solos rasos, arenosos ou ricos em cascalhos, requerendo uma combinação de baixa precipitação, longo período de seca. A altura da comunidade em torno de 0,7 a 1 m pode ser devido ao pastejo.

UNIDADE VI – Tipo de vegetação 12 – Floresta ciliar: com fisionomia dominada pela palmeira *Copernicia prunifera* (carnaúba), ocorre ao longo dos cursos d'água principalmente nos estados de PI, CE e RN em áreas com solos aluviais e índices xerotérmicos entre 150 e 200 não ocupando uma Unidade de Paisagem única, entretanto, parte das Grandes Áreas Aluviais (CE), aos vales dos Tabuleiros Costeiros (CE, PI e RN) e parte da Depressão Sertaneja (PI).

UNIDADE VII – Tipo de vegetação 13 – Floresta de caatinga média:

Trata-se de um novo componente, sugerido por Prado (2003), à classificação de Andrade-Lima (1981), apresentando um conjunto distinto de espécies restrito a esse tipo de vegetação. Nessa unidade, às vezes dominam outras espécies tais como *Myracrodruon urundeuva*, *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma pyrifolium* compartilhando o dossel com *Auxemma oncocalyx*.

Degradação da Caatinga

A paisagem natural deste bioma tem perdido suas características geoecológicas em decorrência de seu uso inapropriado pelas atividades socioeconômicas (Trigueiro *et al.*, 2009). A Caatinga é hoje um dos biomas brasileiros mais alterados pelas atividades antrópicas. As alterações são resultado de usos irracionais indo desde a exploração de madeira para combustível até a substituição da vegetação nativa por práticas agrícolas inapropriadas. Toda essa devastação, aliada ao clima, fez a Caatinga apresentar hoje as maiores áreas dentro do território nacional que passam por processo de desertificação (MMA/SBF, 2002). Segundo Embrapa (2000) e Santos (2007), este processo degradador caracteriza-se em quatro núcleos, localizados em Gilbués, PI; Irauçuba, CE; Seridó, RN; Cabrobó e Belém do São Francisco, PE. Segundo o estudo, o processo foi causado pelos cultivos, principalmente, do algodão e pelo extrativismo, aliados às secas cíclicas prolongadas, com exceção de Gilbués, onde a mineração foi a causa da degradação.

A atividade humana não sustentável, como a agricultura de corte e queima, a qual converte remanescentes de vegetação em culturas de ciclo curto; o corte de madeira para lenha; a caça de animais e a contínua remoção da vegetação para a criação de bovinos e caprinos tem levado ao empobrecimento ambiental, em larga escala, da Caatinga (Leal *et al.*, 2005). As propriedades rurais de base familiar, em detrimento das condições de clima e solo, têm a pecuária como principal exploração econômica que, por não ser realizada de forma sustentável, exerce bastante pressão sobre a biodiversidade da Caatinga, intensificando a degradação desse bioma.

A atividade industrial e a construção civil também são responsáveis por parte da degradação da Caatinga. Alguns exemplos são a extração em áreas de empréstimo, para obtenção de areia, pedra, piçarra, etc., que acarretam impacto pontual e significativo, que em muitas vezes, só podem ser revertidos com a intervenção do homem através de plantios florestais. Pensando nessas situações e na baixa disponibilidade de documentação técnica ou científica sobre essa linha de trabalho na Caatinga é que foram elaboradas as páginas que se seguem.

Produção e qualidade de mudas de espécies florestais

Autores:

Alexander Silva de Resende

Cid Rodrigo Cavalcanti de Azevedo

Khadidja Dantas Rocha de Lima

Bárbara Prates Carpeggiani

José Erivaldo Araújo

Carlos Abraham de Knecht Miranda



2

Produção e qualidade de mudas de espécies florestais



A produção de mudas de espécies florestais com qualidade é fruto de uma série de ações que, se negligenciadas, podem afetar o sucesso do plantio no campo. Entre os maiores problemas está a falta de sementes. Esse entrave ultrapassa a simples dificuldade em se marcar matrizes de qualidade e vai até a falta de conhecimento técnico sobre as tecnologias de conservação e de germinação das sementes.

Para a maioria das espécies arbóreas, o período de produção de sementes resume-se a 15 ou 30 dias ao ano, o que exige um grande planejamento para que não se perca a oportunidade de sua coleta. Para tanto, é fundamental ter árvores matrizes marcadas que permitam ao coletor saber o período do ano em que as sementes estarão maduras.

Árvores matrizes são indivíduos arbóreos considerados de ótima qualidade genética, que possuem características fenotípicas superiores quando comparados a outros indivíduos da mesma espécie. **Árvores adultas, sadias, vigorosas e dominantes** que produzam **sementes de boa qualidade** e tenham **descendentes bem formados** são algumas dessas características.

As matrizes precisam ser catalogadas para que possam fornecer sementes para o viveiro. Desta forma, é sempre importante que as matrizes cujas sementes sejam coletadas tenham uma

ficha de identificação, onde suas características, as coordenadas geográficas e a topografia e tipo de solo em que se encontram são anotados (Anexo 1). Uma matriz mal escolhida põe todo um trabalho de recuperação a perder. Uma observação importante é que o local de origem das matrizes deve ser o mais similar possível às condições do local onde as mudas produzidas serão plantadas. Nesse caso, fatores importantes a serem considerados são o clima, a topografia, a altitude e o tipo de solo predominante.

Coleta de sementes

A coleta de sementes pode ser realizada diretamente **na árvore matriz**, ou através de **catação sobre o solo**. O primeiro caso é mais trabalhoso e muitas vezes envolve a escalada da árvore ou o uso de podões. É usado com mais frequência para sementes de pequeno porte ou que apresentem dispersão pelo vento. O ideal é que as sementes de cada espécie sejam coletadas de diversas matrizes para assegurar a variabilidade genética das mudas a serem formadas.

A coleta no solo é mais aconselhada para espécies que apresentem frutos grandes, que caem quando maduros. Em virtude dos diferentes processos de ataque (animal, fungo, bactérias, etc.) que esses frutos passam a ter quando caem no chão, o coletor deve estar atento e realizar a coleta tão logo os frutos caiam. É usual forrar o solo com uma lona plástica para facilitar o recolhimento e balançar a árvore com o intuito de coletar maior número de frutos de melhor qualidade.

Beneficiamento e armazenamento de sementes

O beneficiamento caracteriza-se pelas etapas às quais as sementes são submetidas desde a coleta até a embalagem. Na ordem, podem ser citadas: **recepção, extração, limpeza, secagem e classificação**. Na recepção, os dados de identificação devem ser anotados, como: espécie, local de origem, etc. Na extração, é necessário retirar a semente do fruto, e em seguida, retirar o excesso de impurezas, na etapa conhecida como limpeza. A secagem comercial é



feita considerando o teor de umidade ideal para cada grupo de sementes. No entanto, a secagem ao ambiente já apresenta resultados satisfatórios quando não houver a possibilidade de controles mais efetivos. O enrijecimento da semente é um bom indicador de sua secagem. A classificação nem sempre é utilizada para sementes florestais, mas é importante separá-las por tamanho, antes do armazenamento.

A etapa de armazenamento normalmente é necessária uma vez que nem sempre as sementes coletadas são utilizadas imediatamente e, muitas vezes, se faz necessário guardá-las por anos. Manter sua qualidade por todo esse tempo é o grande desafio do armazenamento.

A longevidade das sementes, em parte, pode ser determinada pelo tipo de semente:

a) **ortodoxas:** sementes que podem ser secas a teores de umidade abaixo de 5% (base seca) e armazenadas, a baixas temperaturas por longos períodos. Como exemplo, pode-se citar espécies da família Leguminosae.

b) **recalcitrantes:** sementes que perdem a viabilidade - a capacidade de germinar - quando seu teor de umidade é reduzido entre 20% e 50%, não sendo possível seu armazenamento por longos períodos de tempo, tendo-se como exemplo as sementes de *Inga* spp.

c) **intermediárias:** sementes que podem ser secas a teores de umidade moderados entre 10% e 15%, sem perder a viabilidade, sendo que secagens além destes limites causam danos fisiológicos às mesmas. Como exemplo, pode-se citar as sementes de *Parapiptadenia rigida*.

Embalagens para o armazenamento de sementes

Existem três tipos de embalagens para acondicionar sementes, classificadas de acordo com as trocas de vapor d'água com o ambiente (Popinigis, 1985):

a) **Embalagem permeável:** Permite troca de umidade entre as sementes e o ambiente, sendo utilizada por períodos curtos de tempo, normalmente entre a colheita e o plantio subsequente. Nesse tipo de embalagem, o grau de umidade das sementes oscila com a variação da umidade relativa do ar. Exemplos: papel, algodão e juta.

b) **Embalagem semipermeável:** Não impede completamente a troca de umidade entre as sementes e o ambiente. Não se recomenda a utilização deste tipo de embalagem para acondicionar sementes por longos períodos de tempo. Exemplos: polietileno fino e papel aluminizado.

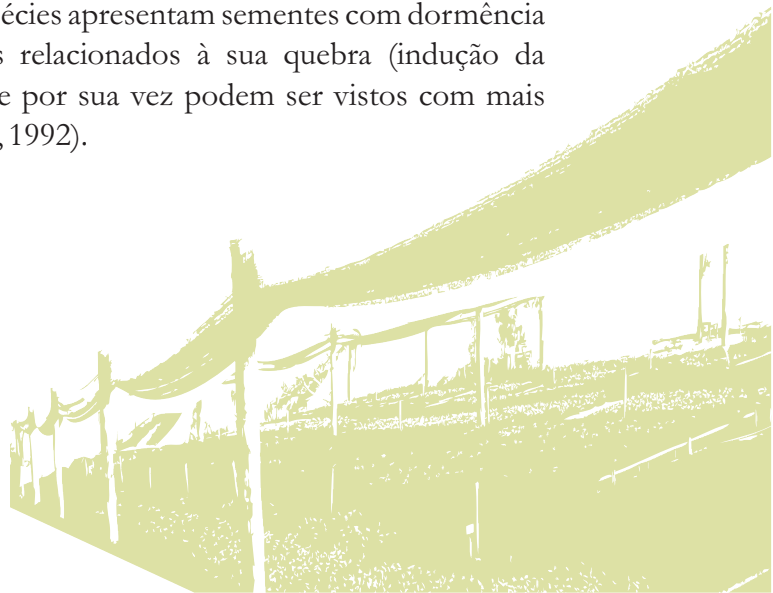
c) **Embalagens impermeáveis:** Não existe troca de umidade entre a semente e o ambiente externo. Assim, não ocorrem variações do grau de umidade. Exemplos: envelope de alumínio, latas, vidros com tampa possível de vedar e sacos de alumínio revestidos com polietileno.

Dormência das sementes

Dormência é um termo utilizado para designar uma estratégia de espécies vegetais para se perpetuarem, através da criação de mecanismos físicos ou fisiológicos de bloqueio da germinação que possibilitam que suas **sementes** resistam a condições adversas do ambiente e **permaneçam viáveis por mais tempo** e só germinem quando existirem condições apropriadas para tal.

São três os tipos de dormência: **Dormência exógena, endógena e combinada**. A primeira é a mais comum e está relacionada à impermeabilidade do tegumento. A segunda está relacionada à imaturidade do embrião. O terceiro caso é a combinação das duas.

Considerando que na Caatinga boa parte das espécies apresentam sementes com dormência exógena, serão descritos aqui os principais aspectos relacionados à sua quebra (indução da germinação) em detrimento aos outros dois tipos, que por sua vez podem ser vistos com mais detalhes nas Regras de Análise de Sementes-RAS (Brasil, 1992).



Os **métodos mais usuais para quebra de dormência** de sementes que apresentam impermeabilidade de tegumento são a imersão em água quente, a escarificação mecânica e a escarificação ácida. A **imersão em água quente** deve ocorrer quando a temperatura atingir 80°C e, a adição da semente deve ser feita quando o recipiente não mais estiver no fogo. Assim, após o resfriamento da água, as sementes já estão aptas a serem plantadas no viveiro.

Para a **escarificação ácida**, as sementes são imersas em ácido sulfúrico concentrado, por um determinado tempo, sendo em seguida lavadas em água corrente. Essa técnica só é recomendada para pessoas com experiência nela, pelos riscos que envolvem a manipulação do ácido.

Já para a **escarificação mecânica**, o procedimento consiste basicamente em submeter as sementes à abrasão com lixa ou outro material capaz de desgastar o tegumento de forma a proporcionar a absorção de água e o início da germinação. Na tabela 1 são apresentadas as recomendações para quebra de dormência e armazenamento de algumas espécies utilizadas na recuperação de áreas degradadas pela extração de piçarra na Caatinga.



Recomendações para quebra de dormência de sementes de espécies arbóreas pelo método de escarificação com ácido sulfúrico concentrado.

Nome vulgar	Nome científico	Dormência	Recomendação	Armazenamento
1. Mulungu	<i>Eritrina velutina</i>	Sim	40' ácido sulfúrico	Saco de papel câmara fria
2. Jurema preta	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sim	10' ácido sulfúrico	Saco de papel câmara fria
3. Sabiá	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	Sim	10' ácido sulfúrico	Embalagem permeável até em temp. ambiente
4. Timbaúba	<i>Enterolobium timbouva</i>	Sim	30' ácido sulfúrico	Saco de papel câmara fria
5. Jucá	<i>Caesalpinia ferrea</i>	Sim	30' ácido sulfúrico	Embalagem permeável em câmara fria
6. Farneziana	<i>Acacia farnesiana</i>	Sim	0' ácido sulfúrico	Saco de papel câmara fria
7. Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Não	-	Embalagem impermeável em câmara fria
8. Turco	<i>Parkinsonia aculeata</i>	-	-	-
9. Caraibeira	<i>Tabebuia caraiba</i>	Não	-	Saco de papel câmara fria
10. Pereiro	<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	Não	-	Saco de papel câmara fria
11. Ipê roxo	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Não	-	Saco de papel câmara fria
12. Aroeirinha	<i>Schinus terebinthifolia</i>	Não	-	Embalagem permeável em câmara fria
13. Cumaru	<i>Amburana cearenses</i>	Não	-	Saco de papel câmara fria
14. Catingueira	<i>Caesalpinia bracteosa</i>	Sim	10' ácido sulfúrico	Saco de papel câmara fria

Tabela 01

O método utilizando água quente tem por vantagem a praticidade da operação, que pode ser feita por qualquer pessoa e em qualquer local. A escarificação com ácido sulfúrico, no entanto, invariavelmente apresenta melhores resultados no que tange a homogeneidade e rapidez na germinação. Como desvantagem, há a necessidade de ser feita por técnico qualificado e de obtenção do ácido sulfúrico, o que nem sempre é fácil. Desta forma, a decisão do estabelecimento da rotina de quebra de dormência deve ser do viveirista, que deve optar pelo que lhe for mais conveniente, desde que o resultado final, que é a melhora no poder de germinação das sementes, seja atingido.

Viveiro de mudas

O viveiro é uma instalação física destinada à produção de mudas até que estas apresentem desenvolvimento suficiente para serem encaminhadas para os locais definitivos de plantio.

Algumas características devem ser consideradas quando da **implantação do viveiro**. Instalá-los em relevo de no máximo 5% de declividade, longe de pontos de alagamento, com boa exposição solar (preferencialmente com as bancadas orientadas na posição norte-sul), com água de qualidade disponível e com boa ventilação são pontos essenciais a serem observados.

O **tamanho do viveiro** dependerá das necessidades e das pretensões do viveirista, assim como o recipiente (tubetes, sacos plásticos, etc.) adotado para a produção. Sempre é bom ter em mente que a área destinada ao processo produtivo pode variar de 50 a 70% da área total, enquanto os demais itens como arruamento, cercas, galpões e demais benfeitorias, devem perfazer o restante da área.

Dentre as principais **instalações necessárias** para o adequado andamento de um viveiro, pode-se citar a caixa d'água para irrigação, galpão, casa do viveirista e casa de vegetação. O tamanho da caixa d'água deve ser calculado em função da necessidade de água para as mudas, além da água necessária para tarefas de limpeza e consumo pelos funcionários.

É fundamental um **galpão aberto** para trabalhos rotineiros, tais como: beneficiamento de sementes, repicagem, preparo de substratos, enchimento de recipientes e semeadura. Parte do



galpão pode servir de depósito, onde os defensivos e adubos são isolados em locais fechados e as ferramentas, substratos e recipientes são armazenados em depósitos com prateleiras, suportes e armários. O **escritório**, que também pode fazer parte do galpão, é o local de compra e venda, controle de materiais e insumos, distribuição de mão de obra e administração geral do viveiro. O viveirista, que deve ter sua casa planejada para fácil acesso ao viveiro, poderá também exercer vigilância, além de cuidados com as mudas nos finais de semana.

A **casa de sombra** ou telado com sombrite 50%, propicia um ambiente sombreado e arejado para as mudas e é indicado para a fase inicial do enraizamento. O custo é variável, dependendo do modelo escolhido, do sistema de irrigação e da possibilidade de uso de materiais existentes na propriedade. Nas atividades de produção, o ideal é que as bancadas sejam suspensas. Essas bancadas devem ser projetadas de modo que fiquem ergonomicamente adequadas para os trabalhadores. Em geral, recomenda-se bancadas com altura de 80 a 90 cm acima do solo.

A definição sobre como produzir passa pela capacidade de investimento do viveirista, mas a qualidade da produção não pode ser prejudicada com o argumento de baixa capacidade de investimento. Boas práticas no viveiro são possíveis para qualquer nível econômico.

Substratos para plantio das mudas

Cada espécie vegetal tende a apresentar preferências por uma determinada combinação de

substrato. No entanto, num viveiro que produza diversas espécies ao mesmo tempo, não há praticidade em se utilizar diversas formulações, visando obter o ótimo desenvolvimento de cada espécie. Desta forma, busca-se sempre uma composição de substrato intermediária, que permita o bom desenvolvimento do maior número possível de espécies.

A tabela 2 apresenta os resultados de análises químicas de substratos contendo diferentes proporções de arisco, composto orgânico e esterco.

Análise química de diferentes substratos utilizados para a produção de mudas contendo diferentes proporções de arisco, composto orgânico e esterco bovino.

Resultado de Análise de solo										
Tratamentos	pH em	Al	Ca+Mg	Ca	Mg	P	K	C	MO	N
	Água	cmolc/dm ³				mg/dm ³			%	
Arisco*	5,2	0,1	1,1	0,3	0,8	2	36	0,04	0,06	0,01
1 Arisco / 2 Composto Orgânico	8,7	0	7,3	4,9	2,4	602	3325	2,76	4,76	0,405
4 Arisco / 1 Composto Orgânico	8,3	0	5	2,9	2,1	415	1575	0,84	1,45	0,109
2 Arisco / 1 Solo / 1 Comp. Orgânico	7,7	0	4,8	3,5	1,4	12	1660	0,6	1,03	0,093
1 Arisco / 2 Esterco	7,8	0	6,9	4,6	2,3	594	2725	4,38	7,55	0,513
4 Arisco / 1 Esterco	7,4	0	3,9	2,2	1,7	188	940	0,9	1,55	0,087
2 Arisco / 1 Solo / 1 Esterco	7,4	0	5	2,9	2	132	980	1,2	2,07	0,08
2 Arisco / 1 Esterco	7,5	0	4,3	2,4	2	215	480	1,14	1,97	0,122

Tabela 02

Alumínio (Al), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), potássio (K), carbono orgânico (C), matéria orgânica (MO), nitrogênio total (N), centímol de carga (cmolc).

*Arisco – Material utilizado em construção civil, facilmente encontrado em lojas de material de construção.

Considerando os resultados encontrados em experimentos realizados na UFERSA com apoio da EMBRAPA, recomenda-se para a maioria das espécies testadas a formulação de substrato de **4 partes de arisco para uma parte de esterco bovino ou composto orgânico** produzido a partir de esterco e/ou restos vegetais (as proporções recomendadas são com base em volume e não na massa de cada componente da mistura).

Análises da fertilidade do substrato deverão preceder o plantio. No entanto, na ausência desta, para cada m^3 da mistura recomenda-se a aplicação de 300 g/m^3 de rocha fosfatada ou termofosfato, 40 g/m^3 de uma fonte de micronutrientes, normalmente FTE BR12 ou MIB equivalente, e 300 g/m^3 de uréia. A aplicação de ureia, no entanto, deve ser suprimida no substrato para a produção de mudas de espécies leguminosas fixadoras de nitrogênio.

Recipientes para produção de mudas

Há inúmeras opções de recipientes que podem ser utilizados para a produção de mudas. Embora a tendência seja o uso de recipientes com menores quantidades de substrato, como **tubetes de 180 a 280 cm^3** , em função da inconstância das chuvas na região, **sacos plásticos com volume entre 500 cm^3 e 900 cm^3** podem ser uma melhor alternativa. Volumes maiores que estes não são necessários.

Como recomendação adicional para produção de mudas em sacos plásticos, recomenda-se forrar o chão do viveiro com uma lona plástica, visando reduzir o contato da raiz diretamente com o solo e causando o que normalmente se chama de “muda mamando”.

Inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos

Os rizóbios são bactérias que se associam em simbiose mutualística com as raízes de algumas plantas da família Leguminosae. Nessa associação, a bactéria fixa o nitrogênio atmosférico e o transloca para a planta em troca de carboidratos (Figura 5). Este processo ocorre dentro de estruturas especializadas formadas nas raízes das plantas denominadas nódulos. O inoculante de rizóbio é produzido em meios de cultura em laboratório, utilizando bactérias previamente isoladas e selecionadas quanto a sua eficiência na fixação de N. Depois de cultivadas, as bactérias são misturadas com turfa, um tipo de solo rico em matéria orgânica, onde podem permanecer por até seis meses em geladeira até sua utilização.



A inoculação das bactérias se dá junto às sementes no ato do plantio. As sementes são umedecidas homoganeamente dentro de sacos plásticos e sobre elas são depositadas as bactérias veiculadas em turfa. O conjunto semente-bactéria-turfa é misturado e em seguida colocado para secar à sombra. Já livre do excesso de umidade, as sementes inoculadas estão prontas para o plantio no viveiro, que deve ser feito logo após a inoculação. Os inoculantes são fornecidos em doses de 250 g que podem inocular 10 kg de sementes pequenas (ex., *Mimosa tenuiflora*, jurema); 20 kg de sementes médias (ex., *Mimosa caesalpinhiifolia*, sabiá) e 50 kg de sementes grandes (ex., *Erythrina velutina*, mulungu).

Fungos micorrízicos constituem outro grupo de organismos capazes de formar simbioses mutualísticas com as raízes da maioria das espécies vegetais. Estes fungos são responsáveis por aumentar a capacidade de absorção de água e nutrientes pelas raízes das plantas. O inóculo do fungo é multiplicado em vasos com plantas de braquiária inoculadas e é veiculado na mistura de solo/raiz obtida. Atualmente, a Embrapa Agrobiologia tem multiplicado em condições controladas as espécies *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*. A inoculação dos fungos se dá antes do plantio das sementes adicionando-se, nos pequenos orifícios onde se alojarão as sementes, 1 g de inóculo (mistura solo/raiz de braquiária).

A inoculação com fungos micorrízicos deve ser feita em todas as mudas produzidas no viveiro.



Figura 05

Mudas de *Mimosa* sp. à esquerda com aplicação de 100 kg/ha de nitrogênio; ao centro muda inoculada com bactéria fixadora de nitrogênio e à direita, muda não inoculada e sem a aplicação de fertilizante nitrogenado.

Plantio, desbaste, repicagem, irrigação, adubação de cobertura e rustificação

Antes do plantio das sementes é necessário checar o sistema de irrigação. A água deve estar disponível em quantidade suficiente e ter boa qualidade. Os sistemas mais indicados de irrigação são os de aspersão. Em locais onde a temperatura da água é elevada, a irrigação não deve ser feita por mangueiras ou outros sistemas aplicados diretamente nas mudas. É necessário posicionar as linhas de aspersão cerca de 2 m acima do solo para que a água chegue mais fria às plantas.

Após essa checagem, o **plantio** deverá ser realizado no viveiro de produção de mudas coberto com tela do tipo “sombrite” 50%, para reduzir a intensidade da luz solar e favorecer o desenvolvimento inicial das mudas (Figura 6). Após o enchimento dos saquinhos com o substrato, a escarificação das sementes (quando for o caso) e a inoculação (quando for o caso), devem ser colocadas de 2 a 3 sementes por saquinho. A profundidade de plantio das sementes é variável e muito dependente do tamanho da semente. Quanto menor a semente, mais raso deve ser o plantio e vice-versa.

As mudas devem ser **irrigadas diariamente**, normalmente pela manhã e no fim da tarde. Essa etapa é fundamental, pois o excesso de água pode acarretar perda de nutrientes do substrato por lixiviação, além de favorecer a infestação de pragas e doenças. Por outro lado uma irrigação deficiente acarreta baixa homogeneidade do lote e até mesmo mortalidade das mudas.



Figura 06

Viveiro da UFERSA em que foram produzidas as mudas utilizadas no projeto do Termo de Cooperação. O viveiro foi instalado com um telado de sombrite 50%. Note as linhas de irrigação por aspersão próximo ao telado superior.



A partir de 10 a 20 dias da germinação (mudas de 3 a 7 cm de altura) é importante **deixar somente uma muda por recipiente** e as mudas excedentes poderão ser reaproveitadas. Essa atividade deve ser realizada em dias nublados e/ou pela manhã ou fim da tarde e o substrato deverá ser bem irrigado antes dessa operação para que a muda não seja afetada pelo calor.

Um manejo importante e pouco utilizado é a "**dança das mudas**" que consiste em alterar a posição das mudas no viveiro a cada 15 dias. Essa etapa é necessária para padronizar as mudas por tamanho, homogeneizando o lote em função do desenvolvimento de cada planta.

Quando as mudas atingirem de 20 a 30 cm de altura, elas devem passar por um **período de amadurecimento** (rustificação ou aclimação) a pleno sol (Figura 7). No processo de rustificação as mudas devem ter sua irrigação reduzida para, no máximo, uma vez ao dia, com vistas a prepará-las para as condições que encontrarão no campo. O plantio em campo deve ser feito quando as mudas atingirem de 25 a 60 cm de altura e após ter passado ao menos 20 dias na área de aclimação.



Figura 07

Área de aclimação do viveiro da UFERSA em que foram produzidas as mudas utilizadas no projeto do Termo de Cooperação.

Características desejáveis das mudas

Só devem ser levadas a campo mudas com boas condições fitossanitárias e bom desenvolvimento. Mudas de tamanho reduzido e com má formação devem ser descartadas.

Além do aspecto visual, a relação raiz / parte aérea também é uma boa referência para determinação da qualidade das mudas. A proporção próxima de 1:1, normalmente é a ideal. Outras características que indicam a boa qualidade do processo produtivo das mudas são a uniformidade de altura entre as mudas do lote, ausência de estiolamento, rigidez da haste principal, além do não enovelamento e enraizamento no solo.

Encaminhamento das mudas para plantio

As mudas deverão ficar prontas entre 3 e 8 meses após a germinação, o que dependerá basicamente da espécie. O viveirista deve ter a preocupação de onde as mudas serão plantadas, uma vez que nem sempre quem compra, conhece as características da espécie. Dessa forma, é recomendável encaminhar junto com as mudas uma tabela com as recomendações de local de plantio, clima e solo. O Anexo 2 apresenta um modelo que auxilia nessa recomendação.

Em função da distância entre o viveiro e o local de plantio definitivo, pode haver a necessidade de protegê-las por ocasião do transporte, através de lonas ou outro tipo de cobertura, de forma a evitar danos provocados pelo vento, chuva ou sol em excesso. Essas recomendações devem ser repassadas aos clientes.

Esse capítulo não pretende esgotar o assunto sobre produção de mudas, que na verdade é bem complexo e envolve muitos fatores, mas, a partir dele e buscando informações com profissionais do setor, certamente o viveirista terá todas as condições para produzir mudas com qualidade e com ótimo resultado no campo. **Mudas de boa qualidade são a chave para o sucesso de qualquer plantio florestal, seja nas cidades, em terras férteis ou em áreas degradadas.**

Plantio de espécies florestais em jazidas de extração de piçarra

Autores:

Alexander Silva de Resende

Cid Rodrigo Cavalcanti de Azevedo

Carlos Abraham de Knecht Miranda

José Erivaldo Araújo

Guilherme Montandon Chaer

Eduardo Francia Carneiro Campello



3

Plantio de espécies florestais em jazidas de extração de piçarra



Áreas de extração de piçarra são comuns no Estado do Rio Grande do Norte. A piçarra constitui-se em um material de subsolo composto principalmente por silte, areia e cascalho o qual é usado para a terraplanagem de novas locações de exploração e produção de petróleo em terra, aterros, construção de barragens, etc. A recuperação dessas áreas, nas quais todo o horizonte superficial (parte mais fértil do solo e rica em propágulos) foi retirado, é um desafio que na maioria das vezes demanda a intervenção humana para auxiliar o ecossistema degradado a recuperar sua capacidade de resiliência. Embora muitas vezes dispendioso, normalmente é necessário o plantio de espécies florestais nativas para reativar os processos ecológicos que sustentam as funcionalidades ecossistêmicas e o equilíbrio ambiental dessas áreas degradadas.

O sucesso de todo projeto de recuperação depende de um bom planejamento, adaptado à necessidade de cada área. A jazida exaurida a ser recuperada e suas particularidades precisam ser conhecidas no ano que antecede ao plantio. Em várias situações, há a necessidade de conformação da paisagem previamente às operações de plantio.

As recomendações que se seguem são fruto de estudos realizados em seis jazidas de extração de piçarra localizadas nos municípios de Assú, Pendências, Macau e Areia Branca (Tabela 3).

Identificação e localização das jazidas de extração de piçarra estudadas.

Jazida	Localização
DJ - 118-1	Assú, RN
SJ - 155	Pendências, RN
AJ - 111-1	Pendências, RN
ZJ - 111-2	Pendências, RN
HJ - 123	Macau, RN
FJ - 072	Areia Branca, RN

Tabela 03

Ordenamento da paisagem

Bacia de inundação

Numa jazida de piçarra explorada, haverá **áreas mais profundas, que tendem a ficar alagadas** nos períodos de maior precipitação. Nessas áreas, não deve ser efetuado o plantio, e sim, o taludamento de suas bordas, direcionando toda ou a maior parte do fluxo superficial da água da jazida para, preferencialmente, um ou dois locais dentro da jazida que deverão ser reservados para o acúmulo de água, e então, que poderão servir como fonte de água para dessedentação de animais e para irrigação das mudas após seu plantio, se assim for necessário.

Taludes

Taludes são **áreas cuja inclinação aproximada deve ser de 30°**, que separam a parte inundável da parte seca da jazida. Na escolha das espécies para essa área deve-se levar em consideração a sua adaptação a ambientes mais úmidos e o seu porte, o qual não deve ser muito elevado, para evitar quedas de talude.

Área plana

É toda a área da jazida não classificada como talude ou bacia de inundação. É nessa área que será feito o plantio em maior escala. Normalmente, por apresentar certo grau de compactação em função do trânsito de máquinas no processo de exploração da jazida, precisa ser **escarificada** até cerca de 30 – 50 cm de profundidade.

Adição de solo superficial

A caracterização química do substrato de jazidas de piçarra do Rio Grande do Norte indica que há uma grande heterogeneidade na fertilidade natural (Tabela 4), embora, comparando-se com áreas de regiões úmidas no restante do país, se possa considerar que, em geral, **a fertilidade do substrato não é o principal fator limitante para o desenvolvimento de plantas nas jazidas**. Dessa forma, a adição de solo superficial, ao contrário do que se observa na Mata Atlântica e na Amazônia, não leva necessariamente a grandes melhorias nas características químicas do substrato uma vez que os níveis de nutrientes encontrados no subsolo já são relativamente elevados. Esse resultado indica que, ao contrário do que normalmente se recomenda, **a adição de solo superficial em áreas da Caatinga não é fundamental para o estabelecimento das plantas**. No entanto, sempre que possível, este **deve ser aplicado com vistas a aumentar a riqueza de espécies na área a partir do banco de sementes nele existente**.

O resultado prático dessa constatação é que a camada de solo superficial, necessária para suprir somente a necessidade de fornecimento de sementes à área, pode ser bem menor que os 20 cm normalmente recomendados em projetos dessa natureza. Estudos devem ser feitos para aperfeiçoar essa constatação, mas é provável que uma camada de 5 cm seja suficiente para esse fim.

Resultados da caracterização química das amostras de solo das jazidas de extração de piçarra no Rio Grande do Norte.

Jazida	pH	Al	Ca+Mg	Ca	Mg	P	K	C-org
		 Cmolc dm ⁻³				 mg dm ⁻³		%
HJ-123	5,2	0,18	13,6	5,2	8,48	2,91	115	0,09
ZJ-111-2	4,6	0,53	3,0	1,7	1,32	1,00	34	0,27
SJ-155	5,2	1,59	23,7	14,3	9,44	1,19	23	0,05
AJ-111-1	5,2	0,97	7,8	3,0	4,73	1,78	48	0,03
FJ-072	4,5	1,06	1,5	0,8	0,82	1,85	7	0,05
DJ-118-1	4,9	1,17	4,6	2,2	2,35	3,09	218	0,12

Tabela 04

A maioria das jazidas possui textura média, com valores de argila entre 10% e 33% (Tabela 5). Das jazidas estudadas apenas a jazida DJ-111-1 (município de Pendências) apresentou teor de argila maior que 30%. Quanto maior o teor de argila, maior a capacidade do solo de reter água e nutrientes e, teoricamente, melhor será o desenvolvimento das mudas. No entanto, esse não é o único fator que regula essa questão.

Na jazida HJ-123, no município de Macau, observou-se que o material apresenta um impedimento físico natural para o desenvolvimento das mudas, pois quando está molhado “incha” e quando está seco se “contrai”, podendo dificultar o crescimento das raízes das plantas. Além disso, essa jazida apresentou elevado teor de sódio no substrato o que torna ainda mais complexa a sua recuperação. Dessa forma, **recomendamos que áreas como essa não sejam utilizadas para a extração de piçarra devido às dificuldades envolvidas no processo de estabelecimento das plantas.** Enfatizamos ainda que, **antes de se destinar qualquer área para extração de piçarra, deve-se avaliar a sua capacidade de recuperação.**

Resultado da caracterização física das amostras de solo das jazidas de extração de piçarra no Rio Grande do Norte.

Jazida	Frações granulométricas (kg kg ⁻¹)					Densidade (kg dm ⁻³)
	Areia grossa	Areia fina	Areia total	Silte	Argila	
HJ-123	0,54	0,29	0,83	0,04	0,12	1,35
ZJ-111-2	0,25	0,27	0,52	0,20	0,28	1,09
SJ-155	0,33	0,26	0,59	0,14	0,26	1,26
AJ-111-1	0,20	0,20	0,41	0,26	0,33	1,09
FJ-072	0,38	0,29	0,67	0,13	0,20	1,14
DJ-118-1	0,49	0,27	0,76	0,11	0,13	1,27
Caatinga - no município de Pendências	0,26	0,32	0,58	0,18	0,24	0,99
Caatinga - no município de Areia Branca	0,59	0,25	0,84	0,06	0,10	1,13

Tabela 05

Antes de se determinar as estratégias a serem utilizadas para recuperação de jazidas de extração de piçarra, é importante conhecer a taxa de infiltração de água no substrato. Essa avaliação auxilia o entendimento da dinâmica hídrica do substrato no que diz respeito a como os diferentes materiais que compõem as jazidas se comportam ao receberem água e a como o plantio afetará essa característica com o tempo. Essa medida é também determinante para a definição das estratégias de plantio a serem adotadas nas jazidas.

O método de avaliação da taxa de infiltração é **rápido** (a leitura e os resultados são obtidos na hora), **barato** (não depende de análise de laboratório) e **simples** (qualquer pessoa, mesmo sem formação técnica, é capaz de realizar). A taxa de infiltração pode ser determinada utilizando-se anéis de infiltração de PVC com diâmetro de 15 cm e altura de 8 cm (Figura 8). Em cada anel instalado são feitas sucessivas medições do tempo necessário para a infiltração total de uma lâmina d'água de 25 mm (Figura 8). A determinação é finalizada quando o tempo cronometrado entre duas medições sucessivas se torna relativamente estável (taxa de infiltração de equilíbrio).



Figura 08

Anel de infiltração de PVC utilizado para determinação da taxa de infiltração de água no solo. A caneta é um referencial do diâmetro do anel (150 mm).

Para essa análise são necessários: anel de PVC de 150 mm de diâmetro e 8 cm de altura, um saco plástico, uma proveta graduada de 1000 mL ou de 500 mL, um bate estaca, um relógio com cronômetro e um galão contendo 200 L (ou vários de menor volume) de água limpa (Figura 8).

Em cada jazida o técnico deve observar a partir de caminhamento na área se há diferenças na cor do substrato, na sua granulometria, tipo de vegetação, topografia, etc. Havendo diferenças acentuadas, o técnico fará duas medições em cada uma das sub-áreas identificadas por ele na jazida.

A avaliação inicia-se pela instalação do anel de infiltração, o qual deverá ser inserido no substrato até cerca de 3 cm de profundidade com ajuda do bate-estaca (Figura 9). Em seguida deve ser colocado um saco plástico sobre a superfície do solo no interior do anel, onde a água será depositada evitando-se que haja o surgimento de partículas de solo em suspensão. No interior do anel, deve-se adicionar exatos 440 mL de água. Em seguida, o plástico deve ser lentamente removido ao mesmo tempo que se dispara o cronômetro. O tempo deve ser medido até o instante em que a água no interior do anel infiltre-se completamente no solo (momento em que se observa a formação de espelhamento da superfície do solo). Essa operação deve ser repetida no mesmo ponto até que se perceba que os tempos de infiltração medidos em uma repetição e na seguinte sejam bem parecidos. Calcula-se a taxa de infiltração (*TI*) por meio da seguinte fórmula:

$$TI \text{ (cm/h)} = 2,5 / (\text{média do tempo em horas das duas últimas leituras})$$



Figura 09

Cronometragem do tempo de infiltração da água adicionada no cilindro.

Avaliando as taxas de infiltração nos tratamentos com e sem adição de solo superficial observa-se uma grande diferença dessa propriedade do solo entre as jazidas estudadas e a influência da adição do solo superficial em cada uma delas.

A menor taxa de infiltração de água ocorreu na jazida HJ-123 (no município de Macau) na área sem adição de solo superficial, onde o substrato apresentou taxa de infiltração quase igual a zero (Tabela 6). Curiosamente, observou-se nessa jazida que quando a água era adicionada ao substrato ocorria um claro efeito de expansão/inchamento do solo dentro do anel, fato que provavelmente deve levar à redução imediata da porosidade do solo. No entanto, na jazida HJ-123, assim como nas jazidas ZJ-111-2 (município de Pendências) e DJ-118-1 (município de Assú), a adição de solo superficial aumentou significativamente as taxas de infiltração de água (Tabela 6). O mesmo efeito não ocorreu nas outras 3 jazidas.

Resultados dos testes de infiltração de água no solo realizados nas seis jazidas de extração de piçarra no Rio Grande do Norte.

Jazida	Solo*	Taxa de infiltração (cm h ⁻¹)
HJ-123	ss	28,2
	p	2,2
ZJ-111-2	ss	96,5
	p	20,1
SJ-155	ss	8,3
	p	7,5
AJ-111-1	ss	8,3
	p	9,9
FJ-072	ss	21,5
	p	25,1
DJ-118-1	ss	72,8
	p	21,9

Tabela 06

SS – área com aplicação de solo superficial; p – área com substrato original da jazida (piçarra).

Sempre que a **taxa de infiltração** avaliada por esse método for **menor que 6 cm/hora**, sugere-se a **adição de uma camada de solo superficial entre 20 cm e 30 cm** de espessura sobre a jazida. Essa prática possibilitará evitar problemas de falta de infiltração e drenagem de água na área e, por sua vez, poderá também reduzir possíveis problemas em substratos com elevada salinidade.

Estratégias para recuperação das jazidas

A definição sobre as formas de se recuperar uma jazida são influenciadas diretamente por alguns fatores econômicos, ecológicos e da legislação vigente. Entre eles podem ser citados a proximidade com a vegetação da Caatinga remanescente, a urgência em se recobrir a área, a disponibilidade financeira, etc. Abaixo são descritas cinco recomendações para a recuperação de jazidas de piçarra em que a extração tenha sido encerrada, as quais se adequam a diferentes situações:

a – Isolamento da área – Esse é o método de recuperação mais barato e se aplica com maior eficácia em áreas menores (até 1 ou 2 ha), quando se nota grande presença de regeneração natural na área e vegetação nativa em seu entorno. Constitui-se simplesmente no cercamento da área, para evitar o pisoteio ou pastejo da vegetação regenerante por animais, e na construção de aceiros contra incêndios. A recuperação/revegetação da área por esse método ocorre em médio prazo (5 a 10 anos), sem a necessidade de maiores intervenções.

b – Retirada dos fatores de degradação – Essa técnica engloba as condições e as ações apresentadas no item anterior, mas em adição, se faz necessário interromper a ação de processos de degradação. Esses processos podem envolver, por exemplo, aspectos ligados à erosão hídrica, havendo a necessidade de providenciar a drenagem ou outra forma de ordenamento da paisagem, etc.

c - Condução da regeneração natural – Essa técnica é conduzida em situações similares àquela descrita no item “a”, mas prevê um nível maior de intervenção, por meio de ações realizadas para favorecer o

desenvolvimento da regeneração natural. Tais ações envolvem geralmente a capina seletiva da vegetação rasteira para favorecer o desenvolvimento de espécies arbóreas, o coroamento de plantas arbóreas jovens, adubação da área, etc. Quando necessário, executa-se as ações previstas na estratégia “b”.

d – Enriquecimento de espécies com mudas e/ou sementes – Diferentemente das outras estratégias, esta pode ser executada em áreas maiores e com menor disponibilidade de propágulos no entorno. Normalmente se adequa a situações quando já existe uma cobertura vegetal no local que se quer recuperar, no entanto, há um predomínio de poucas espécies e a área encontra-se estagnada nos primeiros estágios da sucessão ecológica. Nestes casos, é usual efetuar o plantio de mudas de espécies arbóreas visando aumentar a riqueza (a quantidade) de espécies na área. Outra estratégia muito utilizada é a aplicação de solo superficial, oriundo da abertura de novas locações em áreas próximas originalmente contendo vegetação nativa. Com ele, é possível trazer o banco de sementes existente no solo, com o objetivo de acelerar o processo de sucessão ecológica. A aplicação de solo superficial também pode ser utilizada em passivos ambientais (grandes áreas que ainda não foram plantadas), ou em áreas onde não haja regeneração natural.

e – Plantio de mudas – Essa estratégia é a mais indicada quando a área a ser recuperada não apresenta capacidade de se recuperar por processos naturais em médio prazo. São áreas onde o solo apresenta-se quase na totalidade desprovido de vegetação ou a vegetação predominante é de apenas poucas espécies gramíneas e /ou outras herbáceas de pequeno porte. Nessas áreas, portanto é recomendado o plantio de mudas de plantas arbóreas com a aplicação de solo superficial (camada em torno de 5 cm de espessura) quando disponível. Essa estratégia tem como vantagem o fato dela poder ser aplicada em área de qualquer do tamanho e condição em um curto espaço de tempo. Como desvantagem, no entanto, ela apresenta o mais alto custo de execução, relativo às estratégias anteriores. Por ser a etapa que demanda maior conhecimento técnico, é a que terá maior detalhamento nesse manual.

A Figura 10 apresenta um fluxograma de tomada decisão que indica em quais situações cada estratégia é a mais indicada.

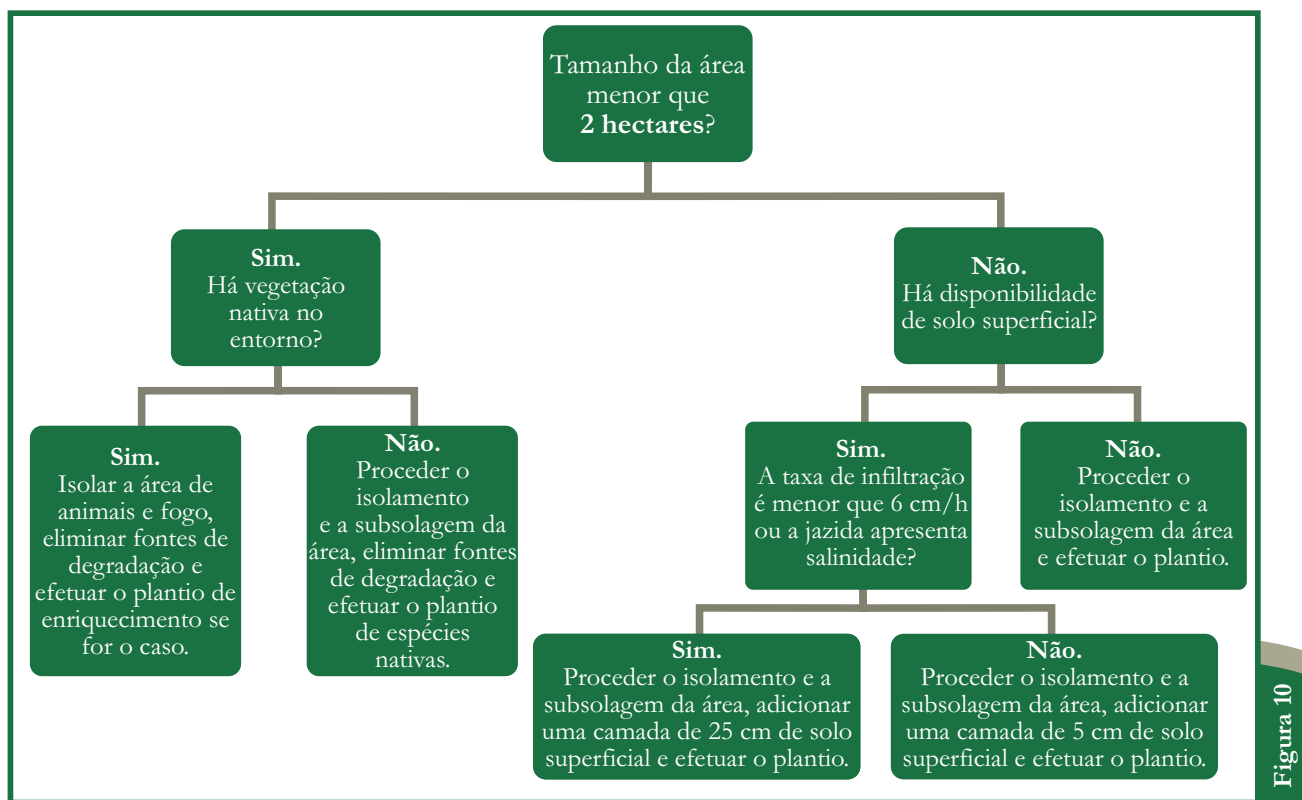


Figura 10

Fluxograma para tomada de decisão sobre as estratégias de plantio a serem adotadas na recuperação de jazidas de extração de piçarra.

Escolha das espécies e densidade de plantio

Essa é uma das primeiras etapas de planejamento da recuperação. Sugere-se uma listagem preliminar com 11 espécies testadas e que possuem bom desenvolvimento em áreas de extração de piçarra (Tabela 7). A densidade de plantio sugerida para cada uma ajudará o técnico na tomada de decisão e na composição do plantio com outras espécies não citadas nessa listagem. De maneira geral, sugere-se que algumas das espécies listadas sejam plantadas em maior densidade uma vez que elas são capazes de se adaptar a diversas situações e em consórcio com outras espécies com papel de aumentar a biodiversidade da área.

Espécies recomendadas para plantio nas jazidas de extração de piçarra na Caatinga.

Espécie (nome vulgar)	Densidade recomendada	Local de plantio
<i>Eritrina velutina</i> (Mulungu)	Alta	Talude/área plana
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Jurema)	Alta	Talude/área plana
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> (Sabiá)	Alta	Talude/área plana
<i>Enterolobium timbouva</i> (Timbaúba)	Baixa	Área plana
<i>Caesalpinia ferrea</i> (Jucá)	Alta	Área plana
<i>Acacia farnesiana</i> (Farnesiana)	Baixa	Talude/área plana
<i>Myracrodruon urundeuva</i> (Aroeira)	Baixa	Área plana
<i>Parkinsonia aculeata</i> (Turco)	Baixa	Talude/área plana
<i>Tabebuia caraiba</i> (Caraibeira)	Baixa	Área plana
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> (Pereiro)	Baixa	Área plana
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Ipê Roxo)	Média	Área plana

Tabela 07

Alta – até 15% dos indivíduos por hectare; média – entre 5 e 10% dos indivíduos por hectare; baixa – inferior a 1% dos indivíduos por hectare. É importante considerar um mínimo de 20 espécies por hectare.



Etapas pré-plantio

Cercamento da área e combate a formigas

Entre as etapas de pré-plantio, o isolamento da área do pisoteio e do pastejo animal é de primordial importância. Boa parte das perdas das mudas nas etapas iniciais pode ser ocasionada pelo pisoteio e/ou pastejo. Dessa forma, deve-se construir uma cerca suficientemente bem feita e direcionada ao tipo de rebanho existente na área. Se o predomínio for de caprinos e ovinos, faz-se necessário um telado ou o arame farpado com mais de 8 fios (recomenda-se 10 fios).

A presença de formigas cortadeiras não tem sido relatada como um grande problema nas jazidas. No entanto, sua incidência e o combate, caso necessário, devem ser avaliados antes do início do plantio. Havendo a presença de formigas cortadeiras, o combate deve ser realizado pelo menos 30 dias antes do início do plantio das mudas no campo, seguido de inspeções mensais após o plantio. O combate deve ser feito na área e em seu entorno até um raio de 200 m além da cerca.

Podem ser utilizadas iscas granuladas formicidas à base de polpas cítricas ou de maçã, ou granulados a base de sulfluramida. Sua aplicação dar-se-á nos carreiros dos formigueiros, próximos, mas nunca dentro dos olheiros, preferencialmente no horário de maior movimento das formigas (início da manhã ou fim da tarde). O produto não poderá ser utilizado em dias de chuva. Recomenda-se sua colocação sempre em porta iscas para evitar o contato direto com a umidade do solo antes do carregamento pelas formigas.

A dosagem recomendada varia em função da marca do produto utilizado e da intensidade de infestação. Em geral, adiciona-se 20 g de isca por m² de formigueiro quando a infestação é de saúvas (*Atta* spp.) e quenquéns (*Acromyrmex* spp.), podendo chegar a 30 g por m² de formigueiro em infestações mais intensas. A área do formigueiro é obtida a partir da multiplicação do maior comprimento e maior largura dos murundus (terra solta sobre o solo, depositada pelas formigas). Outra recomendação importante é a de manter a maior área possível com cobertura vegetal de espécies de ocorrência espontânea, que normalmente são cortadas preferencialmente pelas formigas.

Marcação das covas

A marcação das covas não é uma atividade obrigatória, mas facilita a atividade de plantio para equipes que ainda não possuem grande experiência.

Nas áreas de taludes, o plantio deverá ser realizado em curva de nível. A linha mestra será demarcada a partir da topografia expedita com nível de borracha ou pé-de-galinha e marcada com auxílio de enxadão. O espaçamento nos taludes precisa ser um pouco mais adensado que nas demais áreas de menor declividade, com vistas a efetuar sua rápida cobertura e proteção contra a erosão. Recomenda-se um espaçamento de 2 x 2 m (2500 plantas/ha), ficando uma cova no vértice de cada quadrado. **Quando disponível, o solo superficial deve ser preferencialmente depositado nas áreas de talude, com o objetivo de favorecer a rápida cobertura do solo.**

Em áreas planas, ou com pequena declividade a recomendação é a de utilizar plantios com 3 metros entre linhas e 2,0 m entre plantas (1666 plantas/ha) para que seja possível compatibilizar uma rápida cobertura da área com economia no plantio.

Coveamento

As covas deverão ter um mínimo de 30 x 30 x 30 cm (L x L x P) em áreas planas e de pelo menos 20 x 20 x 20 cm, em área de talude. Essa atividade deve ser realizada com auxílio de enxadão ou coveadeiras mecânicas apropriadas (perfuradores de solo)(Figura 11).





Figura 11

Coveamento para o plantio das mudas.

Recomenda-se que o coveamento seja feito preferencialmente antes do início do período das águas. Assim, pode-se concentrar toda a equipe nas atividades de plantio durante o período das chuvas. Ao longo do período das águas, os dias com temperaturas mais elevadas devem ser utilizados para atividades de preparo da área e coveamento, enquanto o plantio propriamente dito deve ser realizado em dias com temperaturas mais amenas.

Adubação

A adubação dependerá de análise prévia do solo. No entanto, na impossibilidade desta, deverá ser feita adubação com nitrogênio, micronutrientes e fósforo. Bons resultados têm sido obtidos com a aplicação de 10 g/cova de FTE BR12, como fonte de micronutrientes, e de 60 g/cova de termofosfato, ambos aplicados no plantio para todas as mudas (Figura 12). É recomendável a adubação com 2 a 3 L de esterco curtido ou composto orgânico por cova. Para as espécies que não pertencerem ao grupo de plantas fixadoras de nitrogênio (não-leguminosas em geral), deve-se adicionar 20 g/cova de uréia em cobertura após os primeiros tratos culturais, que deverão ser feitos ao fim do período chuvoso (60 a 120 dias após o plantio).



Figura 12

Adubação das covas para plantio.

Transporte das mudas e distribuição das espécies no campo

O transporte do viveiro para o local definitivo no campo deve ser feito em veículo apropriado (caminhão ou similar), protegidos da chuva, sol e vento excessivos e também da trepidação intensa do veículo, evitando amassar e abafar as mudas. O uso de capotas fechadas ou lonas é sempre indicado e tão mais necessário quanto maior a distância entre o local de produção das mudas e o de seu plantio. Deve-se cuidar para que essas lonas não sejam vazadas demais a ponto de expor a ponteira das mudas ao vento, e assim ressecá-las, e nem muito fechada, a ponto de criar um ambiente de calor intenso. Após o carregamento do veículo, é recomendada irrigação nas mudas, objetivando tornar menos intenso os efeitos do transporte (Figura 13).



Figura 13

Transporte de mudas do viveiro para o local de plantio.

O uso de caixas plásticas fabricadas em PEAD (polietileno de alta densidade) utilizadas normalmente para transporte de frutas, aves, etc., é uma boa alternativa para o transporte de mudas do veículo até o local de plantio. O tamanho indicado deve ter medida aproximada de 60 x 40 x 25 cm (C x L x H). A utilização de cores de caixas distintas para plantas leguminosas (verde), pioneiras (azul) e secundárias (vermelha), por exemplo, facilita muito a distribuição das mudas no campo. Essa separação deve ser feita no viveiro de produção de mudas, quando do carregamento do caminhão, ou no local de plantio.

Chegando ao destino final, é importante que as mudas sejam descarregadas em local sombreado e irrigadas até aguardarem o plantio definitivo, caso esse não seja realizado imediatamente.

A distribuição das espécies na área de plantio deve ser aleatória, considerando as espécies recomendadas para cada área, ou seja, sem um ordenamento sistemático, com vistas a facilitar as ações de campo. Podem ser colocadas numa mesma caixa, espécies de diferentes famílias e grupos ecológicos, **predominando um mínimo de 50% de leguminosas fixadoras de nitrogênio atmosférico e pelo menos 85% de espécies do grupo ecológico pioneiras**. Os 15% restantes serão de espécies secundárias iniciais e tardias (Figura 14).



Figura 14

Procedimento para distribuição das mudas nas jazidas.

Plantio

As etapas do plantio devem ser efetuadas tão logo se inicie as chuvas (janeiro a março, a depender do ano) e se estender preferencialmente somente até o mês anterior ao fim da precipitação (normalmente abril a junho). O plantio deverá ser realizado exclusivamente em dias nos quais a temperatura não esteja excessivamente elevada, preferencialmente, após ou durante as chuvas e em dias nublados, com o objetivo de reduzir a mortalidade de mudas nessa ocasião.

As mudas, depois de distribuídas pela equipe, deverão ser colocadas nas covas já adubadas. Deve-se ter o cuidado de retirar o saco plástico mantendo o torrão o mais intacto possível. Evitar ainda não enterrar demais e nem de menos as mudas e compactar satisfatoriamente ao redor da mesma ao término do plantio, de modo a não danificar a estrutura do bloco da muda (Figura 15).

Em casos excepcionais, onde haja a necessidade de plantio nos meses finais da estação chuvosa, recomenda-se o uso de condicionadores de umidade do solo. Entre os condicionadores

estão o esterco ou composto orgânico (utilizar até 3 L por cova) ou o polímero conhecido comercialmente como Hidrogel. Para o uso do Hidrogel, recomenda-se adicionar cerca de 500 g em 200 L de água e após 2 horas, adicionar 1 L dessa mistura em cada cova ainda aberta e em seguida plantar as mudas. Embora esse condicionador não seja uma fonte de nutrientes como o esterco ou o composto orgânico, sua retenção de água por 10 a 15 dias pode favorecer o estabelecimento inicial das espécies, principalmente em meses onde a presença de veranicos é constante.



Figura 15

Plantio das mudas na cova.

Manutenção das áreas implantadas

As operações pós-plantio se iniciam imediatamente após o plantio, principalmente o combate a formigas. É nesse momento que os ataques desse inseto costumam ser mais intensos e mais danosos às mudas. Outras atividades pós-plantio incluem o controle da matocompetição, a vistoria das cercas, a criação de aceiros e adubações de cobertura.

Combate a formigas cortadeiras após o plantio

O combate a formigas cortadeiras deve ser feito a partir de inspeções mensais. A supervisão deve ser realizada nas áreas já plantadas e também em seu entorno, e será realizada com os mesmos produtos e recomendações feitas para o plantio. Em geral, nas jazidas, a recomendação de manutenção para o controle de formigas é de 100 g de isca formicida por hectare plantado, em áreas

onde o combate prévio foi considerado eficiente. O combate às formigas não deve ser abandonado e sempre que for feita alguma intervenção na área como capinas, adubações, etc., deve ser realizada a inspeção da presença de formigas e efetuado o seu controle. Cerca de 8 meses após o plantio as supervisões podem ser menos constantes e o controle deve ser feito em casos em que se constatar um dano mais pronunciado.

Roçadas pós-plantio

As roçadas pós-plantio devem ser feitas conforme a necessidade. Inicialmente estima-se a necessidade de 2 a 3 roçadas de manutenção, em áreas onde se adicionou solo superficial, nos dois primeiros anos. **O acompanhamento visual deve ser o fator determinante da necessidade de se efetuar essa prática.** As roçadas podem ser feitas com auxílio de roçadeiras costais ou laterais, foices, etc., de acordo com as possibilidades das áreas e disponibilidade de mão-de-obra. É importante que o material vegetal proveniente das roçadas nas entrelinhas, seja depositado próximo a muda, com o objetivo de reter a umidade e fornecer nutrientes para as plantas.

Coroamento

O coroamento deve ser efetuado antes da adubação de cobertura, por volta de 90 dias após o plantio, em áreas onde se adicionou solo superficial, ou quando se constatar a necessidade. O coroamento deve ser feito num raio de 0,75 m ao redor da muda. Nessa operação, há de se tomar os devidos cuidados para não causar ferimentos no caule das mudas.

Adubação de cobertura

A adubação de cobertura é importante para espécies não leguminosas. Elementos muito solúveis como o nitrogênio e o potássio quando aplicados no plantio possuem baixo aproveitamento pela planta uma vez que as mudas ainda encontram quantidade suficiente desses nutrientes no substrato utilizado para sua produção. Recomenda-se que a adubação de cobertura seja feita após os primeiros tratos culturais, cerca de 90 dias após o plantio ou no início da estação chuvosa do ano seguinte, com a aplicação de 20 g/cova de uréia em espécies não leguminosas. O cloreto de potássio (KCl) deve ser aplicado de acordo com a necessidade diagnosticada pela análise do solo do local ou a sintomas de deficiência identificados na planta.

Insumos, produtividade esperada e EPIs necessários para o plantio de mudas florestais em áreas de extração de piçarra

No anexo 3 encontram-se os insumos e produtividades esperadas para o plantio de 1 ha em áreas de extração de piçarra. Estes valores servem apenas como referência e dependerão de outros fatores como análise de solo, normatização específica de questões trabalhistas, experiência da mão-de-obra, necessidade de ordenamento da paisagem na jazida, entre outros fatores. O objetivo dessas tabelas é tão somente de servirem como balizadores para o planejamento e dimensionamento desses itens e não como um instrumento de fiscalização ou controle de produtividade, pois adaptações locais sempre são necessárias e fazem esses valores variarem bastante. Outra preocupação importante é com o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Na Tabela 8 também são indicados os EPIs mínimos necessários para garantir a segurança do trabalhador nas diferentes etapas do plantio.



Listagem de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) necessários para diferentes etapas de recuperação de áreas de extração de piçarra.

Etapas	EPIs
Análise de solo	1
Combate a Formiga	1, 2 e 4
Coroamento	1
Coveamento	1
Adubação/calagem	1 e 2
Transporte das mudas	1, 2 e 3
Distribuição das mudas	1
Plantio das mudas	1
Manutenção do reflorestamento	1

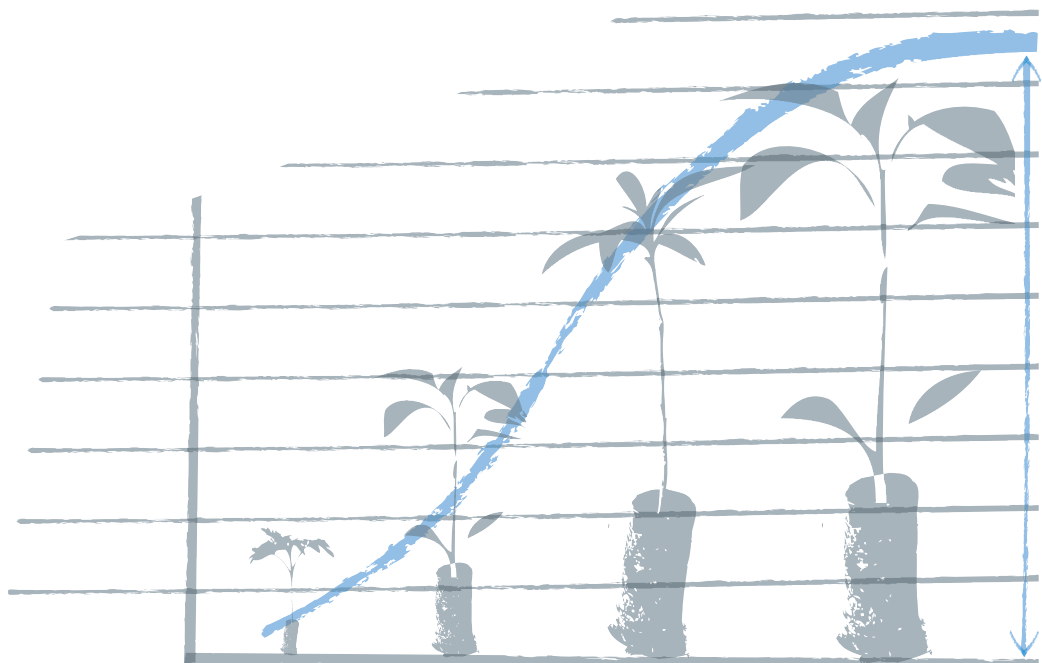
Tabela 08

1 - Perneira, luva de couro, bota, protetor solar, calça, camisa de manga comprida, boné ou capacete. 2 - Capacete, viseira ou óculos. 3 - Protetor auricular. 4 - Luva de borracha descartável em substituição à luva de couro, máscara anti-pó.

Avaliação do desenvolvimento de espécies arbóreas em jazidas de extração de piçarra

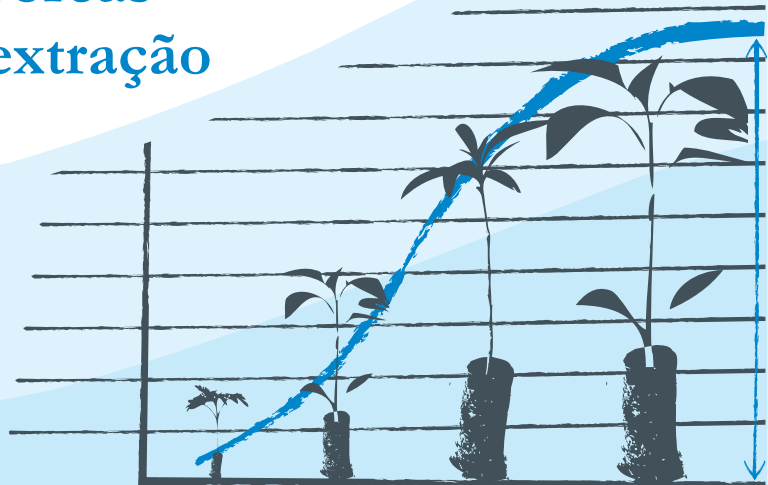
Autores:

Guilherme Montandon Chaer
Cid Rodrigo Cavalcanti de Azevedo
Carlos Abraham de Knecht Miranda
Bárbara Prates Carpeggiani
Khadidja Dantas Rocha de Lima
José Erivaldo Araújo
Alessandro de Paula Silva
Alexander Silva de Resende



4

Avaliação do desenvolvimento de espécies arbóreas em jazidas de extração de piçarra



Em março de 2008 foi implantado um ensaio experimental em campo com a finalidade de identificar espécies e modelos de recuperação de áreas degradadas por exploração de piçarra no Estado do Rio Grande do Norte. Foram selecionadas seis jazidas para condução do estudo, onde foram avaliados os efeitos dos métodos de plantio (com ou sem deposição de solo superficial) e da adubação (com ou sem adição de esterco na cova de plantio) sobre o desenvolvimento de espécies de leguminosas arbóreas e arbustivas fixadoras de nitrogênio, e de outras espécies de leguminosas não-nodulantes e de não-leguminosas, em sua maioria, nativas da Caatinga. Esse estudo e seus resultados são frutos do termo de cooperação técnica celebrado entre a Embrapa, a PETROBRAS (UO-RNCE), a Universidade Federal do Semi Árido (UFERSA) e a Fundação Guimarães Duque (FGD). Nesse capítulo são apresentados os principais resultados relativos ao desenvolvimento das plantas sob as diferentes condições testadas.

Descrição do experimento

O experimento foi implantado em cinco jazidas licenciadas e em atividade ou não, inseridas na área de atuação do Ativo de Produção de Alto do Rodrigues, RN, e em uma jazida, não mais

em atividade, inserida na área de atuação do Ativo de Produção de Mossoró, RN. Todas as seis jazidas pertencem a terceiros e foram cedidas à PETROBRAS para extração de piçarra. A identificação das jazidas é feita no capítulo 3 (Tabela 3).

Em cada jazida foi selecionada uma área homogênea com relevo relativamente plano para a instalação do ensaio. Todas as seis áreas foram isoladas com arame farpado ou tela para evitar o pisoteio e pastejo animal. Os fatores estudados foram (1) aplicação de solo superficial, (2) aplicação de esterco na cova de plantio e (3) espécie vegetal. Esses tratamentos foram dispostos em um delineamento em blocos (jazidas) com parcelas sub-subdivididas (solo superficial na parcela, esterco na subparcela e espécie arbórea na sub-subparcela) conforme esquematizado na Figura 16.

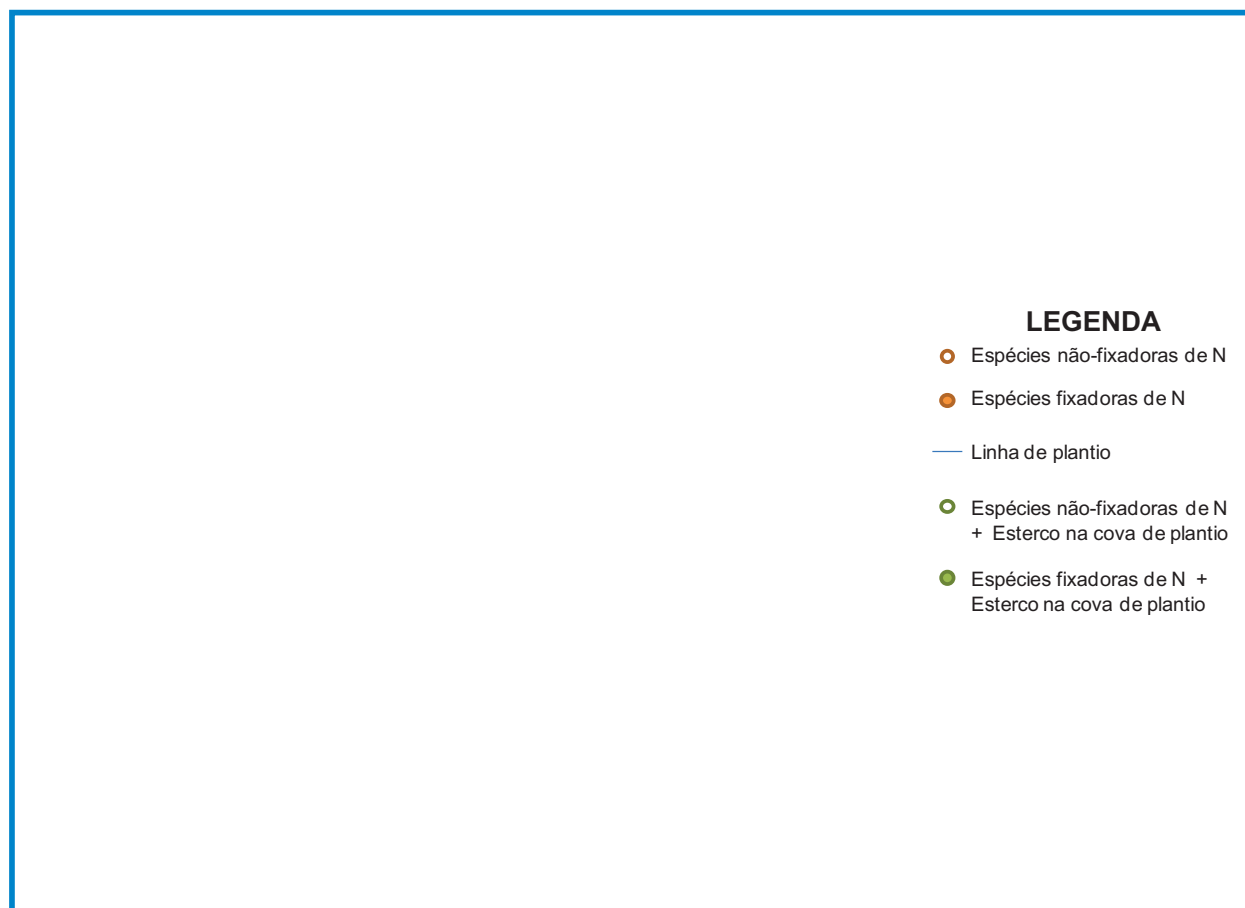


Figura 16

Esquema de alocação dos tratamentos experimentais adotado nas 6 jazidas de extração de piçarra.

As parcelas com e sem aplicação de solo superficial possuíam área de 20 x 40 m cada. O solo superficial usado foi proveniente da abertura de novas locações de poços de petróleo próximas a cada uma das jazidas; portanto, as características químicas e físicas do material aplicado em cada jazida eram relativamente distintas, conforme resultados de análises apresentados na Tabela 9 e nas Tabelas 4 e 5 do Capítulo 3 deste manual. O solo superficial foi distribuído na área com a ajuda de um trator de esteira de modo a formar uma camada de aproximadamente 20 cm de espessura (Figura 17).

Caracterização química do solo superficial aplicado em cada jazida de extração de piçarra.

Jazida	pH	Al	Ca+Mg	Ca	Mg	P	K	C-org
		 Cmolc dm ⁻³				 mg dm ⁻³		%
HJ-123	5,8	0,03	4,7	3,0	1,68	3,34	88	0,54
ZJ-111-2	5,3	0,15	1,2	0,9	0,31	1,79	33	0,11
SJ-155	7,9	0,00	18,9	16,8	2,19	0,92	86	0,76
AJ-111-1	8,0	0,00	16,6	14,7	1,92	1,56	78	0,65
FJ-072	7,8	0,00	22,1	17,0	5,13	5,03	325	0,89
DJ-118-1	5,3	0,06	1,5	0,9	0,60	3,41	157	0,18

Tabela 09





Deposição de solo superficial em uma das jazidas oriundo de áreas de novas locações de poços de petróleo próximas.

Cada parcela foi subdividida em duas subparcelas onde em uma delas aplicou-se 2 L de esterco bovino na cova de plantio em suplemento à adubação de base (40 g de superfosfato simples e 10 g de FTE-BR-12 por cova). Essas subparcelas, foram, ao seu turno, subdivididas em duas sub-subparcelas onde foram plantadas mudas de dez espécies de leguminosas fixadoras de N e mudas de dez espécies de leguminosas não-nodulantes ou de não-leguminosas (Tabela 10). Todas as espécies foram inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares durante a fase de formação da muda, enquanto que as espécies de leguminosas fixadoras de N foram também inoculadas com estirpes de rizóbio selecionadas. As mudas foram plantadas em espaçamento de 2 x 2 m sendo cada espécie disposta em uma única linha de plantio contendo cinco indivíduos por cada tratamento com ou sem solo superficial e com ou sem esterco. Foram também mantidas em área anexa ao experimento duas parcelas controle, uma com e outra sem solo superficial, onde não foi efetuado o plantio de mudas de modo a permitir a avaliação em longo prazo da regeneração natural sob essas condições.

Espécies leguminosas e não-leguminosas arbóreas testadas para recuperação das jazidas de extração de piçarra.

Espécies leguminosas fixadoras de N	Espécies não-leguminosas ou leguminosas não-nodulantes
1. Mulungu (<i>Eritrina velutina</i>)	11. Neen (<i>Azadirachta indica</i>)*
2. Gliricidia (<i>Gliricidia sepium</i>)*	12. Aroeira (<i>Myracrodruon urundeuva</i>)
3. Jurema preta (<i>Mimosa tenuiflora</i>)	13. Turco (<i>Parkinsonia aculeata</i>)
4. Guachapelle (<i>Pseudosamanea guachapelle</i>)*	14. Caraibeira (<i>Tabebuia caraiba</i>)
5. Angustissima (<i>Acacia angustissima</i>)*	15. Tento (<i>Adenanthera pavonina</i>)*
6. Sabiá (<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>)	16. Pereiro (<i>Aspidosperma pyrifolium</i>)
7. Timbaúba (<i>Enterolobium timbouva</i>)	17. Ipê roxo (<i>Tabebuia impetiginosa</i>)
8. Jucá (<i>Caesalpinia ferrea</i>)	18. Aroeirinha (<i>Schinus terebinthifolia</i>)
9. Caliandra (<i>Caliandra selloi</i>)*	19. Cumaru (<i>Amburana cearenses</i>)
10. Farnesiana (<i>Acacia farnesiana</i>)	20. Catingueira (<i>Caesalpinia bracteosa</i>)

Tabela 10

* espécies exóticas da flora da Caatinga.

Avaliações realizadas

Ao longo do período experimental foram realizadas medições de altura das árvores nos diferentes tratamentos aplicados nas seis jazidas. As datas de avaliação variaram entre as áreas, mas de maneira geral concentraram-se aos 10, 95, 136, 360, 510 e 660 dias após o plantio. Em cada data de avaliação, também foi quantificado o percentual de sobrevivência das árvores.

Em complemento à medida de altura total, foram realizadas medições do diâmetro de copa das árvores, do percentual de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) interceptada pelas folhas, da

taxa de cobertura do solo, além de características químicas, físicas e biológicas do solo. Por questões práticas as avaliações aqui apresentadas ficarão restritas ao desenvolvimento das plantas nas jazidas.

Crescimento e sobrevivência das espécies arbóreas aos 22 meses após o plantio

O crescimento aos 22 meses após o plantio, considerando a média de todas as espécies arbóreas plantadas, foi relativamente similar entre as jazidas, exceto na jazida HJ-123 onde as árvores não se desenvolveram bem. A média geral de altura das árvores nas jazidas variou de 1,49 m na Jazida DJ-118-1 a 1,22 m na jazida FJ-072, enquanto que na jazida HJ-123 essa média foi de 0,88 m de altura (Tabela 11). O mesmo padrão foi observado para a taxa de crescimento a qual foi relativamente homogênea nas jazidas DJ-118-1, AJ-111-1, FJ-072, SJ-155 e ZJ-111-2 (de 4,5 a 5 cm/mês), e significativamente menor na jazida HJ-123 (2,2 cm/mês).

Em contraste à altura e à taxa de crescimento, a taxa de sobrevivência média das mudas foi bastante variável entre as jazidas. A maior taxa de sobrevivência foi encontrada nas jazidas de ZJ-111-2 (91%) e FJ-072 (83%) e as menores nas jazidas HJ-123 (49%) e DJ-118-1 (60%).

Como já destacado no Capítulo 3, o substrato da jazida de HJ-123 apresentou baixíssima taxa de infiltração de água e elevado teor de sódio. Esses fatores foram responsáveis pelo baixo desempenho das mudas nessa jazida. Já na jazida DJ-118-1, a baixa taxa de sobrevivência foi devido à reativação do processo de extração de piçarra naquela jazida, e à decorrente geração de poeira, que prejudicou muito o desenvolvimento das plantas. Isso indica que na Caatinga, em função do prolongado período seco, a recuperação das jazidas deve ser realizada somente após o encerramento da atividade de extração da piçarra.

Altura, taxa de crescimento e taxa de sobrevivência médias das mudas em cada jazida. Os valores correspondem às médias das árvores de todos os tratamentos avaliados.

Jazida	Altura média (m)	Tx. de crescimento média (cm/mês)	Tx. de sobrevivência (%)
HJ-123	88 b	2,2 b	49 d
ZJ-111-2	137 a	4,5 a	91 a
SJ-155	141 a	4,5 a	76 b
AJ-111-1	131 a	4,4 a	79 b
FJ-072	122 ab	4,5 a	83 ab
DJ-118-1	149 a	5,0 a	60 c

Tabela 11

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

Comparando o efeito da aplicação de solo superficial sobre as variáveis analisadas constatou-se que esse material não alterou a altura ou a taxa de crescimento das espécies aos 22 meses após o plantio, considerando a média de todas as espécies nas seis jazidas estudadas. No entanto, uma análise mais detalhada do efeito da aplicação do solo superficial mostrou que este tratamento causou um decréscimo significativo no crescimento das espécies do grupo não-fixadoras de N. A adição de solo superficial também afetou negativamente a sobrevivência de ambos os grupos de espécies em 13%, com um efeito proeminente no grupo de não-fixadoras o qual apresentou uma taxa média de sobrevivência de apenas 56%.

Esses resultados são contrastantes com o que têm se observado na recuperação de áreas degradadas em regiões úmidas do Brasil (ex., Parrotta e Knowles 1999, Reis 2006, Salomão *et al.* 2007). Vários aspectos podem explicar essas diferenças, como a textura arenosa do solo superficial adicionado nas jazidas avaliadas, o qual provavelmente limitou a disponibilidade de água para a vegetação durante a estação seca. Adicionalmente, nessas áreas houve um desenvolvimento profuso da vegetação herbácea durante a estação chuvosa que pode ter acentuado a limitação de água para as mudas durante o início da estação seca. É necessário considerar também que, conforme já discutido no capítulo anterior, a fertilidade do subsolo remanescente da extração da piçarra dos locais avaliados é naturalmente superior (maior saturação por bases) do que aquela normalmente encontrada em regiões úmidas do país, fato que pode ter contribuído para o bom desenvolvimento das mudas plantadas nas áreas sem adição de solo superficial.

O tratamento com aplicação de esterco na cova de plantio afetou positivamente o crescimento das mudas. As mudas adubadas com esterco foram em média 21 cm mais altas, tiveram uma taxa de crescimento 13% superior e uma taxa de sobrevivência 4% superior em relação às mudas que não receberam esse adubo orgânico.

Outra diferença marcante foi em relação ao crescimento das espécies leguminosas fixadoras de N comparado ao das leguminosas não-nodulantes ou não-leguminosas. Dessa forma, aos 22 meses após o plantio, a média geral de altura das espécies leguminosas fixadoras de N de todas as seis jazidas foi de 1,67 m enquanto que das não-fixadoras foi de 0,65 m. Resultado similar foi observado

para as taxas de crescimento dessas espécies as quais corresponderam a 5,5 cm/mês e 1,2 cm/mês, respectivamente para os dois grupos de espécies. Quanto à taxa de sobrevivência essa foi de 80 e 66%, para espécies leguminosas fixadoras de N e espécies não-fixadoras, respectivamente.

Na sequência, são apresentados os resultados específicos de crescimento das plantas em cada jazida estudada.

Jazida ZJ-111-2

Praticamente 2 anos após a implantação das áreas, nota-se que na jazida ZJ-111-2 a taxa de sobrevivência foi de 100% nas áreas onde não se adicionou solo superficial e aplicou-se esterco e de 87% quando não se adicionou esterco, tanto para espécies leguminosas quanto para não-leguminosas. Nas áreas com aplicação de solo superficial, a taxa de sobrevivência das mudas foi similar no grupo de espécies leguminosas fixadoras de N, mas, no grupo de espécies não-fixadoras, foi reduzida para 83%, quando se aplicou esterco, e para 78%, quando não se aplicou. Em relação à altura, as leguminosas apresentaram média de 2,0 m e 1,7 m com e sem aplicação de esterco, respectivamente, na área sem aplicação de solo superficial. Já as não-leguminosas, tiveram média de 1,43 e 0,93 cm, respectivamente. Esses valores indicam que as leguminosas superaram as não-leguminosas em crescimento em 40%, com adição de esterco, e 82%, sem adição de esterco. Na área onde se aplicou solo superficial as plantas apresentaram desenvolvimento cerca de 10% menor para as leguminosas e 60% menor para as não-leguminosas. Essa diferença foi menos acentuada quando se aplicou esterco.

Jazida de DJ-118-1

Na jazida DJ-118-1, o desempenho inicial das mudas, foi muito bom até que houve a retomada de extração de piçarra naquela jazida. Com isso, grande quantidade de poeira era lançada na atmosfera e vinha se depositar sobre as folhas das mudas prejudicando o desenvolvimento das mesmas. Dessa forma, a mortalidade que era muito baixa até então, chegou a quase 100% em algumas espécies.

Como o tratamento com solo superficial foi alocado mais próximo da estrada, portanto mais sujeito à deposição da poeira decorrente do tráfego de caminhões, no mesmo verificou-se o maior impacto sobre a sobrevivência e desenvolvimento das mudas. Para ilustrar o forte efeito negativo que esse evento promoveu, nas parcelas com adição de solo superficial a sobrevivência média das mudas aos 22 meses de idade esteve entre 24 e 62% e onde não se adicionou solo superficial, um pouco superior, entre 66 e 82%. Este fato mostra que para se iniciar os procedimentos de recuperação de uma jazida é necessária a definição por parte do proprietário e da empresa de que em tal jazida não haverá mais extração de piçarra. Deve ser destacado que apesar dessa dificuldade, algumas espécies conseguiram manter altos níveis de sobrevivência, entre elas a jurema, a caraibeira, a catingueira e o sabiá. Essa informação é importante para que no futuro as espécies nativas constituintes desse subconjunto componham sempre o rol de espécies a serem plantadas em todas as áreas em função de sua alta capacidade de adaptação a condições adversas.

Jazida de SJ-155

Na jazida de SJ-155 não foram observadas diferenças significativas para a adição ou não de esterco tanto para o crescimento quanto para a sobrevivência das plantas (Figura 18). No entanto, mais uma vez nos tratamentos onde se adicionou solo superficial, a mortalidade média foi maior, 33%, contra 15,5% no tratamento sem adição de solo superficial. Nessa jazida houve espécies que cresceram praticamente 2 m por ano (guachapelle e jurema) e outras que praticamente não resistiram às condições da jazida (angustíssima, caliandra e tento), principalmente quando plantadas na área com aplicação de solo superficial.

Independentemente da aplicação ou não de solo superficial, as leguminosas apresentaram média de crescimento 150% maior que as não-leguminosas ou leguminosas não-fixadoras de N.



Figura 18

Visão da jazida de SJ-155 na área sem adição de solo superficial, 17 meses após o plantio.

Jazida AJ-111-1

Na jazida AJ-111-1 a aplicação de esterco não afetou a taxa de sobrevivência das mudas (Figura 19). No entanto, a aplicação do adubo orgânico favoreceu o crescimento das plantas em altura em 48%, para o grupo das espécies leguminosas fixadoras de N, e em 7%, para o grupo das não-leguminosas ou leguminosas não-fixadoras, quando se adicionou solo superficial. Quando o plantio foi realizado diretamente sobre a piçarra esses valores foram de 15% e 10% de aumento em altura para leguminosas fixadoras de N e para o grupo de espécies não-fixadoras, respectivamente.

As taxas de sobrevivência nessa jazida foram mais elevadas na área sem adição de solo superficial sendo esta equivalente a 90 % para leguminosas fixadoras e 84% para o grupo de espécies não-fixadoras de N. Na área onde foi realizada a adição do solo superficial a taxa de sobrevivência das mudas foi de 79% para leguminosas fixadoras e de 64% para as espécies não-fixadoras.



Figura 19

Visão da jazida AJ-111-1 na área com adição de solo superficial, 17 meses após o plantio.

Jazida FJ-072

O efeito dos tratamentos testados sobre o crescimento das plantas manteve, na jazida FJ-072, o mesmo padrão observado nas demais jazidas (Figura 20). Dessa forma, a aplicação de esterco não apresentou influência sobre a sobrevivência das mudas, mas este tratamento proporcionou maior crescimento em altura das mudas de leguminosas fixadoras de N nas áreas com aplicação de solo superficial (+25%) e sem adição de solo superficial (+42%). Para as espécies não-fixadoras, a adição de esterco proporcionou um aumento de 60% em sua altura na área sem adição de solo superficial.

A sobrevivência média das leguminosas foi de 92,5% enquanto que das não-fixadoras foi de 75%. A altura média das leguminosas foi de 1,76 m e das não-fixadoras de 0,67 m. As espécies que se destacaram nas demais jazidas também mantiveram bom desempenho na FJ-072, como a jurema e o jucá. É interessante notar que algumas espécies que tiveram elevada mortalidade em outras jazidas como a calianдра e a angustíssima, nessa área apresentaram boa taxa de sobrevivência.



Figura 20

Visão da jazida FJ-072, na área sem adição de solo superficial, aos 8 meses após o plantio (período seco) e 17 meses após o plantio (período chuvoso).

Jazida HJ-123

Assim como na maioria das demais jazidas, a aplicação de esterco não favoreceu a sobrevivência das plantas na jazida HJ-123. A sobrevivência das leguminosas fixadoras de N foi de 61% quando se aplicou solo superficial e 56% quando o plantio foi realizado diretamente na piçarra. Já para as espécies não-fixadoras a sobrevivência foi de 33% na área com solo superficial e de 45% na área onde não foi aplicado esse material. No entanto, devem-se ser destacadas as espécies que não apresentaram, mesmo sob as condições limitantes dessa jazida, baixa taxa de mortalidade: o jucá, a jurema, o pereiro, a gliricidia, o sabiá e o turco.

Em relação ao crescimento das plantas, foi nessa jazida que se encontraram os menores valores médios de altura, sendo 1,10 m para as leguminosas com adição de solo superficial e 0,73 m para leguminosas sem adição de solo superficial. Para as não-leguminosas ou leguminosas não fixadoras de N esses valores foram de 0,33 e 0,30 m, na mesma ordem. Esse fato merece destaque uma vez que somente nessa jazida a área com adição de solo superficial de fato apresentou resultados superiores que na área sem adição de solo superficial. Sem dúvida as características do substrato como a baixíssima taxa de infiltração de água e a alta salinidade foram determinantes para esse resultado.

Os resultados consolidados de altura e taxa de sobrevivência nas diferentes jazidas são apresentados na Tabela 12. Os dados mostram a alta taxa de sobrevivência das espécies jucá, jurema, guachapelle, farnesiana, gliricidia, sabiá e caraibeira em todas as jazidas estudadas. Por outro lado, ficou evidenciada a baixa adaptação das espécies caliandra, angustíssima, aroeirinha e tento, as quais apresentaram crescimento aos 22 meses inferior a 1,5 m. Os resultados também mostraram que nas áreas de piçarra sem adição de solo superficial obtiveram-se os maiores valores de altura para as não-leguminosas ou leguminosas não-fixadoras e as maiores taxas de sobrevivência, independente do grupo de espécies. Por fim, os resultados mostraram a superioridade das leguminosas fixadoras de nitrogênio, as quais apresentaram resultados melhores de altura e taxa de sobrevivência.



Avaliação do desenvolvimento de espécies arbóreas em jazidas de extração de piçarra

4

Altura total e percentual de sobrevivência das espécies aos 22 meses após o plantio sob os tratamentos com e sem adição de solo superficial. Média das 6 jazidas de extração de piçarra.

Espécie (nome vulgar)	Altura (m)		Sobrevivência (%)	
	Com solo superficial	Sem solo superficial	Com solo superficial	Sem solo superficial
Leguminosas				
<i>Eritrina velutina</i> (Mulungu)	1,05	1,21	55	88
<i>Gliricidia sepium</i> (Gliricidia)*	1,68	1,32	85	92
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Jurema Preta)	2,83	3,02	97	95
<i>Pseudosamanea guachapelle</i> (Guachapelle)*	2,43	2,42	95	93
<i>Acacia angustissima</i> (Angustíssima)*	1,51	1,48	48	70
<i>Mimosa caesalpinhiifolia</i> (Sabiá)	2,05	1,81	93	87
<i>Enterolobium timbouva</i> (Timbaúba)	1,21	1,26	71	78
<i>Caesalpinia ferrea</i> (Jucá)	1,59	1,60	98	100
<i>Calliandra seloi</i> (Caliandra)*	5,2	0,91	28	42
<i>Acacia farnesiana</i> (Farnesiana)	1,63	1,89	88	90
Média	1,65	1,69	76	84

Tabela 12

* espécies exóticas da flora da Caatinga.

<i>Leguminosas não-nodulantes ou não-leguminosas</i>				
<i>Azadirachta indica</i> (Neem)*	0,91	1,60	73	90
<i>Myracrodruon urundeuva</i> (Aroeira)	0,62	0,76	75	88
<i>Parkinsonia aculeata</i> (Turco)	1,08	1,15	60	75
<i>Tabebuia caraiba</i> (Caraibeira)	0,64	0,82	93	90
<i>Adenanthera pavonina</i> (Tento)*	0,34	0,66	13	55
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> (Pereiro)	0,28	0,27	76	98
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Ipê roxo)	0,48	0,68	36	75
<i>Schinus terebinthifolia</i> (Aroeirinha)	0,35	0,54	25	55
<i>Amburana cearenses</i> (Cumaru)	0,32	0,44	40	67
<i>Caesalpinia bracteosa</i> (Catingueira)	0,45	0,48	73	63
Média	0,55	0,74	56	76

Tabela 12

* espécies exóticas da flora da Caatinga.

Diâmetro da copa das árvores

A fonte de energia de uma árvore é a luz do sol, que é transformada pelo processo de fotossíntese em energia química, e a copa é a responsável por esse processo. Dessa forma, variáveis como a superfície, a altura e o diâmetro da copa, estão diretamente relacionadas com o crescimento e a produção de uma árvore.

Os resultados das medições do diâmetro da copa de 16 das 20 espécies plantadas nas jazidas são apresentados na Tabela 13. As plantas leguminosas apresentaram diâmetro de copa superior em 88 cm relativo às espécies não-leguminosas ou leguminosas não-nodulantes. Dentre estas, se destacaram as plantas das espécies jurema, sabiá, gliricídia e farnesiana.

Outras leguminosas com crescimento de copa bem satisfatório foram o mulungu, a guachapele, a angustíssima e a caliandra. A adição de esterco na cova de plantio proporcionou um aumento no diâmetro da copa de cerca de 19 cm nas plantas não-leguminosas e de cerca de 39 cm nas leguminosas. Essas informações são importantes para definição do melhor espaçamento de plantio e devem ser consideradas quando da escolha das espécies e sua distribuição no campo, com vistas a reduzir a competição por luz e espaço entre elas.

Diâmetro das copas das espécies após 17 meses de plantio.

Espécie (nome vulgar)	Esterco na cova de plantio	Média Geral	FJ-072	DJ-118-1	ZJ-111-2	SJ-155	AJ-111-1
		-----Diâmetro de Copa (m)-----					
<i>Eritrina velutina</i> (Mulungu)	+	1,60	1,40	2,38	1,35	1,85	1,02
	-	0,93	1,34	0,90	0,71	0,53	1,18
<i>Gliricidia sepium</i> (Gliricídia)*	+	1,79	1,69	2,07	1,68	1,86	1,64
	-	1,46	0,90	2,32	1,61	1,10	1,36
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Jurema)	+	2,67	3,14	2,34	2,29	2,38	3,22
	-	2,62	2,32	1,99	2,41	3,25	3,15
<i>Pseudosamanea guachapelle</i> (Guachapele)	+	1,03	1,28	1,11	0,93	0,81	1,02
	-	0,89	0,80	1,39	0,76	0,86	0,64
<i>Acacia Angustissima</i> (Angustíssima)	+	1,51	1,49	2,10	1,12	1,34	1,50
	-	0,85	0,72	1,11	0,89	1,08	0,43

Tabela 13

<i>Mimosa caesalpiifolia</i> (Sabiá)	+	2,43	2,73	2,33	2,49	2,25	2,36
	-	2,01	1,85	2,18	2,04	2,16	1,82
<i>Enterolobium timbouva</i> (Timbaúba)	+	0,60	0,52	1,09	0,63	0,29	0,46
	-	0,44	0,27	0,98	0,41	0,28	0,26
<i>Caesalpinia ferrea</i> (Jucá)	+	1,50	3,26	0,54	1,94	1,04	0,70
	-	0,84	1,11	0,48	0,97	1,08	0,55
<i>Calliandra selloi</i> (Calliandra)*	+	1,40	1,63	0,96	1,57	1,48	1,34
	-	1,09	0,71	x	1,34	1,18	1,12
<i>Acacia farnesiana</i> (Farnesiana)	+	2,31	2,14	1,79	2,50	2,70	2,40
	-	1,82	1,37	1,69	1,40	2,46	2,17
<i>Azadirachta indica</i> (Neem)*	+	0,77	1,11	x	0,73	0,65	0,60
	-	0,45	0,22	0,33	0,38	0,81	0,50
<i>Myracrodruon urundeuva</i> (Aroeira)	+	0,62	1,09	0,28	0,86	0,17	0,71
	-	0,61	0,18	x	0,78	0,77	0,69
<i>Parkinsonia aculeata</i> (Turco)	+	1,74	x	x	1,42	1,92	1,87
	-	1,38	x	x	0,71	2,13	1,30
<i>Tabebuia caraiba</i> (Caraibeira)	+	0,64	0,74	0,48	0,64	0,62	0,70
	-	0,55	0,65	0,40	0,58	0,71	0,40
<i>Adenanthera pavonina</i> (Tento)*	+	1,04	x	x	1,54	x	0,54
	-	0,62	x	x	0,69	0,52	0,65
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> (Pereiro)	+	0,21	0,15	0,29	0,36	0,12	0,14
	-	0,19	0,23	0,11	0,31	0,11	0,19
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Ipê Roxo)	+	0,52	0,43	0,42	1,02	0,42	0,33
	-	0,36	0,52	0,12	0,53	0,35	0,45
<i>Schinus terebinthifolia</i> (Aroeirinha)	+	0,94	1,31	0,52	1,50	0,87	0,49
	-	0,50	0,63	0,16	0,92	0,43	0,35

x – houve mortalidade de todas as plantas do tratamento. * espécies exóticas da flora da Caatinga.

Considerações Finais

No trabalho de pesquisa descrito no capítulo 4 foi testado, nas jazidas de piçarra, o desenvolvimento tanto de espécies nativas da flora da Caatinga quanto de algumas espécies exóticas da flora desse bioma. O objetivo de incluir tais espécies no estudo experimental foi justamente e tão-somente de comparar o seu desenvolvimento com o das espécies nativas. Sendo assim, não é objetivo dos autores recomendar, ou mesmo sugerir o emprego de espécies exóticas em plantios com o fito de recuperação de áreas degradadas. Ademais, ressaltamos que qualquer cogitação acerca do plantio de qualquer espécie exótica para a recuperação de áreas degradadas pressupõe necessariamente a satisfação simultânea de duas condições imprescindíveis: (I) o conhecimento factual da inexistência de espécies nativas com potencial ecológico semelhante àquele da espécie exótica sob exame e com potencial de crescimento satisfatório nas condições existentes da área a ser recuperada; (II) a certeza factual de que a espécie exótica sob exame não possui propriedades biológicas que lhe confirmam o potencial de se tornar uma espécie invasora dos ecossistemas naturais.

Apesar dos ótimos resultados obtidos nesse trabalho, fruto da experiência da Embrapa em recuperação de áreas degradadas, mas principalmente das informações geradas no Termo de Cooperação Técnica em questão, firmado entre a PETROBRAS (UO-RNCE), Embrapa, UFERSA e FGD, consideramos que estudos adicionais são necessários para o aperfeiçoamento das tecnologias e recomendações técnicas aqui propostas. Por exemplo, há a necessidade de se testar uma gama maior de espécies nativas da Caatinga; de se acompanhar o desenvolvimento dos plantios em longo prazo, para se certificar de que os mesmos estão cumprindo, de fato, a função de recuperação ecológica do ambiente degradado; bem como de se investigar parâmetros ecossistêmicos que se prestem bem como indicadores ecológicos para o monitoramento da recuperação dos processos ecológicos das áreas.

Apesar da necessidade de avanços nas pesquisas sobre o tema aqui abordado, acreditamos que esse manual consiste em um balizador para o sucesso da recuperação de áreas da Caatinga degradadas pela extração de piçarra e que, com o nível de conhecimento atual, já é possível realizar a recuperação dessas áreas com espécies predominantemente nativas da flora desse bioma com boa probabilidade de sucesso.

Agradecimentos

Os resultados aqui apresentados e a elaboração desse manual, não seriam possíveis se não houvesse a participação de muitas pessoas, entre elas o Dr Gustavo Pereira Duda, o técnico Carlos Fernando da Cunha, o Sr João da UFERSA, além de muitos outros que cometemos a injustiça de não citar.

ANDRADE-LIMA, D. The caatingas dominium. Revista Brasileira de Botânica, 4:149-153, 1981.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília, 1992. 365 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro Nacional de Pesquisa de Solos / UEP Recife / CPATSA. ZANE. Zoneamento Agroecológico do Nordeste. 2000. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/zapenet/index.htm>> Acessado em 25/08/2010.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. & LACHER Jr., T. E. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. Revista Megadiversidade, 1:139-146, 2005.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Mapas básicos da caatinga. 2010. Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/203/_arquivos/mapas_bsicos_caatinga.pdf>. Acesso em 26/05/2010.

MMA/SBF - Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília: MMA/SBF, 2002. 404 p.

PARROTA, J.A. & KNOWLES, O.H. Restoration of tropical moist forest on bauxite-mined lands in the Brazilian Amazon. Restoration Ecology, 7:103-116, 1999.

POPINIGIS, F. Necessidades de pesquisas relacionadas à qualidade fisiológica de sementes. In: Reunión de trabajo sobre investigación y capacitación en producción y tecnología de semillas. Cali, Colombia. 1985. Anales... Cali, Colombia: CIAT, 1985.

PRADO, D. E. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds). Ecologia e conservação da Caatinga. Ed. Universitária da UFPE, Recife, PE, pp. 03-74, 2003.

REIS, L.L. Monitoramento da recuperação ambiental de áreas de mineração de bauxita na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Porto Trombetas (PA). 159 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

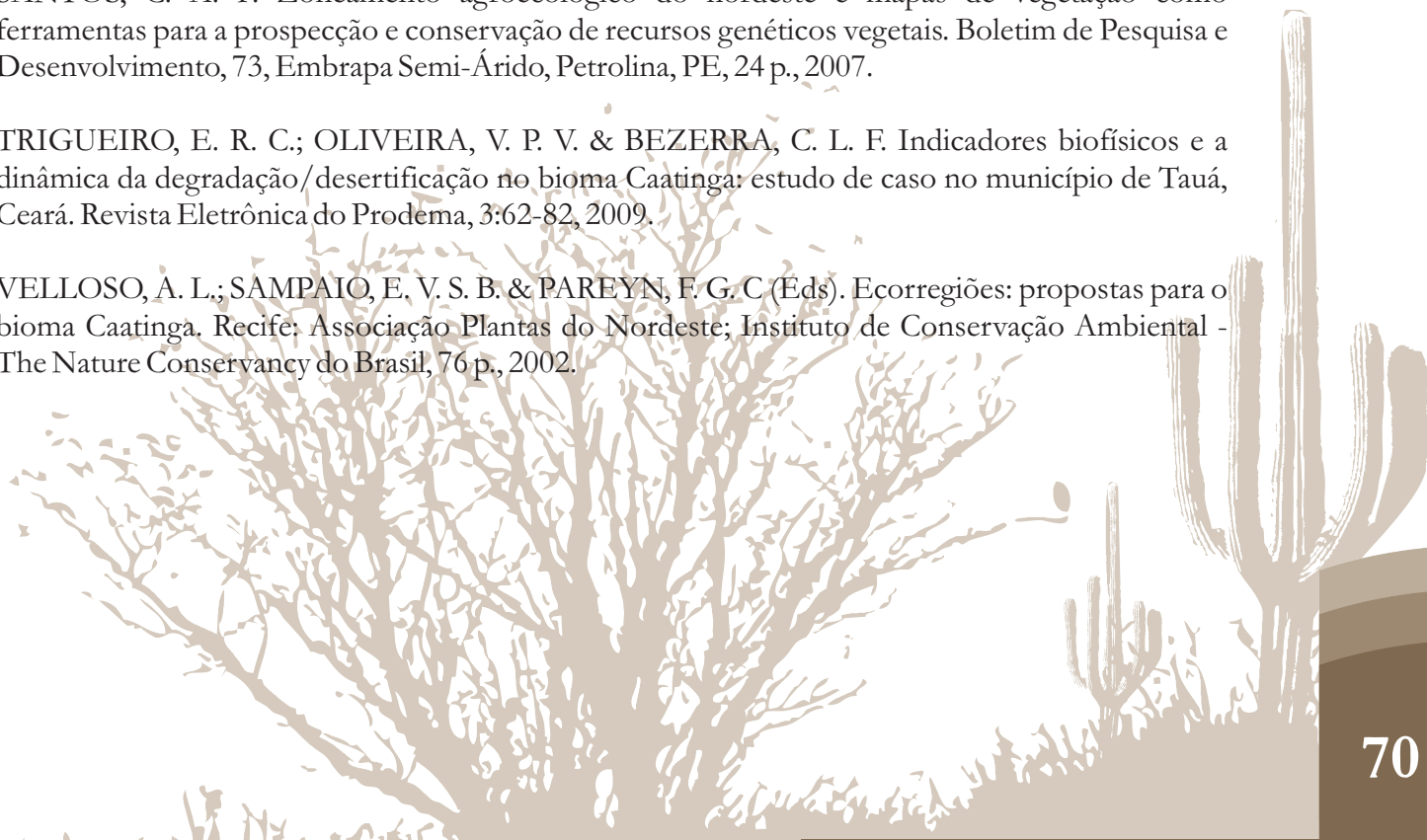
RIZZINI, C. T. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. Âmbito Cultural Edições Ltda. Rio de Janeiro, RJ, 1997.

SALOMÃO, R.P.; ROSA, N.A. & MORAIS, K.A.C. Dinâmica da regeneração natural de árvores em áreas mineradas na Amazônia. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Ciências Naturais, 2:85-139, 2007.

SANTOS, C. A. F. Zoneamento agroecológico do nordeste e mapas de vegetação como ferramentas para a prospecção e conservação de recursos genéticos vegetais. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 73, Embrapa Semi-Árido, Petrolina, PE, 24 p., 2007.

TRIGUEIRO, E. R. C.; OLIVEIRA, V. P. V. & BEZERRA, C. L. F. Indicadores biofísicos e a dinâmica da degradação/desertificação no bioma Caatinga: estudo de caso no município de Tauá, Ceará. Revista Eletrônica do Prodepa, 3:62-82, 2009.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B. & PAREYN, F. G. C (Eds). Ecorregiões: propostas para o bioma Caatinga. Recife: Associação Plantas do Nordeste; Instituto de Conservação Ambiental - The Nature Conservancy do Brasil, 76 p., 2002.



Responsável pelas informações:		Data:	
Município:		UF:	
Nome da propriedade:			
Endereço:			
Nome do proprietário:			
Telefone/e-mail do proprietário:			
Nome científico:		Nome vulgar:	
Altura da árvore:	m	CAP:	cm PIM: m
Estado fenológico: () vegetativo () flor () fruto verde () fruto maduro () fruto dispersando			
Coleta de exsicata:		sim () pendente ()	
Unidade fitogeográfica:		Altitude:	
N ^o da matriz:		Coordenadas da matriz:	
Paisagem:	de encosta ()	de planície ()	
Paisagem de encosta: terço superior () terço médio () terço inferior ()			
Solo hidromórfico ()	Solo semi-hidromórfico ()	Solo não-hidromórfico ()	
Localização da matriz: isolada () obs: em fragmento ()			
Localização no fragmento: dentro () borda ()			
Estágio sucessional do fragmento: inicial () intermediário () avançado ()			
Dens. no fragmento: () rara até 5 ind./ha () média 5-15 ind./ha () abundante ≥ 15 ind./ha			

Dados do viveiro de procedência e anotações sobre o destino das mudas			
Viveiro:		Data:	
Município:		UF:	Tel:
Nome da propriedade destino:			
Município:			
Telefone/e-mail do proprietário:			
Informações sobre a matriz da qual as sementes foram coletadas			
Nome científico:		Nome vulgar:	
Estágio Sucessional: Pioneira () Secundária () Clímax ()			
Unidade fitogeográfica:		Altitude: m	
Município de coleta/Estado:			
Paisagem:	de encosta ()	de planície ()	
Recomendações para a localização do plantio			
Unidade fitogeográfica:		Altitude: m	
Paisagem:	de encosta ()	de planície ()	
Solo hidromórfico ()	Solo semi-hidromórfico ()	Solo não-hidromórfico ()	
Solo com boa fertilidade () Solo degradado () Remoção de camada superior ()			
Densidade de plantio em áreas abertas: Alta () Média () Baixa ()			
Observações:			

AÇÃO OU ATIVIDADE	UNIDADE	Melhor rendimento	Pior rendimento	Preço mínimo (R\$)	Preço máximo (R\$)	Valor mínimo(R\$)	Valor máximo (R\$)
Mão-de-obra							
Regularização da topografia	Hora máquina	20	40	45,00	80,00	900,00	3.200,00
Ordenamento do escoamento de água superficial	Hora máquina	5	16	45,00	80,00	225,00	1.280,00
Subsolagem	Hora máquina	3	5	45,00	80,00	135,00	400,00
Coleta e transporte do solo superficial (<i>topsoil</i>)	Hora máquina	1	4	45,00	80,00	45,00	320,00
Cercamento da área	m linear	100	50	2,50	4,50	250,00	225,00
Análise de solo (química) - coleta das amostras	Hora homem	2	4	4,38	8,13	8,75	32,50
Análise solo (física - teste de infiltração)	Hora homem	2	4	4,38	8,13	8,75	32,50
Espalhamento do solo superficial (por máquina)	Hora máquina	2	4	45,00	80,00	90,00	320,00
Aplicação do adubo químico e orgânico	Hora homem	8	10	4,38	8,13	35,00	81,25
Coveamento	Hora homem	32	48	4,38	8,13	140,00	390,00
Transporte das mudas	Hora máquina	4	8	45,00	80,00	180,00	640,00
Plantio das mudas	Hora homem	16	20	4,38	8,13	70,00	162,50
Fomicida - aplicação	Hora homem	2	4	4,38	8,13	8,75	32,50
Construção de aceiro	Hora máquina	1	3	45,00	80,00	45,00	240,00
Coroamento das mudas	Hora homem	16	20	4,38	8,13	70,00	162,50
Reposição de mudas mortas (expectativa de 15%)	Hora homem	12	16	4,38	8,13	52,50	130,00
Aplicação da adubação de cobertura	Hora homem	6	8	4,38	8,13	26,25	65,00
Subtotal Mão-de-obra						2.290,00	7.713,75

Insumos	Unidade	Quantidade mínima	Quantidade máxima	Preço mínimo (R\$)	Preço máximo (R\$)	Valor mínimo (R\$)	Valor máximo (R\$)
Análise de solo (química) - realização da análise	Unidade	1	4	11,00	25,00	11,00	100,00
Termofosfato (plantio)	kg	49,98	99,96	0,76	1,40	37,98	139,94
FTE BR 12 ou MIB - micronutrientes (plantio)	kg	8,33	16,66	1,60	2,40	13,33	39,98
Uréia (Plantio)	kg	16,66	24	1,20	1,90	19,99	45,60
Uréia cobertura	kg	16,66	24	1,20	1,90	19,99	45,60
Esterco ou composto orgânico	L	1666	3332	0,05	0,10	83,30	333,20
Moirão	Unidade	200	133	3,50	10,00	700,00	1.333,33
Arame farpado	Rolo 250 m	16	19,2	80,00	95,00	1.280,00	1.824,00
Mudas	Unidade	1749,3	1915,9	1,00	1,50	1.749,30	2.873,85
Isca Formicida	kg	0,5	1,5	12,00	15,00	6,00	22,50
Subtotal Insumos						3.920,90	6.758,01
Total mão-de-obra + Insumos						6.210,90	14.471,76
Todos os valores foram dimensionados para 1 ha, plantando-se 1666 mudas por hectare.							
Valores levantados em maio de 2010, em reais.							
Os valores de mão-de-obra (salário + aluguel de maquinário) foram baseados no padrão pago em projetos de pesquisa.							

Aceiro – Faixa de terreno que é mantida livre de vegetação em torno de uma área, com o objetivo de evitar a propagação do fogo para a mesma.

Biodiversidade – forma contraída do termo diversidade biológica. Toda a variabilidade de organismos vivos existentes, as interações que existem entre eles e destes com o ambiente; abrangendo, ainda, a diversidade dentro das espécies (genética), entre as espécies e de ecossistemas. A biodiversidade genética refere-se à variação dos genes dentro das espécies, cobrindo diferentes populações da mesma espécie ou a variação genética dentro de uma população. A biodiversidade de espécies refere-se à variedade de espécies existentes dentro de uma região. A biodiversidade de ecossistemas refere-se à variedade de ecossistemas de uma dada região.

Bioma – Conjunto de vida definida pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geomorfoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, resultando em uma diversidade biológica própria. Um bioma tem por características a uniformidade de um macroclima definido, de uma determinada fitofisionomia ou formação vegetal, de uma fauna e outros organismos vivos associados, e de outras condições ambientais, como a altitude, o solo, os alagamentos, o fogo, a salinidade, entre outros. Estas características todas lhe conferem uma estrutura e uma funcionalidade peculiares, uma ecologia própria.

Composição Florística – composição de espécies vegetais característica de uma dada região, bioma ou unidade geoambiental.

Características Fisionômicas da Vegetação – características da vegetação que definem a sua aparência e a sua estrutura (formas de vida, porte, densidade e cobertura da vegetação). Pode ser campestre (estrato arbóreo ausente ou inexpressivo), savânica (árvores e/ou arbustos mais ou menos esparsas em meio a um estrato herbáceo contínuo) ou florestal (estrato arbóreo contínuo).

Dossel – Estrato mais alto das árvores de uma floresta.

Ecorregião – mosaico de ecossistemas relativamente homogêneos que possuem condições ambientais similares e que compartilham a maioria das suas espécies, dinâmicas e processos ecológicos, que são fatores críticos para a manutenção de sua viabilidade em longo prazo.

Ecossistema – Sistema integrado dos componentes bióticos e abióticos da natureza, dotado de funcionalidade e de processos de automanutenção de suas características, e cujas dimensões podem variar consideravelmente.

Espécie Exótica – Espécie presente em uma determinada área geográfica que não faz parte de sua distribuição geográfica original (natural).

Espécies Endêmicas – Espécies que tem sua ocorrência limitada a um único local ou região da Terra.

Espécie Pioneira – Espécie vegetal que inicia a ocupação de áreas desprovidas de plantas, em razão da atuação do homem ou de agentes naturais.

Matocompetição – Competição que se estabelece entre organismos e populações vegetais pelos recursos ambientais necessários à sobrevivência, crescimento e reprodução, como a luz, a água, os nutrientes, etc. A competição se dá tanto entre indivíduos da mesma espécie (intra-específica) quanto entre espécies diferentes (interespecífica).

Propágulos (vegetação) – Denominação aplicada a qualquer estrutura que serve à propagação ou multiplicação vegetativa de uma planta.

Resiliência (Ecologia) – Medida da capacidade de um ecossistema, após ter sofrido alterações em seu estado ecológico devido à atuação de tensões ambientais sobre ele, retornar ao seu estado ecológico anterior à atuação de tais tensões.

Saturação Por Bases – Participação da soma de bases trocáveis do solo em relação a capacidade de troca de cátions, representado pela letra T. É representado pela fórmula: $V = 100S/T$.

Simbiose – Associação de vida íntima entre duas espécies. As relações simbióticas podem ser comensais (em que uma espécie se beneficia sem prejuízo ou benefício da outra), parasíticas (em que uma espécie se beneficia com prejuízo da outra), ou mutualísticas (em que ambas espécies se beneficiam).

Sucessão Ecológica – Substituição sequencial de espécies vegetais e animais em uma comunidade biótica. Compreende todas as etapas do processo, desde a chegada das primeiras espécies (ditas “pioneiras”) até o clímax (composição e estrutura final da comunidade biótica). Quando o processo se refere apenas à comunidade de plantas recebe a denominação de sucessão vegetal. O processo de sucessão permite que o ecossistema se recomponha após ter sido perturbado.

Tegumento – Envoltório externo da semente. Testa.

Unidades de Paisagem – Porções do espaço geográfico que apresentam características intrínsecas semelhantes. Os fatores determinantes da unidade de paisagem podem ser as formas do relevo, a vegetação, a altitude, o uso do solo, a urbanização etc., ou as várias combinações desses fatores.

Unidades Geoambientais – unidades superficiais de um terreno que apresentam homogeneidade com relação a determinados fatores ambientais de interesse, como a geologia, pedologia, aspectos climáticos, relevo etc.

Zoneamento Agroecológico do Nordeste – Diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico da Região Nordeste do Brasil, cujo objetivo principal é subsidiar os órgãos de desenvolvimento na elaboração de propostas de intervenção no meio rural. Tem como meta, caracterizar e espacializar os diversos ambientes em função da diversidade dos recursos naturais e agrossocioeconômicos e apresentar as suas potencialidades e limitações para a utilização com culturas de interesse econômico para a Região.



Agrobiologia



PATROCÍNIO:



Ministério de
Minas e Energia

APOIO:



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



ISBN 978-85-85921-10-1

