

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima



MANEJO FLORESTAL NA CAATINGA

40 ANOS DE EXPERIMENTAÇÃO

Foto: Unsplash / Jaime Dantas



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

LUIS INÁCIO LULA DA SILVA

Vice-Presidente

GERALDO ALCKMIN

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

Ministra

MARINA SILVA

Secretaria-Executiva

Secretário-Executivo

JOÃO PAULO RIBEIRO CAPOBIANCO

**Secretaria Nacional de Povos e Comunidades
Tradicionais e Desenvolvimento Rural Sustentável**

Secretária

EDEL NAZARÉ SANTIAGO DE MORAES

Departamento de Combate à Desertificação

Diretor

ALEXANDRE HENRIQUE BEZERRA PIRES

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
Secretaria Nacional de Povos e Comunidades Tradicionais
e Desenvolvimento Rural Sustentável

MANEJO FLORESTAL NA CAATINGA

40 ANOS DE EXPERIMENTAÇÃO

Brasília/DF
MMA
2024

©2024 Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

Permitida a reprodução sem fins lucrativos, parcial ou total, por qualquer meio, se citados a fonte do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, ou sítio da internet no qual podem ser encontrados os originais em: http://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/manejo_floresta_caatinga.pdf.

Autores

Alan Cauê de Holanda
Alessandro de Paula
Allyson Rocha Alves
Ana Luiza da Silva Lopes Nunes
Andressa Ribeiro
Antônio Carlos Ferraz Filho
Diogo Denardi Porto
Enrique M. Riegelhaupt
Francisco das Chagas Vieira Sales
Frans Germain Corneel Pareyn
Lúcia Helena Piedade Kiill
Lúcio Valério Coutinho de Araújo
Marcos Antônio Drumond
Maria Auxiliadora Gariglio
Patrícia A. Bittencourt BarretoGarcia
Raimundo Tomaz da Costa Filho
Rosimeire Cavalcante
Visêldo Ribeiro de Oliveira

Organizadores

Frans Germain Corneel Pareyn
Enrique M. Riegelhaupt
Alencar Garlet
Maria Auxiliadora Gariglio

Equipe Técnica/DCDE/MMA

Carlos Frederico Cerqueira de Moura Fé
Graciema Rangel Pinagé
Marcos Oliveira Santana
Valdineide Barbosa de Santana
Yriz Soares da Silva

Projeto Gráfico

Sense Design & Comunicação

Este livro foi elaborado no âmbito do Projeto GCP/BRA/085/GFF - Revertendo o Processo de Desertificação nas Áreas Suscetíveis do Brasil: Práticas Agroflorestais Sustentáveis e Conservação da Biodiversidade - Projeto REDESER, implementado pelo MMA com apoio da FAO e do Fundo Global para o Meio Ambiente - GEF.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade dos pesquisadores, produtores e autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima.

As figuras e tabelas apresentadas nos capítulos são da autoria dos seus respectivos autores, salvo indicado diferentemente.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

B823m Brasil. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima.

Manejo florestal na caatinga [recurso eletrônico] : 40 anos de experimentação / organizadores: Frans G. C. Pareyn ... [et al.]. – Brasília, DF: MMA, 2024.
458 p. : il.

Modo de acesso: World Wide Web
ISBN 978-65-88265-74-1 (on-line)

1. Manejo florestal. 2. Bioma caatinga. 3. Dinâmica da vegetação. 4. Madeira. I. Riegelhaupt, Enrique Mario. II. Garlet, Alencar. III. Gariglio, Maria Auxiliadora. IV. Título.

CDU 630.6

ORGANIZADORES

Frans Germain Corneel Pareyn - Engenheiro Florestal/Associação Plantas do Nordeste - APNE

Enrique M. Riegelhaupt - Engenheiro Agrônomo/Associação Plantas do Nordeste - APNE

Alencar Garlet - Engenheiro Florestal, Mestrado em Ciências Florestais/Serviço Florestal Brasileiro/
Unidade Regional Nordeste

Maria Auxiliadora Gariglio - Engenheira Florestal, Mestrado em Gestão Florestal/Instituto Brasileiro
de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - Ibama (aposentada)

AUTORES

Alan Cauê de Holanda - Engenheiro Florestal, Mestrado e Doutorado em Ciências Florestais Universidade Federal Rural do Semiárido

Alencar Garlet - Engenheiro Florestal, Mestrado em Ciências Florestais/SFB/Unidade Regional Nordeste

Alessandro de Paula - Engenheiro Florestal, Mestrado em Botânica e Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais/Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Allyson Rocha Alves - Engenheiro Florestal, Mestrado e Doutorado em Ciências Florestais/Universidade Federal Rural do Semiárido

Ana Luiza da Silva Lopes Nunes - Engenheira Florestal, Mestrado em Ciências Florestais/Universidade Federal Rural do Semiárido

Andressa Ribeiro - Engenheira Florestal, Mestrado e Doutorado em Engenharia Florestal Universidade Federal do Piauí

Antônio Carlos Ferraz Filho - Engenheiro Florestal, Mestrado e Doutorado em Engenharia Florestal Universidade Federal do Piauí

Diogo Denardi Porto - Biólogo, Doutorado em Biologia Molecular/Embrapa Semiárido/Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi Árido

Enrique M. Riegelhaupt - Engenheiro Agrônomo - Consultor independente

Francisco das Chagas Vieira Sales - Engenheiro Florestal, Mestrado em Sistemas Agrosilvopastoris no Semiárido e Doutorado em Ciências Florestais /UFCEG/Campus de Patos/PB

Frans Germain Corneel Pareyn - Engenheiro Florestal/Associação Plantas do Nordeste - APNE

Lúcia Helena Piedade Kiill - Bióloga, Mestrado e Doutorado em Biologia Vegetal/Embrapa Semiárido/Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi Árido

Lúcio Valério Coutinho de Araújo - Engenheiro Florestal, Mestrado em Ciências Florestais e Doutorado em Agronomia/UFCEG-CSTR-UAEF-Campus de Patos/PB

Marcos Antônio Drumond - Engenheiro Florestal, Mestrado em Engenharia Florestal e Doutorado em Ciências Florestais Embrapa Semiárido/Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi Árido.

Maria Auxiliadora Gariglio - Engenheira Florestal, Mestrado em Gestão Florestal/Ibama (aposentada)

Patrícia A. Bittencourt Barreto Garcia - Engenheira Florestal, Mestrado e Doutorado em Produção Vegetal/Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Raimundo Tomaz da Costa Filho - Engenheiro Florestal, Mestrado em Ciência Florestal e Doutorado em Produção Vegetal Universidade Federal do Piauí

Rosimeire Cavalcante - Engenheira Florestal, Mestrado e Doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira/Universidade Federal do Rio Grande do Norte Unidade Especializada em Ciências Agrárias

Visêldo Ribeiro de Oliveira - Engenheiro Florestal, Mestrado em Engenharia Florestal e Doutorado em Ciências - Embrapa Semiárido/Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi Árido.

AGRADECIMENTOS

Este livro não teria sido possível sem a participação de muitas pessoas envolvidas diretamente ou indiretamente na Rede de Manejo Florestal da Caatinga. Muitos professores, técnicos e alunos tem participado de atividades de medição de campo, digitação e análises de dados ao longo dos vários anos, a quem agradecemos o empenho.

Também necessitamos agradecer aos proprietários e instituições responsáveis pelas Unidades Experimentais pela colaboração recebida para a instalação e manutenção das pesquisas por muitos anos.

Um agradecimento especial também para Dra. Eliza R. G. M. Albuquerque que apoiou a revisão das referências bibliográficas.

LISTA DE SIGLAS

ADESE	Agência de Desenvolvimento do Seridó
ANA	Agência Nacional de Águas
APNE	Associação Plantas do Nordeste
AUTEX	Autorização para Exploração
CNPq	Conselho Nacional de Pesquisa
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPATSA	Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra a Seca
EFLEX	Estação Florestal Experimental
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMEPA	Empresa de Pesquisa Agropecuária da Paraíba
EMPARN	Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte
ESEC	Estação Ecológica
FAO	Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (sigla em inglês)
FLONA	Floresta Nacional
GEF	Fundo das Nações Unidas para o Meio Ambiente Global (sigla em inglês)
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBDF	Instituto Brasileiro do Desenvolvimento Florestal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDEMA	Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Norte
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MapBiomass	Rede colaborativa formada por ONG, universidades e startups de tecnologia. Produz mapeamento anual da cobertura e uso do solo.
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OEMA	Órgão Estadual de Meio Ambiente
PDHC	Projeto Dom Helder Câmara
PIF	Plano Integrado Florestal-industrial
PFNM	Produtos Florestais Não Madeireiros
PNF	Programa Nacional de Florestas
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RADAMBrasil	Programa de sensoriamento remoto para levantamento dos recursos naturais. Criado em 1970 para Amazônia e expandido para todo o país em 1975
RMFC	Rede de Manejo Florestal da Caatinga
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente da Bahia
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará
SFB	Serviço Florestal Brasileiro
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SisPP	Sistema Nacional de Parcelas Permanentes
SNIF	Sistema Nacional de Informações Florestais
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SUDEMA	Superintendência de Administração do Meio Ambiente
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semiárido
UFPI	Universidade Federal do Piauí
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
UFS	Universidade Federal de Sergipe

LISTA DE ABREVIATURAS

AB	Área Basal (m ²)
ABB	Área Basal na Base (m ²)
ABBH	Volume cilíndrico na Base = $ABB \times H$ (m ³)
ABP	Área Basal no Peito (m ²)
ABPH	Volume cilíndrico no Peito = $ABP \times H$ (m ³)
APP	Área de Preservação Permanente
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
CAP	Circunferência à Altura do Peito (1,30m)
CD	Classe Diamétrica
CNB	Circunferência Na Base
CR	Corte Raso
CRcr	Corte Raso com ressalvas
CRD	Corte Raso com Destoca
CRQ	Corte Raso com Queima
CRR	Corte Raso com Restrições
CS	Corte Seletivo
CSDAP	Corte Seletivo por Diâmetro na Altura do peito
CSE	Corte Seletivo por Espécie
CSM	Corte Seletivo com Matrizes
DAP	Diâmetro à altura do peito
DNB	Diâmetro na base (0,30m)
DP	Desvio Padrão da amostra
EP	Erro Padrão
ha	hectare
H	Altura
IC	Intervalo de Confiança para média amostral (p = 0,1)
IMA	Incremento Médio Anual

ICA	Incremento Corrente Anual
INF	Inventário Florestal Nacional
IPA	Incremento Periódico Anual
km	Quilômetro
km²	Quilômetros quadrados
MFS	Manejo Florestal Sustentável
m	Metro
m²	Metros quadrados
m³	Metros cúbicos
mm	Milímetro
mst	Metro estéreo
MS	Matéria Seca
N	Densidade = número de fustes por hectare
NE	Nordeste
ONG	Organização Não Governamental
PFNM	Produtos florestais Não-Madeireiros
PIFI	Plano Integrado Florestal Industrial
PMA	Precipitação Média Anual
PMFS	Plano de Manejo Florestal Sustentável
PP	Parcela Permanente
PRS	Projeto Rural Sustentável
RL	Reserva Legal
st/ha	Esteres por hectare
t	Tonelada
T	Talhão
t/ha	Tonelada por hectare
Test	Testemunha
tMS	Tonelada de Matéria Seca
UPA	Unidade de Produção Anual
UE	Unidade Experimental

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	19
ESTADO DA ARTE DO MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL NA CAATINGA	
QUESTÕES CENTRAIS	21
1. INTRODUÇÃO	22
2. DINÂMICA DA COBERTURA FLORESTAL E OUTROS USOS DA TERRA NO BIOMA CAATINGA	25
3. DEMANDAS PASSADAS E FUTURAS DE PRODUTOS E SERVIÇOS FLORESTAIS DA CAATINGA	29
4. ALTERNATIVAS PARA ATENDER AS DEMANDAS DE PRODUTOS MADEIREIROS E NÃO-MADEIREIROS DO BIOMA E DA REGIÃO NE	31
5. HISTÓRICO DO MFS NA CAATINGA	35
5.1. Hipóteses e propostas iniciais, de 1980 a 2000	35
5.2. Expansão dos PMFS, das áreas manejadas e das autorizações de corte	36
5.3. Sobrevivência, desistência e eficácia dos PMFS	37
6. EVOLUÇÃO DO MARCO NORMATIVO	39
7. REFERÊNCIAS	40
A REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA	43
1. INTRODUÇÃO	44
2. A REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA	45
2.1. Histórico	45
2.2. Objetivos	45
2.3. Membros	46
2.4. Áreas Experimentais	48
3. QUESTÕES CENTRAIS DA PESQUISA EXPERIMENTAL REALIZADA PELA RMFC	53
3.1. Outras questões ainda não tratadas pela RMFC	54

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	55
5. REFERÊNCIAS	57
DINÂMICA DA VEGETAÇÃO DE CAATINGA NA UNIDADE EXPERIMENTAL FAZENDA BELO HORIZONTE MOSSORÓ/RN	58
1. INTRODUÇÃO	59
2. METODOLOGIA	61
2.1. Localização e caracterização da área	61
2.2. Descrição do experimento	62
2.3. Análises	63
3. RESULTADOS	64
3.1. Dinâmica do crescimento	64
3.2. Recuperação do estoque e incrementos	67
3.3. IMA e IPA	68
3.4. Riqueza e diversidade	69
3.5. Distribuição diamétrica após 20-31 anos	70
3.6. Regeneração Natural	72
4. RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DE PESQUISA	75
5. RECOMENDAÇÕES APLICÁVEIS PARA A PRÁTICA DO MFS	76
6. CONSIDERAÇÃO FINAL	77
7. REFERÊNCIAS	78
8. ANEXO I	79
A DINÂMICA DA VEGETAÇÃO DE CAATINGA NA UNIDADE EXPERIMENTAL DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO SERIDÓ (RN)	82
1. INTRODUÇÃO	83
2. METODOLOGIA	85
2.1. Delineamento experimental	85
2.2. Medições realizadas, protocolo e período de medição.	86

2.3. Localização, clima e solos	86
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	89
3.1. Dinâmica do estoque	89
3.2. Dinâmica do Incremento Médio Anual (IMA)	100
3.3. Dinâmica do IPA	103
3.4. Recuperação do estoque original	106
3.5. Diversidade: dinâmica da Riqueza e da Dominância	108
3.6. Distribuição diamétrica	114
4. RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DE PESQUISA	120
5. RECOMENDAÇÕES PARA A PRÁTICA DO MFS	122
6. REFERÊNCIAS	123
A DINÂMICA DA VEGETAÇÃO DE CAATINGA NA UNIDADE EXPERIMENTAL DO ASSENTAMENTO VENÂNCIO ZACHARIAS MACAU/RN	124
1. INTRODUÇÃO	125
2. METODOLOGIA	127
2.1. Caracterização da área	127
2.2. Desenho do experimento e coleta dos dados	128
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	129
3.1. Estoque lenhoso	129
3.2. Dinâmica do Incremento Médio Anual (IMA)	133
3.3. Incremento Periódico Anual (IPA)	134
3.4. Riqueza e Diversidade	136
3.5. Distribuição diamétrica	141
3.6. Recuperação do estoque inicial	145
4. CONCLUSÕES	148
5. RECOMENDACOES APLICÁVEIS NA PRÁTICA DO MANEJO FLORESTAL	149
6. REFERÊNCIAS	150

A DINÂMICA DA VEGETAÇÃO DE CAATINGA NA UNIDADE EXPERIMENTAL DA FAZENDA MATURI (CAUCAIA/CE) E FAZENDA FORMOSA (PACAJUS/CE)	152
1. INTRODUÇÃO	153
2. METODOLOGIA	155
2.1. Desenho experimental, tratamentos e repetições, variáveis chave	155
2.2. Medições realizadas, protocolo adotado, período estudado.	156
2.3. Localização da UE, clima e solos.	156
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	161
3.1. Estoques	161
3.2. Crescimento: dinâmica do IMA e IPA em Maturi	178
3.3. Recuperação do estoque	183
3.4. Distribuição diamétrica: situação pré-corte e dinâmica posterior	185
3.5. Diversidade: dinâmica da riqueza e dominância	188
4. RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DE PESQUISA	194
5. RECOMENDAÇÕES APLICÁVEIS NA PRÁTICA DO MFS	196
6. REFERÊNCIAS	197
7. ANEXO I	198
8. ANEXO II	203
A DINÂMICA DA VEGETAÇÃO DE CAATINGA NA UNIDADE EXPERIMENTAL DA FAZENDA PENDÊNCIAS SOLEDADE/PB	211
1. INTRODUÇÃO	212
2. METODOLOGIA	214
2.1. Desenho experimental: tratamentos e repetições, variáveis chave	214
2.2. Medições realizadas, protocolo adotado, período estudado.	216
2.3. Localização da UE, clima e solos.	216
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	218
3.1. Dinâmica do estoque	218
3.2. Dinâmica do IMA e IPA	228

3.3. Recuperação do estoque inicial	231
3.4. Diversidade: dinâmica da riqueza e dominância.	232
3.5. Distribuição diamétrica: situação pré-corte e dinâmica posterior	236
4. RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DE PESQUISA	238
5. RECOMENDAÇÕES APLICÁVEIS PARA A PRÁTICA DO MFS	239
6. REFERÊNCIAS	240
7. ANEXO I	241

A DINÂMICA DA VEGETAÇÃO DE CAATINGA NA UNIDADE EXPERIMENTAL SÃO JOÃO DO PIAUÍ

257

1. INTRODUÇÃO	258
2. METODOLOGIA	259
3. RESULTADOS	262
3.1. Estoque florestal	262
3.2. Crescimento: dinâmica do IMA	269
3.3. Recuperação do estoque florestal	270
3.4. Diversidade: dinâmica da riqueza e da dominância	271
3.5. Distribuição diamétrica: situação pré-corte e dinâmica posterior	274
3.6. Dinâmica da regeneração natural nas subparcelas (5m x 5m)	275
4. RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DA PESQUISA	277
5. RECOMENDAÇÕES PARA A PRÁTICA DO MFS	278
6. REFERÊNCIAS	279
7. ANEXO 1	281

A DINÂMICA DA VEGETAÇÃO DE CAATINGA NA UNIDADE EXPERIMENTAL DA FAZENDA RECANTO LAGOA SALGADA (RN)

284

1. INTRODUÇÃO	285
2. METODOLOGIA	287
2.1. Desenho experimental: tratamentos e repetições e variáveis chave	287

2.2. Medições realizadas, protocolo adotado e período estudado.	289
2.3. Localização da UE, clima e solos.	289
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	291
3.1. Dinâmica do estoque	291
3.2. Dinâmica do IMA e IPA	296
3.3. Recuperação do estoque inicial	300
3.4. Diversidade: dinâmica da riqueza e dominância.	301
3.5. Distribuição diamétrica: situação pré-corte e dinâmica posterior	304
4. RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DE PESQUISA	308
5. RECOMENDAÇÕES APLICÁVEIS NA PRÁTICA DO MFS	309
6. REFERÊNCIAS	310
A DINÂMICA DA VEGETAÇÃO DE CAATINGA NA UNIDADE EXPERIMENTAL DA FAZENDA FONSECA FLORESTA (PE)	311
1. INTRODUÇÃO	312
2. METODOLOGIA	314
2.1. Desenho experimental: tratamentos e repetições, variáveis chave	314
2.2. Medições realizadas, protocolo adotado, período estudado.	316
2.3. Localização da UE, vegetação, solos e clima.	316
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	318
3.1. Dinâmica do estoque	318
3.2. Dinâmica de IMA e IPA	327
3.3. Recuperação do estoque inicial	330
3.4. Dinâmica da diversidade	332
3.5. Distribuição diamétrica: situação pré-corte e dinâmica posterior	337
4. RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DE PESQUISA	339
5. RECOMENDAÇÕES PARA A PRÁTICA DO MFS	340

6. REFERÊNCIAS	342
7. ANEXO I	343
DINÂMICA DA VEGETAÇÃO DE CAATINGA NA UNIDADE EXPERIMENTAL DA EMBRAPA SEMIÁRIDO PETROLINA/PE	347
1. INTRODUÇÃO	348
2. METODOLOGIA	349
2.1. Localização, clima e solos	349
2.2. Desenho experimental e medições realizadas	350
2.3. Tratamentos	351
3. RESULTADOS	352
3.1. Estoque florestal	352
3.2. Crescimento: dinâmica de IMA e ICA	359
3.3. Recuperação do estoque florestal	362
3.4. Diversidade: dinâmica da riqueza e da dominância	362
3.5. Distribuição diamétrica: situação pré-corte e dinâmica posterior	364
3.6. Dinâmica da regeneração natural nas subparcelas (5m x 5m)	366
4. RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DE PESQUISA	371
5. RECOMENDAÇÕES PARA A PRÁTICA DO MFS	373
6. REFERÊNCIAS	374
7. ANEXO 1	375
REGENERAÇÃO E CRESCIMENTO DE ÁRVORES DE ANADENANTHERA COLUBRINA (VELL.) BRENAN SUBMETIDAS A CORTE RASO EM PERÍODOS DE SECA E DE CHUVA	378
1. INTRODUÇÃO	379
2. MATERIAL E MÉTODOS	382
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	388
4. CONCLUSÕES	397

5. RECOMENDAÇÕES APLICÁVEIS PARA A PRÁTICA DO MANEJO DO ANGICO-DE-CAROÇO	398
--	-----

6. REFERÊNCIAS	399
----------------	-----

A DINÂMICA DA VEGETAÇÃO DE CAATINGA NA UNIDADE EXPERIMENTAL DA FLONA CONTENDAS DO SINCORÁ/BA	
AVALIAÇÃO DE RESULTADOS ATÉ 2018	401

1. INTRODUÇÃO	402
---------------	-----

2. METODOLOGIA	404
----------------	-----

2.1. Área de estudo	404
---------------------	-----

2.2. Desenho experimental: tratamentos e repetições, variáveis chave	404
--	-----

2.3. Medições realizadas, protocolo adotado, período estudado.	405
--	-----

2.4. Localização da unidade experimental, clima e solos.	405
--	-----

2.5. Análise estatística	407
--------------------------	-----

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	408
---------------------------	-----

3.1. Dinâmica do número de fustes	408
-----------------------------------	-----

3.2. Dinâmica do estoque	408
--------------------------	-----

3.3. Dinâmica do IPA	412
----------------------	-----

3.4. Recuperação do estoque inicial	412
-------------------------------------	-----

3.5. Dinâmica da composição florística	412
--	-----

3.6. Distribuição do volume por classes diamétricas	421
---	-----

4. RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DE PESQUISA	423
---------------------------------------	-----

5. CONCLUSÕES	424
---------------	-----

6. REFERÊNCIAS	425
----------------	-----

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES OBTIDAS DA EXPERIMENTAÇÃO COM MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA	427
--	------------

1. INTRODUÇÃO	428
---------------	-----

2. RESULTADOS OBTIDOS	429
-----------------------	-----

2.1. Principais indicadores, definição e amplitude da variação observada.	429
---	-----

2.2. A importância dos indicadores selecionados	433
3. CONCLUSÕES SOBRE A METODOLOGIA DA PESQUISA EXPERIMENTAL	438
4. LIÇÕES APRENDIDAS SOBRE O MFS	443
5. ORIENTAÇÕES PARA A PRÁTICA DO MFS	450
6. REFERÊNCIAS	451
GLOSSÁRIO	453

APRESENTAÇÃO

Manejo Florestal na Caatinga: 40 anos de experimentação.

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro que abriga uma rica biodiversidade e é fonte de produtos e serviços ambientais para uma população de cerca de 28 milhões de pessoas. Esse bioma é a região semiárida mais povoada do mundo e está ameaçado pelo desmatamento ilegal, pela expansão da agropecuária desordenada, obras de infraestrutura, extração descontrolada de lenha, queimadas e incêndios florestais, que em geral é o modo de operar de quem não tem a percepção das características especiais do bioma, ou não se importa com elas.

A Caatinga abriga 4.963 espécies de plantas e uma imensa riqueza humana, incluindo 31 etnias indígenas, quilombolas, vazanteiros, sertanejos, quebradeiras de babaçu, pescadores artesanais, comunidades de fecho e fundo de pasto, entre outros. Essa diversidade cultural e biológica exige a implementação de políticas que garantam condições de vida digna, como os programas de difusão de tecnologias de convivência com o Semiárido. Uma das tecnologias mais difundidas são as cisternas, que armazenam águas das chuvas para os períodos de estiagem, permitindo a produção da agricultura familiar durante todo o ano.

Neste contexto, o manejo florestal sustentável surge como a alternativa para atender à demanda por produtos florestais, em face dos desafios do combate ao desmatamento, degradação da terra, desertificação, mitigação dos efeitos da seca e adaptação à emergência climática. Contudo, para ser efetivo, o manejo florestal deve ser implementado de acordo com metodologias validadas pela ciência.

Esse livro é o resultado do trabalho técnico e científico desenvolvido de forma coletiva e colaborativa pela equipe de pesquisadores, técnicos e especialistas, integrantes da Rede de Manejo Florestal da Caatinga (RMFC), da qual fazem parte organizações governamentais e não governamentais.

Nele são descritos os resultados e as análises da pesquisa conduzida em treze Unidades Experimentais (UE), constituídas por parcelas permanentes, instaladas a partir da década de 80, nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Bahia. São unidades experimentais orientadas ao manejo florestal sustentável, instaladas de forma sistemática e geograficamente representativas da diversidade ambiental do bioma caatinga, requisitos fundamentais para entender a dinâmica das florestas e suas respostas às técnicas de manejo.

As unidades experimentais são locais de monitoramento e observação contínua e padronizada da prática do manejo florestal sustentável da caatinga, permitindo a obtenção de informações e dados estatísticos com rigor técnico-científico. Elas são testemunhas de cerca de 40 anos de experimentação de manejo florestal sustentável.

Os primeiros resultados das pesquisas feitas pela Rede de Manejo Florestal da Caatinga foram publicados pelo MMA e o Serviço Florestal Brasileiro, em 2010, no livro “Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da Caatinga”.

Assim, após 14 anos da primeira publicação, o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, com o apoio da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO, a partir do Projeto de Cooperação “Revertendo o Processo de Desertificação nas Áreas Suscetíveis do Brasil: Práticas Agroflorestais Sustentáveis e Conservação da Biodiversidade - REDESER, oferece para os variados públicos a consolidação dos resultados dos 40 anos de experimentação.

As contribuições do livro estão organizadas em 14 capítulos, cujo conteúdo é apresentado de forma coletiva por pesquisadores que atuaram como organizadores e colaboradores. O capítulo 1 trata do estado da arte do manejo florestal sustentável da caatinga e suas questões centrais. No capítulo 2 é feita a apresentação da Rede de Manejo Florestal da Caatinga, enfatizando o seu histórico, objetivos e composição. Há também uma breve caracterização das áreas experimentais, enumerando as questões centrais de pesquisa abordadas nas áreas experimentais e as ainda não tratadas, com conclusões, recomendações e referências. Dos capítulos 3 a 13 são apresentados os resultados obtidos em cada unidade experimental com os indicadores da dinâmica da vegetação da caatinga e suas respostas às técnicas do manejo. Estes tópicos contêm as informações essenciais aos leitores, tais como: motivos que levaram ao estabelecimento de cada UE, perguntas de pesquisa que a UE pode responder, metodologia, resultados e discussão, conclusões e recomendações aplicáveis à prática do manejo florestal. O último capítulo reúne as conclusões e recomendações obtidas do conjunto de experimentação. Destacam-se neste tópico, (i) os resultados dos onze indicadores das Unidades Experimentais definidos em 2022; (ii) as conclusões sobre a metodologia da pesquisa experimental em termos de diversos aspectos, tais como tamanho das parcelas, fatores ambientais que afetam o crescimento pós-corte, efeitos da composição e estrutura da vegetação no crescimento, efeitos das secas nas unidades experimentais, das mudanças climáticas e do uso prévio do solo; (iii) as lições aprendidas sobre o manejo florestal sustentável, destacando-se os impactos do MFS sobre a água, impactos na produtividade vegetal e animal, impactos na regeneração das áreas, técnicas de corte, duração dos ciclos de corte etc.; e (iv) orientações para a prática do MFS. O livro finaliza com um glossário com definição de conceitos técnicos abordados na obra.

Os conteúdos apresentados oferecem elementos e subsídios que podem contribuir na formulação de políticas públicas, notadamente para o enfrentamento à desertificação e às mudanças climáticas, incluindo aporte técnico e científico para o aprimoramento das práticas de implementação, monitoramento e uso sustentável de florestas no bioma Caatinga, tendo-se como referência os planos de manejo florestal.

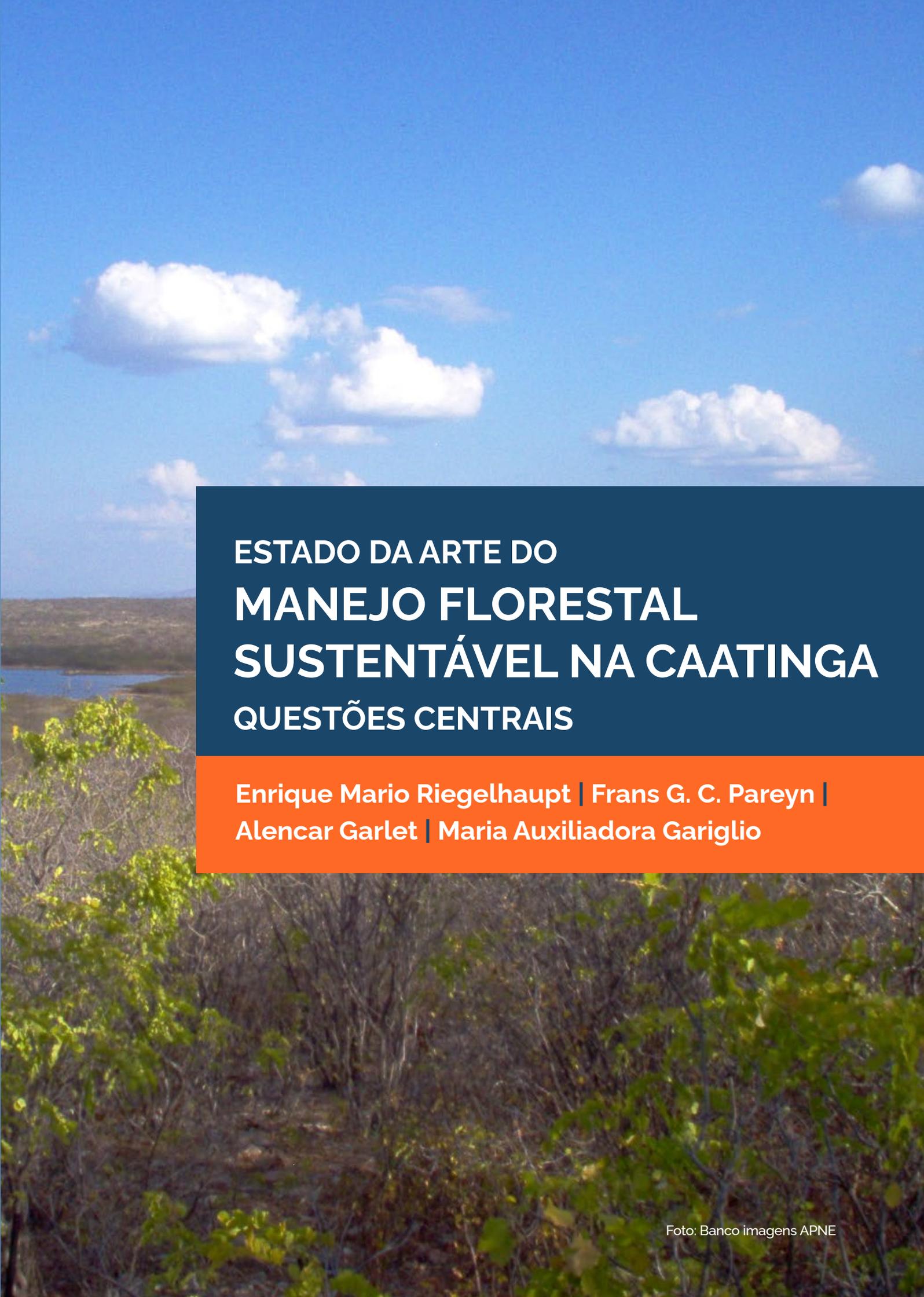
A importância da publicação é ampliada quando se considera que os seus conteúdos são estratégicos, enquanto material técnico e instrutivo de interesse na formação e atuação profissional de técnicos, extensionistas e gestores públicos envolvidos na gestão ambiental e desenvolvimento florestal.

Além disso, importa como fonte de consulta e conhecimento técnico atualizado para pesquisadores e profissionais das ciências ambientais e florestais.

Boa leitura.

Marina Silva

Ministra de Estado do Meio Ambiente e Mudança do Clima



**ESTADO DA ARTE DO
MANEJO FLORESTAL
SUSTENTÁVEL NA CAATINGA
QUESTÕES CENTRAIS**

**Enrique Mario Riegelhaupt | Frans G. C. Pareyn |
Alencar Garlet | Maria Auxiliadora Gariglio**



1. INTRODUÇÃO

O objetivo central do MFS é assegurar a produção sustentável de bens e serviços da floresta, de modo que possam atender as demandas da sociedade. Para isto, três condições são essenciais:

- (a) **manter a integridade do patrimônio florestal produtivo**, assegurando que as áreas designadas para manejo sejam sempre cobertas por florestas e nunca sujeitas a mudanças de uso da terra;
- (b) **assegurar um nível de produção mais ou menos constante**, que satisfaça as necessidades e expectativas dos proprietários e dos usuários das florestas;
- (c) **manter ou aumentar a produtividade** das florestas manejadas ao longo do tempo.

Os bens mais importantes que as florestas da caatinga podem produzir, são, pelo seu volume e valor econômico: (1) produtos madeireiros: lenha e seus derivados (cavacos e carvão vegetal), madeiras roliças para construções rurais (varas, estacas, mourões, caibros) e madeiras nobres para marcenaria e artesanato; e (2) produtos não-madeireiros: forragem da floresta, como pasto herbáceo e arbóreo, essencial para a pecuária da região, provavelmente o produto não madeireiro de maior importância econômica e social; e outros produtos não madeireiros, de menor volume e valor como mel, cascas, taninos, cipós, ceras, frutos e sementes oleaginosos, fibras e ervas medicinais.

Sobre os produtos da floresta, muitas referências e estudos assinalam:

- > a importante contribuição da biomassa lenhosa obtida da caatinga na matriz energética da região Nordeste, que fornece de 25% a 33% da sua energia primária (MMA, 2018, ARAÚJO; PAREYN, 2022);
- > o papel decisivo da forragem florestal na alimentação dos rebanhos de ovinos, caprinos e bovinos no semiárido nordestino. Sampaio *et al.* (2009); Araújo Filho, (2013); Araújo; Pareyn (2022), constataram que a forragem vem dos estratos arbóreo e herbáceo, e que a carga animal excessiva determina a prevalência do sobrepastejo;
- > o importante papel dos Produtos Florestais Não Madeireiros – PFNM, como geradores de renda familiar no meio rural, especialmente para a população de renda muito baixa (APNE, 2008, CORADIN *et al.*, 2018, PAREYN, 2010, FREITAS, ROSA e VOIGT, 2015).

Sobre os **serviços ambientais** prestados pelas florestas do bioma caatinga existem muitas referências que ressaltam sua importância em termos qualitativos. Porém, são poucos

os estudos quantitativos que apórtam dados obtidos de medições. Esta escassez de dados é compreensível, considerando as dificuldades e custos envolvidos na quantificação dos serviços ambientais.

A bibliografia, entre outros aspectos, destaca ainda:

- > o papel da cobertura florestal como reguladora de ciclos hídricos, que, até o momento, não conta com demonstração experimental (AMORIM *et al.*, 2022);
- > a influência positiva dos remanescentes florestais nas populações de polinizadores, particularmente de abelhas nativas (MOURA, 2010);
- > o valor potencial da conservação da biodiversidade em áreas com cobertura florestal;
- > a contribuição das florestas do bioma Caatinga na luta contra o processo de desertificação (MMA, 2004);
- > a captura e armazenamento de carbono na vegetação e nos solos, como ferramenta para combater mudanças climáticas (MENEZES *et al.*, 2021; MMA, 2018).

A conservação da composição e da estrutura da floresta original não são objetivos do manejo florestal sustentável, nem são condições necessárias para assegurá-lo. De fato, mudanças na composição e na estrutura arbórea são resultados inevitáveis da colheita de madeira, bem como do pastoreio na floresta. Aliás, muitas destas mudanças estruturais são práticas silviculturais recomendadas para aumentar a produtividade e/ou a qualidade dos produtos nas florestas manejadas (p.ex. desbaste, corte de espécies não desejadas, corte de cipós, entre outros).

Existem algumas escolas ou doutrinas silviculturais que procuram aproximar a silvicultura da conservação florestal “sensu stricto” e para isso propõem sistemas de manejo naturalista baseados em intervenções de mínimo impacto. Estas postulam que, no longo prazo, a silvicultura de mínimo impacto poderia ajudar a manter florestas mais resilientes – apesar de menos produtivas - que as modificadas por sistemas de alta intensidade de intervenção.

Diferentemente, a Rede de Manejo Florestal da Caatinga (RMFC) tem como foco principal de suas Unidades Experimentais (UE) a maximização da produção e da produtividade das florestas manejadas, para minimizar a quantidade de áreas com intervenção e evitar a degradação das florestas exploradas sem aplicar o manejo racional.

Dar alta prioridade às pesquisas sobre produção e produtividade pode ser justificado por várias razões:

- (i) no bioma Caatinga já existem áreas naturais protegidas, designadas especificamente para conservação, onde as pesquisas sobre conservação de florestas podem ser realizadas;**
.....
- (ii) nas propriedades com PMFS também são designadas áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente que, no mínimo, ocupam 25% da área total da propriedade e garantem um ní-**

vel de conservação da cobertura florestal “sem intervenção” e com diversidade ambiental em nível local;

- (iii) a demanda de produtos florestais na região Nordeste é muitas vezes maior que a oferta sustentável atual e seu atendimento por via do desmatamento tem impactos ambientais negativos muito maiores que os que podem ocorrer nas áreas com MFS.

Ainda assim, a RMFC inclui, em suas análises dos resultados experimentais, avaliações de impacto do manejo sobre a diversidade arbórea das florestas manejadas e não manejadas dentro das UE.



2. DINÂMICA DA COBERTURA FLORESTAL E OUTROS USOS DA TERRA NO BIOMA CAATINGA

Quando se iniciaram as pesquisas experimentais sobre MFS no bioma Caatinga, na década de 1980, as noções sobre manejo florestal eram simples enunciados teóricos, sem fundamentos práticos. Esperava-se que plantações florestais de rápido crescimento fossem técnica e economicamente viáveis, e os textos e artigos sobre silvicultura no semiárido nordestino assumiam que no futuro a produção de madeira e PFM viria de plantios com espécies nativas e exóticas.

Seguindo recomendações de Lamberto Golfari sobre a pesquisa com *Eucalyptus*, o IBDF estabeleceu no início da década de 1960 uma rede de Estações Experimentais Florestais (EFLEX) no NE, onde foram testadas também uma dúzia de espécies nativas. Uma das EFLEX estava no semiárido, em Açú, no estado do Rio Grande do Norte.

As preocupações dos órgãos públicos com o desmatamento e o consumo de produtos florestais já existiam desde muito antes. De 1880 até meados de 1980, a lavoura de algodão arbóreo era o uso mais rentável da terra no semiárido, gerando contínuas mudanças de uso do solo, necessárias para manter a viabilidade do sistema de produção de algodão consorciado com lavouras anuais, que devia renovar suas roças a cada cinco anos. O desmatamento itinerante era considerado uma causa de degradação dos solos e da diminuição da cobertura florestal. Era também a principal fonte de lenha e carvão para a indústria e o comércio no Nordeste.

Porém, a única informação quantitativa sobre mudanças de uso da terra era, até então, obtida dos Censos Agropecuários. As primeiras imagens de Landsat, disponíveis em 1982, com pixels de 30m x 30m, permitiram ao Projeto RadamBrasil fazer uma primeira estimativa de áreas com cobertura florestal no NE, indicando um valor próximo a 65% de cobertura florestal na Caatinga (PROJETO RADAMBRASIL, 1984). A atualização realizada em 1990 alertava uma redução para 47% de cobertura florestal do Nordeste (IBGE/SUDENE/IBAMA, 1990).

Por outro lado, o IBDF mantinha um registro dos consumidores de produtos florestais, e devia exigir a reposição florestal de cada consumidor (exigência de apresentação do Plano Integrado Florestal - PIF para grandes consumidores, com consumo superior a 12.000m³/ano). Esta obrigação podia ser substituída pelo pagamento da taxa de reposição florestal no caso dos consumidores de menos de 12.000m³/ano, constituindo-se na opção adotada por todos. Como consequência, o reflorestamento não era executado e o consumo de madeira para energia continuava dependendo do corte nas florestas da caatinga (além das escassas autorizações da mudança de uso do solo aprovadas).

Atendendo a estas preocupações, de 1985 a 1992 o projeto PNUD/FAO/BRA/87/007 e sucessores realizaram inventários florestais detalhados no RN, CE, PB, e PE, identificando três grandes

tipos florestais na caatinga. Suas coberturas foram estimadas em 52, 44, 33 e 47 %, respectivamente. Paralelamente, estudos de consumo e fluxos de produtos florestais nesses Estados concluíram que um terço da demanda total de energia primária da região Nordeste era atendida por biomassa florestal (CAMPELLO *et al.*, 1999), e que praticamente toda a extração de lenha e produção de carvão vegetal eram feitas sem autorização dos órgãos ambientais.

Assumindo que toda a extração ilegal de madeira era insustentável e que as árvores cortadas não regeneravam, esses dados levaram a formular diagnósticos apavorantes sobre o inevitável e iminente desaparecimento das florestas do bioma caatinga, como resultado das demandas crescentes de lenha e carvão para uso doméstico, comercial e industrial.

A decorrente necessidade de encontrar fontes alternativas e sustentáveis levou, assim, a uma série de pesquisas aplicadas com diferentes fins:

- (a) **reduzir o consumo de biomassa florestal** pelo aumento da eficiência energética dos consumidores industriais e dos produtores de carvão vegetal;
- (b) **testar plantios florestais no semiárido** (com algarobeira, eucaliptos, *Leucaena*, entre outros) para aumentar a produção de madeira para energia;
- (c) **testar plantios florestais puros e sistemas agroflorestais no litoral úmido**, visando obter madeira para energia (com Eucaliptos, Sabiá, coco/*Leucaena* coco/*Gliricidia*);
- (d) **aprimorar o Manejo Florestal Sustentável da caatinga.**

No final do decênio de 1980, foi ficando claro que a alternativa mais promissora para fornecer a biomassa energética demandada de modo sustentável, a curto prazo, e com menor custo, era o MFS da caatinga, por quatro razões principais:

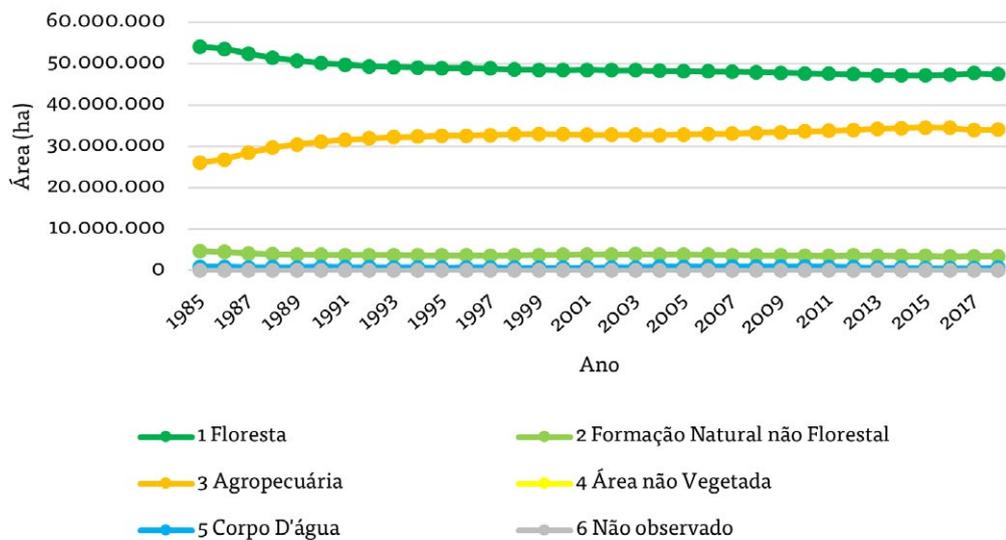
- (a) **disponibilidade muito ampla e imediata de recursos florestais nesse bioma,**
- (b) **distâncias curtas de transporte até os usuários,**
- (c) **mínimos investimentos requeridos,**
- (d) **ausência de mudança de uso do solo.**

De fato, com a implantação do marco regulatório específico em 1990 (IN 01 do IBAMA), a expansão do MFS na caatinga foi rápida e continuada, especialmente a partir de 2005. Em 2018, existiam quase mil PMFS aprovados, com 660 mil ha de área florestal manejada.

Por outro lado, os grandes avanços na tecnologia de sensores remotos desde os anos 90 permitiram quantificar, localizar e entender melhor os processos de mudança de uso da terra no bioma, resultando numa visão mais realista e objetiva da dinâmica da cobertura florestal e dos usos da terra na caatinga. Como ilustra a Figura 1, o avanço do uso agropecuário e o retrocesso

da cobertura florestal foram praticamente nulos desde 1995, apesar do aumento da população e das demandas regionais de biomassa energética. Após 30 anos de prognosticado, o desaparecimento das matas remanescentes da caatinga não ocorreu. Segundo o Projeto MapBiomias (2019), de 1985 a 1994 a área de florestas caiu de 54 10⁶ ha para 49 10⁶ ha, e de 1995 a 2018 se manteve mais ou menos constante em torno de 48 10⁶ ha. Não houve redução líquida da área coberta com matas na caatinga, ainda que o desmatamento tenha continuado nesses anos.

Figura 1. Dinâmica da cobertura e uso do solo no bioma Caatinga



Fonte: PROJETO MAPBIOMAS, 2019, citado por ARAÚJO; PAREYN, 2022

Várias são as causas desta dinâmica dos usos da terra, contrária às previsões e prognósticos prévios. Por um lado, ocorreu a extinção da agricultura itinerante de algodão arbóreo, sisal e outras culturas plurianuais e a redução de áreas de lavouras anuais, causada pela sua baixa rentabilidade e pela diminuição da fração ativa da população rural. As áreas de lavoura abandonada viraram pastagens, capoeiras e finalmente matas secundárias como resultado da sucessão secundária. Aliás, as áreas não vegetadas não aumentaram, sugerindo que processos de desertificação extrema não ocorreram em grande escala.

Por outro lado, a presunção de que a extração não autorizada de lenha era a causa do desmatamento estava basicamente errada, porque o corte da lenha era (e ainda é) praticado em áreas abertas para a agricultura ou pastagens, com uma sequência de usos da terra: lavoura > pasto aberto > pastejo na capoeira > pastejo nas matas secundárias. Assim, devido à estagnação da área total de agricultura e pastagens desde 1995 até 2021, a área ocupada por florestas no bioma caatinga ficou praticamente constante, em um equilíbrio dinâmico com outros usos da terra. Logo, a maior parte da cobertura florestal atual na caatinga é de matas secundárias, com vinte a sessenta anos de regeneração¹.

¹ A mesma situação era, provavelmente, a prevalente desde fins do século XIX e início de século XXI.

Pode-se supor que a dinâmica do uso da terra nos próximos 30 anos estará condicionada por três fatores que limitam o desenvolvimento da agricultura: a) a redução contínua da população economicamente ativa no meio rural; b) a escassez de terras mecanizáveis e, c) os limitados recursos de água para irrigação. Nas margens do São Francisco e dos canais que transportam água desde este grande rio alóctone, existe ainda potencial de irrigação. Porém, os rios autóctones do bioma Caatinga já estão praticamente todos barrados e seus açudes sobre-explorados para usos predominantemente não agrícolas. Os antigos perímetros irrigados do DNOCS, em sua grande maioria, já não são cultivados, por falta de água e degradação dos solos (SAMPAIO *et al.*, 2009). Por outro lado, a agricultura de sequeiro está limitando-se cada vez mais a atender algumas demandas de auto-subsistência, de mercados locais, ou da produção de leite.

Nesse contexto, o MFS poderá ter maiores áreas disponíveis para sua implementação. Também aumentará sua importância relativa como fonte de forragem, na medida em que restolhos² de lavouras agrícolas se tornem mais escassos. Esta demanda adicional a ser atendida pelas matas nativas, já está presente, e quase sempre excede a capacidade de suporte, gerando sobre-pastejo.

Apesar dos estudos realizados por Araújo Filho (2013) sobre sistemas de manejo silvo-pastoris (rebaixamento, raleamento e enriquecimento), estas técnicas, difundidas e demonstradas nos últimos trinta anos, não foram adotadas pelos pecuaristas. Sua aplicação ficou restrita a algumas áreas experimentais pequenas (na EMBRAPA – Caprinos, por exemplo) e poucas unidades demonstrativas instaladas no quadro de projetos de apoio ao desenvolvimento rural (PDHC, PRS Caatinga, entre outros) com pouca expressão.

² Restolho: resto de cultura anual. O consumo de restolhos pelo gado é uma prática comum no semiárido que consiste em colocar o rebanho para comer os restos da lavoura após a colheita (palhada, vagens, espigas, etc).



3. DEMANDAS PASSADAS E FUTURAS DE PRODUTOS E SERVIÇOS FLORESTAIS DA CAATINGA

Desde os anos 1980, diversas iniciativas institucionais e muitos pesquisadores independentes realizaram estudos de consumo e demandas de produtos florestais madeireiros em alguns Estados na região NE, em diferentes setores da economia, com ênfase nos usos energéticos. Algumas referências são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Referências de estudos de consumo e demanda de produtos florestais no NE.

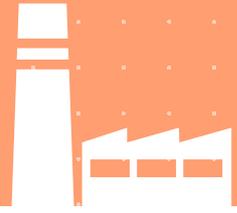
ANO	AUTORES	TÍTULO	ABRANGÊNCIA
1985	Riegelhaupt, E.	<i>Dendroenergia</i>	RN
1988	PNUD/FAO/IBDF/ BRA-87-007.	<i>Demanda e oferta de energéticos florestais na Microrregião do Seridó -RN</i>	Seridó-RN
1988	PNUD/FAO/IBDF/ BRA-87-007.	<i>Consumo atual de energéticos na Região do Seridó</i>	Seridó-RN
1990	Zakia et al.	<i>O consumo de energéticos florestais no Rio Grande do Norte</i>	RN
1998	Silva et al.	<i>Consumo de energéticos florestais do setor domiciliar no estado de Pernambuco</i>	PE
1998	Silva et al.	<i>Consumo de energéticos florestais do setor industrial/comercial no estado de Pernambuco</i>	PE
1994	Ferreira, L.A.	<i>Consumo de energéticos florestais do setor domiciliar no estado da Paraíba</i>	PB
1994	Ferreira, L.A.	<i>Consumo de energéticos florestais do setor industrial/comercial no estado da Paraíba</i>	PB
1994	Zakia et al.	<i>Consumo de produtos florestais do setor industrial/comercial no estado do Ceará</i>	CE
1993	Zakia et al.	<i>Consumo de produtos florestais do setor domiciliar no estado do Ceará</i>	CE

ANO	AUTORES	TÍTULO	ABRANGÊNCIA
2004	Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Caatinga	<i>Cenários para o Bioma Caatinga</i>	Bioma
2008	ADESE	<i>Diagnóstico do Uso da lenha nas atividades agroindustriais do Seridó Potiguar</i>	RN
2010	Riegelhaupt; Pareyn	<i>A questão energética e o manejo florestal da Caatinga.</i>	Bioma Caatinga
2018	MMA	<i>Importância atual e potencial de uso da biomassa para energia em Sergipe</i>	Sergipe
2018	MMA	<i>Biomassa para energia no Nordeste: atualidades e perspectivas</i>	Região NE

Segundo o MMA (2018) a demanda total de madeira para energia de oito Estados da Região Nordeste (PI, CE, RN, PB, PE, SE, AL, BA) atingia, em 2015, 14,5 10⁶tMS/ano (quase 60 milhões de mst/ano). A estimativa para 2006, calculava o consumo da região NE em 50 milhões de mst/a, ou 10,0 10⁶tMS /ano. Nesses doze anos, o consumo diminuiu no setor domiciliar - sobretudo no meio rural - e aumentou no setor industrial.

As previsões do MMA (2018) para o ano 2030 sugerem estabilidade ou leve aumento das demandas de madeira para energia dos setores industrial e comercial no Nordeste, junto à estagnação ou redução da demanda de lenha e carvão vegetal do setor domiciliar.

Em relação à forragem, considerando a tendência de aumento dos rebanhos e a redução da oferta de restolhos por menor área cultivada com lavouras anuais, pode-se supor um aumento contínuo desta demanda.



4. ALTERNATIVAS PARA ATENDER AS DEMANDAS DE PRODUTOS MADEIREIROS E NÃO-MADEIREIROS DO BIOMA E DA REGIÃO NE

O setor industrial, em particular o ramo da cerâmica vermelha, foi, nos últimos cinquenta anos, o principal consumidor de biomassa lenhosa obtida da caatinga. A tendência decrescente do consumo domiciliar rural reforçou a maior participação da demanda industrial. Visto que não existem ofertas de energéticos mais baratos que a lenha e que o incremento da eficiência energética dos fornos cerâmicos é um processo lento e limitado, o aumento da produção cerâmica gerou uma demanda crescente por lenha, que foi atendida parcialmente por lenha de cajueiros e algarobeiras, bambu e alguma biomassa residual como casca de coco e casquinha de caju.

Outros setores industriais (alimentos, bebidas, têxteis) utilizam cavacos de madeira e de bambu³ como combustível para gerar vapor em caldeiras. A demanda por esses produtos aumenta rapidamente, pelos crescentes preços do Gás Natural e por estratégias que procuram reduzir as emissões de carbono. Até agora, se faz muito pouco cavaco de lenha nativa, apesar das suas propriedades superiores aos cavacos de outras biomassas (maior poder calorífico, maior densidade).

O MMA (2018) estimou as demandas de biomassa por setor na região NE para o ano base 2015 (Tabela 2) concluindo que os setores domiciliar e industrial eram os maiores usuários. Também concluiu que o MFS não se constitui como ferramenta apropriada para fornecer lenha sustentável ao setor domiciliar, visto que essa demanda, principalmente não comercial, é muitas vezes atendida por catação dos próprios usuários em áreas peridomésticas e periurbanas.

³ A diferença entre a "lenha em toras" e "cavacos" reside unicamente no tamanho: os cavacos são menores que 5cm, e as dimensões da lenha vão de 5cm a 120cm. A composição química e poder calorífico de ambos são basicamente iguais.

Tabela 2. Demanda de biomassa energética no NE, ano base 2015.

SETOR	SUBSETOR/RAMO	UNIVERSO	DEMANDA TOTAL (10 ⁶ tMS ano ⁻¹)
Domiciliar	Grande Urbano	4.563.938 Domicílios	0,27
	Pequeno Urbano	6.302.581 domicílios	1,26
	Rural	4.003.144 domicílios	5,19
	Total	14.869.662 domicílios	6,72
Não-energético	Cercas	2.044.900 prop	0,63
	Total	2.044.900 prop	0,63
Industrial	Celulose e papel (energético)	6 estabelecimentos	1,46
	Siderurgia	2 estabelecimentos	0,62
	Cerâmica vermelha	1.530 estabelecimentos	2,52
	Padaria	4.600 estabelecimentos	0,30
	Gesso	139 estabelecimentos	0,59
	Beneficiamento mandioca		0,64
	Têxtil		0,05
	Óleos vegetais		0,36
Total		6,54	
Comercial			0,63
	Total		0,63
Total Geral			14,52

Fonte: MMA, 2018.

Por outro lado, existem várias fontes alternativas de biomassa para atender demandas industriais:

- (a)** No litoral do NE, plantios de coqueiro geram resíduos como buchas e cascas, plantios de cana geram palha e importantes plantios de eucaliptos nos Estados de Bahia e Alagoas, geram resíduos de aproveitamento (toretas) e processamento (costaneiras).
.....
- (b)** Nas regiões do Agreste e Sertão, plantios de cajueiros gigantes estão sendo substituídos por cajueiros precoces e seu corte fornece lenha não renovável.
.....
- (c)** Em muitas várzeas e baixios do sertão, algarobais espontâneos ocupam terras abandonadas pelas lavouras e produzem lenha renovável, em ciclos curtos (MMA, 2018, RIEGELHAUPT *et al.*, 2014).
.....
- (d)** Em todo o bioma, existem importantes áreas cobertas por matas de caatinga, que em grande parte podem ser manejadas para produção sustentável de biomassa energética.
.....

O mesmo estudo do MMA (2018) estimou os potenciais produtivos de cada uma destas fontes de biomassa. Seus resultados indicam que a oferta de fontes legais é de $6,6 \cdot 10^6$ tMS a⁻¹ em 2015 e que as fontes potenciais (não desenvolvidas) poderiam fornecer $31,6 \cdot 10^6$ tMS a⁻¹ adicionais. Destaca-se o papel do MFS da caatinga, que tem 76% do potencial de oferta sustentável, com $32,5 \cdot 10^6$ tMS a⁻¹ (Tabela 3).

Tabela 3. Potenciais produtivos de fontes de biomassa no NE

TIPO	FONTE	ÁREA TOTAL (10 ⁶ ha)	BIOMASSA TOTAL DISPONÍVEL (10 ⁶ tMS ano ⁻¹)	BIOMASSA ENERGÉTICA (10 ⁶ tMS ano ⁻¹)	BIOMASSA NÃO ENERGÉTICA (10 ⁶ tMS ano ⁻¹)	NA BIOMASSA TOTAL	NA BIOMASSA ENERGÉTICA
Atual, de fontes legais	Plano de manejo florestal	0,39	0,79	0,71	0,08	2%	2%
	Eucalipto	0,68	12,15	3,25	8,9	24%	8%
	Cajueiro	0,61	2,00	2,00	0	4%	5%
	Algorobais	0,11	0,38	0,33	0,05	1%	1%
	Bambu	0,01	0,09	0,02	0,07	0%	0%
	Frutífera diversas	0,2	0,33	0,33	0	1%	1%
Subtotal		2,00	15,74	6,64	9,10	32%	17%
Potencial	Palha de cana	1,12	1,05	1,05	0	2%	3%
	Coqueiro	0,20	0,44	0,39	0,05	1%	1%
	Caatinga	19,05	32,5	29,2	3,30	64%	76%
	Cerrado	2,44	1,20	1,00	0,20	2%	3%
Subtotal		22,81	35,19	31,64	3,55	69%	83%
Total Geral		24,81	50,93	38,28	12,65	101%	100%

Fonte: MMA, 2018

O estudo do MMA conclui que o MFS é uma das fontes mais adequadas para atender as demandas industriais de biomassa para uso térmico, por razões como: i) disponibilidade de biomassa nas matas nativas, localizadas perto dos polos consumidores; ii) baixo investimento necessário, e iii) prontidão com que podem ser implementados os PMFS.

O MFS é também uma ferramenta para reduzir emissões de carbono advindas da queima de energéticos fósseis e uma opção muito efetiva para evitar as mudanças de uso da terra.



5. HISTÓRICO DO MFS NA CAATINGA

5.1. Hipóteses e propostas iniciais, de 1980 a 2000

Conforme mencionado anteriormente, tanto a prática quanto as pesquisas sobre o MFS na caatinga foram iniciadas no início dos anos 1980. As questões iniciais referiam-se às formas de regeneração das árvores, às taxas de crescimento pós-corte, à possível influência de diferentes intensidades e seletividades no corte sobre a produtividade e à qualidade da madeira. Pouca ou nenhuma atenção era dada a sistemas de uso múltiplo como silvopastoril, agroflorestal, madeireiro + não madeireiro. Replicando as linhas de pesquisa da floresta amazônica, dava-se especial atenção ao manejo em sistemas policíclicos, em ciclos longos, com corte seletivo. Especulava-se também sobre a possibilidade de se obter madeira em toras para serrarias.

Com os estudos dos projetos PNUD/FAO, realizados em 1980/1990, tornou-se evidente que: i) a demanda do NE era quase exclusivamente de lenha e carvão; ii) a lenha da caatinga estava sustentando um terço da matriz energética regional, e iii) os plantios florestais não poderiam atender essa demanda, por serem inviáveis no sertão e por terem alto custo no litoral. A conclusão lógica foi que o manejo das matas da caatinga era a opção mais sustentável, viável e eficaz para garantir o fluxo de energia renovável, evitando danos ambientais e conservando os recursos florestais, além de manter atividades produtivas dependentes daqueles energéticos, que geram trabalho e renda em todo o semiárido brasileiro.

Surgiram assim as primeiras propostas de experimentação e demonstração do manejo florestal na caatinga, inspiradas nas práticas tradicionais dos roçados itinerantes onde os agricultores desmatam para plantar, vendem estacas, lenha ou carvão para recuperar o custo da “limpeza” da terra, cultivam e finalmente abandonam as lavouras depois de cinco anos. Pesquisas de campo no Seridó (PROJETO PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87-007, 1992) sugeriram que o tempo de recuperação da mata secundária seria de 19 anos após o abandono da lavoura (sem destoca) e essa foi a duração do ciclo provisoriamente selecionada. Como o corte seletivo não era aplicado nas práticas tradicionais de roça e queima, foi proposto como alternativa inovadora nos experimentos iniciais, acreditando que poderia aumentar a velocidade de crescimento e/ou produzir madeira de maior diâmetro. Neste caso, o ciclo de corte era estimado em 13 anos. Para dirimir algumas dúvidas sobre a eficiência da regeneração natural, nos primeiros experimentos foram testados a semeadura e o plantio de mudas, que resultaram totalmente ineficazes.

Fora de uma área experimental estabelecida em 1982 pela fábrica de cimento de Mossoró sob a direção do Professor Sérgio Tavares, a qual foi posteriormente abandonada por não atingir os resultados previstos, os esforços de pesquisa aplicada no MFS, de 1984 até 2004,

foram realizados unicamente pelo IBDF, posteriormente IBAMA, com ajuda dos projetos sucessivos de cooperação com o PNUD e a FAO.

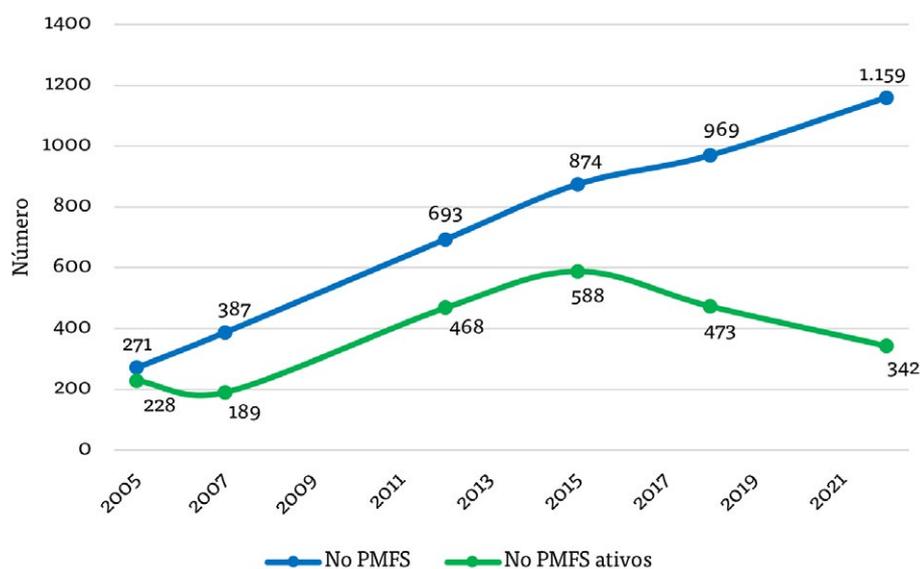
A EMBRAPA Caprinos, de maneira independente, sob a orientação de João Ambrósio de Araújo Filho, levou adiante de 1982 a 2012 pesquisas sobre manejo silvopastoril, com ênfase na produção sustentável de forragem na caatinga. Estas pesquisas ainda continuam, sob o novo modelo da ILPF (Integração Lavoura Pecuária Floresta).

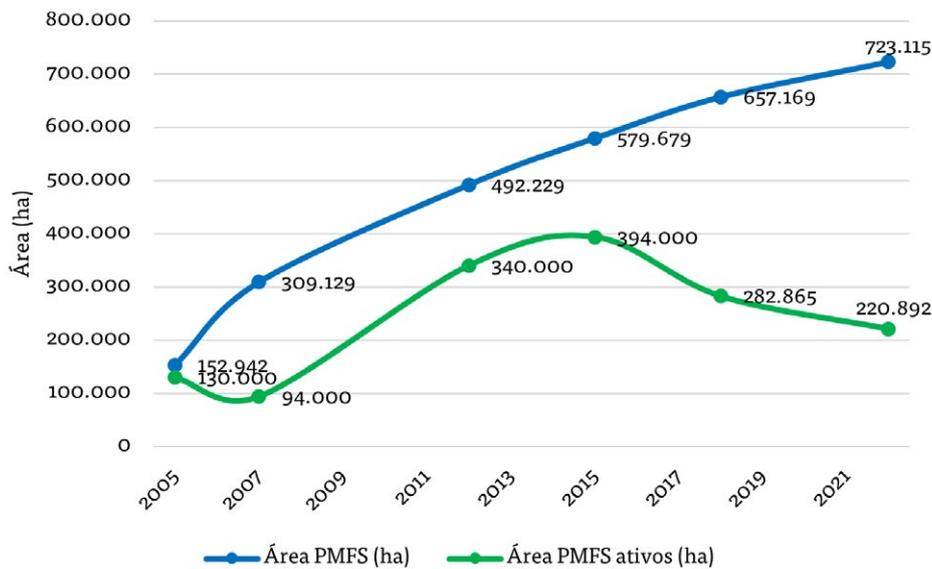
Em 2003 foi criada a RMFC, incorporando o Serviço Florestal Brasileiro, as Universidades, a EMBRAPA, os institutos estaduais de pesquisa e a APNE. Em 2010, os resultados obtidos pela RMFC até aquele momento, foram publicados no livro “Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da Caatinga” (GARIGLIO *et al.*, 2010), com apoio do SFB e Projeto GEF-Caatinga (MMA/PNUD/GEF/BRA/O2-G31). Em 2018-2022, o Projeto NEXUS-Caatinga realizou extensos estudos de campo sobre a contribuição do MFS na segurança energética, alimentar e hídrica do bioma.

5.2. Expansão dos PMFS, das áreas manejadas e das autorizações de corte

Com a aprovação da Instrução Normativa 001 do IBAMA, no ano de 1993, o MFS na Caatinga teve seu primeiro marco normativo e passou a ser uma atividade regulada pelos órgãos ambientais. Como resultado de várias campanhas de difusão e programas de fomento e apoio, o número de PMFS e sua área cresceram continuamente.

Figura 2. Número e Área dos PMFS no Bioma Caatinga, de 1995 até 2021





Fonte: APNE, Projeto REDESER.

5.3. Sobrevivência, desistência e eficácia dos PMFS

O Projeto Nexus – Caatinga⁴, uma iniciativa do CNPQ-MCT para impulsionar pesquisas aplicadas no bioma, desenvolveu um estudo de campo sobre os impactos do MFS nas seguranças hídrica, alimentar e energética. Uma das linhas de pesquisa procurou entender melhor o processo de adoção e implementação dos PMFS, a partir de dados estatísticos dos planos de manejo (registrados nas OEMAS da região e no Banco de Dados da APNE) e de cinquenta entrevistas com detentores/operadores dos quinhentos PMFS ativos em 2018.

Os dados estatísticos revelaram uma marcante queda no número de PMFS ativos, com desistência de muitos detentores (Figura 2). Essa queda continuou até 2021 quando o banco de dados foi atualizado novamente no quadro do Projeto REDESER. Assim, a sobrevivência dos PMFS era de 49% em 2018. Outra comprovação foi que a eficácia de implementação era baixa, pela lenta emissão de Autorizações de Corte Anual e colheita incompleta dos talhões autorizados. Como resultado combinado destes três fatores a produção efetivamente obtida nos PMFS da caatinga é muito menor que seu potencial, fato que compromete a consecução dos objetivos do manejo florestal.

⁴ O Projeto Nexus – Manejo Florestal Sustentável da Caatinga foi apoiado pelo CNPq (Processo 441310/2017-6) e executado pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, o Instituto Federal do Piauí, a Associação Plantas do Nordeste e a Universidade Federal de Campina Grande. Seus resultados são publicados em Araújo; Pareyn, 2022).

Por outro lado, as opiniões dos entrevistados indicam a existência de fortes barreiras externas que limitam o sucesso do MFS como atividade produtiva: a concorrência de lenha ilegal a preços baixos, o escasso interesse dos consumidores pela lenha legal, a lentidão e alto custo dos processos administrativos dos órgãos ambientais, a falta de mão-de-obra, entre outras. A baixa produtividade da floresta nunca foi apontada pelos detentores como uma barreira para o manejo (ARAÚJO; PAREYN, 2022).



6. EVOLUÇÃO DO MARCO NORMATIVO

A Lei 12.651 de 25/05/2012 (Código Florestal) estabelece em seu artigo 31, que a exploração de florestas nativas e formações sucessoras dependerá de licenciamento pelo órgão competente do SISNAMA, mediante aprovação prévia de PMFS que contemple técnicas de condução, exploração, reposição florestal e manejo compatíveis com os variados ecossistemas que a cobertura arbórea forme.

Na Caatinga, o manejo florestal foi regulamentado pelo IBAMA com a emissão da Instrução Normativa - IN nº 03, de 04/05/2001, contendo os requisitos para aprovação do PMFS. De acordo com esta IN o PMFS deverá ser apresentado acompanhado de documentos de comprovação da propriedade ou posse do imóvel pelo requerente, mapas da propriedade indicando a localização da área manejada, Anotação de Responsabilidade Técnica – ART assinada por

ou Agrônomo habilitado, relatório do inventário florestal, pagamento das taxas de análise e vistoria, entre outros. Somente após a realização de vistoria de campo, para confirmar as informações apresentadas, são liberadas as Autorizações de Exploração – AUTEX, com validade de 12 meses. Findo este prazo, o detentor do PMFS deveria apresentar relatório de atividades, informando os volumes explorados. Somente após realização de nova vistoria poderá ser iniciada a exploração do próximo talhão.

Nesta mesma IN 03, o IBAMA estabelece que o ciclo de corte deveria obedecer a critérios técnicos, baseados em informações científicas disponíveis na literatura, sendo de no mínimo 10 anos.

Posteriormente a Lei Complementar 140, de 08/12/2011, estabeleceu a descentralização da gestão florestal, passando a competência pela análise e aprovação dos PMFS para os órgãos estaduais de meio ambiente. Para cumprir esta determinação os estados passaram a adotar legislação própria no processo de análise e aprovação de PMFS. Por exemplo: no estado da Paraíba, esta competência foi transferida para a SUDEMA, que além da legislação federal, considera também a Lei Estadual 6.002/94 e os Decretos 23.835/02 e 24.414/03. No Rio Grande do Norte a competência é do IDEMA, que aplica a Lei Estadual Complementar 272, de 3 de março de 2004.

Com o objetivo de padronizar os procedimentos e adequar a legislação aos resultados mais recentes da pesquisa, foi proposta a promulgação de resolução normativa pelo CONAMA para normatizar o manejo da Caatinga. Para elaborar a proposta foi instituído, em 2021, grupo de trabalho coordenado pelo IBAMA, com a participação de representantes de instituições públicas e privadas com interesse e experiência no tema do manejo sustentável da Caatinga. Este grupo de trabalho elaborou uma minuta de resolução que atualmente encontra-se em tramitação junto ao CONAMA.

REFERÊNCIAS

ADESE-AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SERIDÓ. **Diagnóstico do uso da lenha nas atividades agroindustriais do território do Seridó/RN**. Caicó, RN. 2008. 130p.

AMORIM, L.B., RIEGELHAUPT, E.R., CRUZ FILHO, J.L.V., LIMA, F.S.F., PAREYN, F.G.C. Capítulo VI. A contribuição do manejo florestal da caatinga para a segurança hídrica: um estudo do armazenamento de água no solo. In: ARAÚJO, E.L., PAREYN, F.G.C. (Orgs.). **Manejo Florestal Sustentável da Caatinga: contribuição para segurança energética, alimentar e hídrica**. 1.ed. Recife, APNE. 2022. p. 275-298.

ARAÚJO, E.L., PAREYN, F.G.C. (Orgs.). **Manejo Florestal Sustentável da Caatinga: contribuição para segurança energética, alimentar e hídrica**. 1.ed. Recife, APNE. 2022. p. 387.

ARAÚJO FILHO, J.A. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. Recife/PE: Projeto Dom Helder Camara. 2013. 200p.

APNE. **Estatística Florestal da Caatinga**. Ano 1. Vol. 1. 2008. 136 p.

CAMPELLO, F.B.; GARIGLIO, M.A.; SILVA, J.A.da; LEAL, A.M.A. **Diagnóstico Florestal da Região Nordeste**. Circular Técnica no 2, Projeto Desenvolvimento Florestal para o Nordeste do Brasil (IBAMA/PNUD/BRA/93/033). Brasília, DF: IBAMA. 1999. 20p.

CONSELHO NACIONAL DA RESERVA DA BIOSFERA DA CAATINGA. **Cenários para o Bioma Caatinga**. Recife. SECTMA. 2004. 283 p.

CORADIN, L. CAMILLO, J., PAREYN, F.G.C. (Ed). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste**. Brasília, DF: MMA, 2018. (Série Biodiversidade; 51) Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/142-serie-biodiversidade.html>>

FERREIRA, L.A. **Consumo de energéticos florestais do setor domiciliar no Estado da Paraíba**. Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007. Documento de campo no 19. 1994. João Pessoa-PB.

FERREIRA, L.A. **Consumo de energéticos florestais do setor industrial/comercial no Estado da Paraíba**. Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007. Documento de campo no 26. 1994. João Pessoa-PB.

FREITAS, J.V.; ROSA, C.M.M.; VOIGT, A.R.A. **The importance of Forest for people: evidences from the Brazilian National Inventory to support decision-making**. XIV World Forestry Congress. Durban, South Africa, 7-11 September 2015.

GARIGLIO, M. A. *et al.* (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 368.

GOLFARI, L.; CASER, R.; MOURA, V. **Zoneamento ecológico da região Nordeste para experimentação florestal, 1977**.

IBGE/SUDENE/IBAMA. **Atualização dos antropismos e inventário florestal da Região Nordeste**. Salvador. 1990.

MENEZES, R.S.C., SALES, A.T., PRIMO, D.C., ALBUQUERQUE, E.R.G.M., NASCIMENTO, K.J., PAREYN, F.G.C., SANTANA, M.S., SANTOS, U.J., MARTINS, J.C.R., ALTHOFF, T.D., NASCIMENTO, D.M., GOUVEIA, R.F., FERNANDES, M.M., LOUREIRO, D.C., ARAÚJO, J.C.F., GIONGO, V., DUDA, G.P., ALVES, B.J.R., PEREIRA, W.M.M.I., ANDRADE, E.M., PINTO, A.S., SAMPAIO, E.V.S.B. Soil and vegetation carbon stocks after land-use changes in a seasonally dry tropical forest. **Geoderma**, 390 (2021) 114943. DOI: 10.1016/j.geoderma.2021.114943

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca: PAN-Brasil**. Brasília. 2004. 242p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Biomassa para energia no Nordeste: atualidade e perspectivas**. Brasília, DF: MMA. 2018. 161 p.

MOURA, D.C. Comunidade de abelhas e plantas como indicadores ambientais em áreas de manejo florestal na Caatinga, Nordeste do Brasil. In: GARIGLIO, M. A. *et al.* (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 301-314.

PAREYN, F.G.C. A importância da produção não-madeireira na Caatinga. In: GARIGLIO, M. A. *et al.* (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 131-144.

PROJETO MAPBIOMAS – Coleção 4.1 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil 2019. Disponível em <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org> Acesso em: 10 maio 2020.

PROJETO RADAMBRASIL. Inventário florestal na Região Nordeste do Brasil. 1984.

PROJETO PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87-007. **Plano de Manejo Florestal para a Região do Seridó do Rio Grande do Norte**. Natal, RN. 3 vol. 1992.

RIEGELHAUPT, E., PAREYN, F.G.C., CRUZ, J.L.V.F., SILVA, J. R. N., SOARES, M.J.G., BACALINI, P.A. **Manejo racional dos Algarobais espontâneos para o combate à desertificação no Sertão de Pernambuco**. Associação Plantas do Nordeste, Recife, 2014. 68p.

RIEGELHAUPT, E. **Dendroenergia**. Proyecto PNUD/FAO/IBDF/BRA-82-008. Documento de campo nº 15. Brasil.

RIEGELHAUPT, E. M.; PAREYN, F. G. C.; LIMA, K. C. da; BACALINI, P. Impactos do Manejo Florestal sobre a flora arbórea. In: GARIGLIO, M. A. *et al.* (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 292-300.

SAMPAIO, E.V.S.B., ARAÚJO, M.S.B., SALCEDO, I.H., MENEZES, R.S.C. **Agricultura sustentável no semi-árido nordestino**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 2009. 152 p.

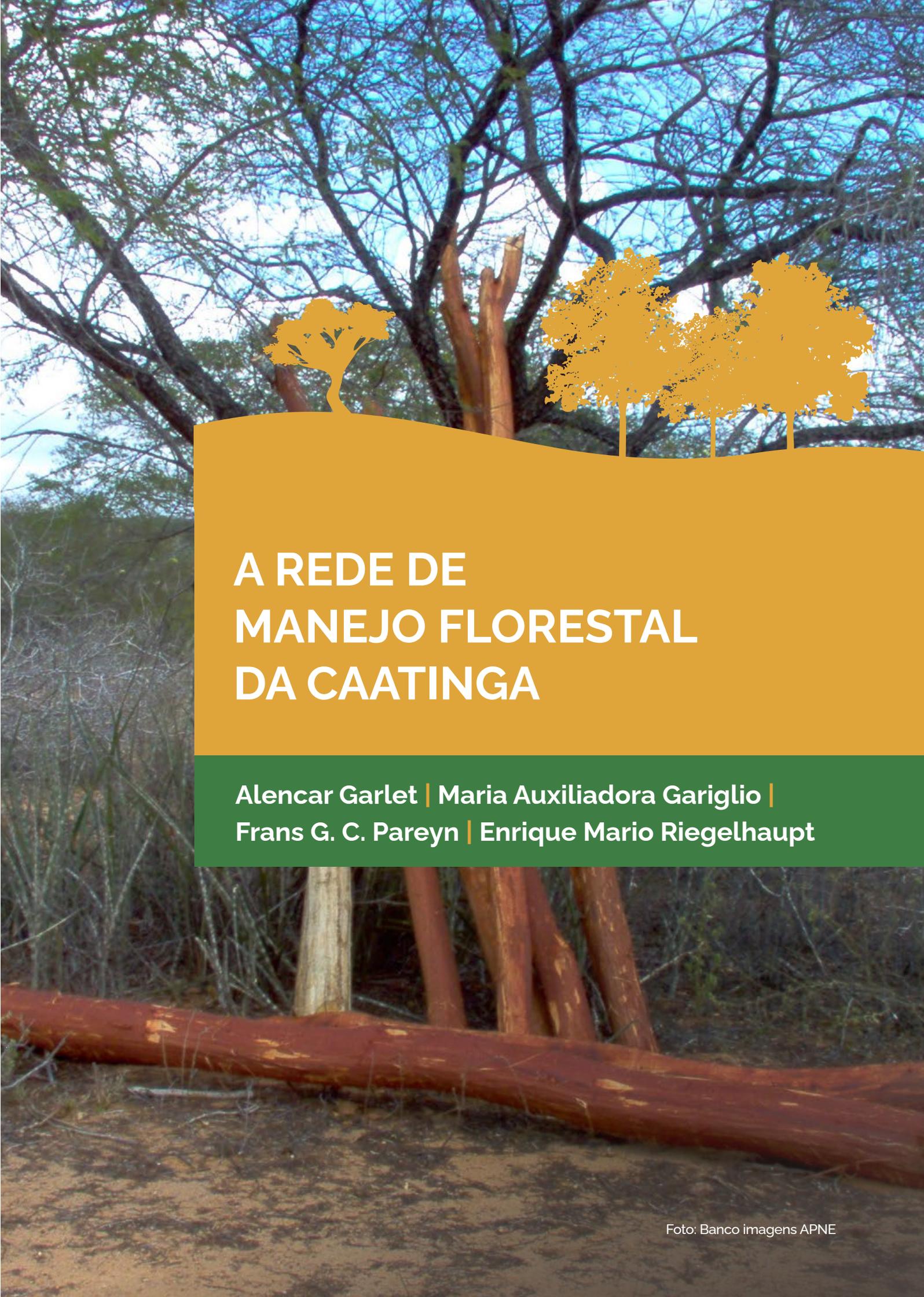
SILVA, P.S., SOLANGE, E. E PAREYN, F. 1998. **Consumo de energéticos florestais do setor domiciliar no Estado de Pernambuco**. Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007. Documento de campo no 14. Recife – PE.

SILVA, P.S., SOLANGE, E. E PAREYN, F. 1998. **Consumo de energéticos florestais do setor industrial/comercial no Estado de Pernambuco**. Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007. Documento de campo no 15. Recife – PE.

ZAKIA, M.J.B., VERSLYPE, C.G., PAREYN, F.G., MONTE DE SENA, C. E GARIGLIO, M.A. **O consumo de energéticos florestais no Rio Grande do Norte – Brasil.** Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007. Documento de campo no 1. 1990. Natal – RN.

ZAKIA, M.J.B., BEZERRA, F.M., SILVA, M.A.C., NOGUEIRA, R.C., SILVEIRA, A.M., HOLANDA, O.G., BRAID, E.C.M. **Consumo de produtos florestais do setor industrial/comercial no estado do Ceará.** Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007. Documento de campo no 25. 1994. Fortaleza-CE.

ZAKIA, M.J.B., BEZERRA, F.M., SILVA, M.A.C., NOGUEIRA, R.C., HOLANDA, O.G., BRAID, E.C.M. **Consumo de produtos florestais do setor domiciliar no estado do Ceará.** Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007. Documento de campo no 24. 1993. Fortaleza-CE.



A REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA

Alencar Garlet | Maria Auxiliadora Gariglio |
Frans G. C. Pareyn | Enrique Mario Riegelhaupt



1. INTRODUÇÃO

Considerando a importância ambiental, social e econômica do manejo de recursos florestais da Caatinga, conforme demonstrado no Capítulo 1 desta publicação, e considerando também que o manejo florestal sustentável seria a forma mais adequada para suprir a demanda de madeira existente na região Nordeste, é de grande relevância consolidar e ampliar as pesquisas sobre o tema para entender e prever a dinâmica da vegetação manejada, submetida a diferentes técnicas de intervenção. Isto requer pesquisa e experimentação continuadas, visto que o manejo florestal é uma atividade que deve ser praticada de forma sustentável e em longo prazo.

Com esse objetivo, foi criada a Rede de Manejo Florestal da Caatinga (RMFC), iniciativa que viabiliza a realização de pesquisas em rede, contribuindo para a racionalização do uso dos recursos, a revisão e troca de informações entre pesquisadores, e a rápida difusão das informações produzidas.

Neste livro são apresentados os dados de pesquisas experimentais sobre o manejo florestal na Caatinga que foram coletados, sistematizados e analisados ao longo de quatro décadas. Estes dados são a base técnica e científica que alicerça a legislação que normatiza o manejo florestal no bioma.

A presente publicação dá continuidade ao livro publicado em 2010 (GARIGLIO, 2010) e visa divulgar os dados mais recentes das pesquisas da RMFC, incluindo os coletados em campo nos anos de 2011, 2015 e 2022. É resultado de uma parceria entre a APNE e o Projeto REDESER (Projeto GCP/BRA/085/GFF), apoiado pelo GEF e executado pela FAO e o Ministério do Meio Ambiente. Essa parceria objetiva ampliar e fortalecer a base técnico-científica do manejo florestal sustentável da Caatinga, visando colher subsídios técnicos que poderão aperfeiçoar o manejo dos recursos florestais do bioma. Para isso, o projeto apoiou o monitoramento de seis Unidades Experimentais da RMFC e a elaboração do presente documento.



2. A REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA

A Rede de Manejo Florestal da Caatinga é a principal iniciativa de pesquisa de longo prazo em manejo florestal na região semiárida do Brasil, da qual participam pesquisadores, professores, profissionais liberais, instituições públicas e privadas, que unem esforços para produção e divulgação de conhecimento sobre o manejo florestal sustentável da Caatinga.

2.1. Histórico

De acordo com Riegelhaupt (2008), o primeiro plano de manejo florestal sustentável na Caatinga foi implantado em 1982, no Rio Grande do Norte, para atender à demanda de uma fábrica de cimento, em Mossoró. Como naquela época havia pouca informação sobre a dinâmica da Caatinga manejada, foram iniciadas pesquisas com a instalação de uma área experimental de manejo florestal na Fazenda Belo Horizonte em Mossoró/RN, com tratamentos de corte raso e seletivo, combinados com o enriquecimento por mudas e por sementes.

Após a paralização dos planos de manejo da fábrica de cimento, o Projeto PNUD/FAO/IBDF/BRA-82 manteve um conjunto de parcelas permanentes na área experimental da Fazenda Belo Horizonte. As medições continuaram a ser feitas nos anos subsequentes por outros projetos florestais de cooperação internacional com a FAO e o PNUD.

Para ampliar a base experimental, estes mesmos Projetos instalaram outras unidades demonstrativas de manejo florestal no estado do RN nos anos 1980 e 1990 (Estação Ecológica do Seridó, Fazenda Recanto e Fazenda Bela Vista).

Em dezembro de 2003 foi criada a Rede de Manejo Florestal da Caatinga (RMFC) com recursos do Programa Nacional de Florestas (PNF/MMA) que posteriormente recebeu apoios diversos (Projeto Conservação e Uso Sustentável da Caatinga (Projeto MMA/PNUD/GEF/BRA/02/G-31) e Serviço Florestal Brasileiro (SFB)). A partir deste momento, iniciou-se a definição de áreas e técnicas prioritárias para pesquisa, a gestão conjunta da experimentação e a padronização de protocolos de medição, análise e difusão de resultados.

2.2. Objetivos

Os objetivos gerais da RMFC foram definidos como:

- › **consolidar e ampliar a base técnico científica de experimentação de manejo florestal da caatinga;**

- > gerar informações consistentes e sistematizadas e;
- > disponibilizar as informações obtidas aos mais diferentes públicos como tomadores de decisão, produtores rurais, consumidores de lenha e carvão, entre outros.

Os seus objetivos específicos são:

- > obter dados sistematizados sobre produção, incremento, diversidade, regeneração e dinâmica evolutiva dos recursos florestais da região semiárida, a partir de experiências já existentes;
- > ampliar a base de pesquisa voltada às formações vegetais da Caatinga e suas espécies nativas;
- > adaptar e aplicar técnicas experimentais e dendrométricas adequadas às avaliações dos efeitos do manejo na vegetação nativa;
- > comparar os aspectos técnicos, econômicos e ambientais de diferentes práticas de manejo florestal;
- > divulgar os resultados obtidos e difundir as práticas positivamente avaliadas.

A RMFC é uma das cinco redes de Parcelas Permanentes apoiadas pelo SFB: Amazônia, Cerrado e Pantanal, Mata Atlântica, Caatinga e Florestas Plantadas. Essas redes estão inseridas no Sistema Nacional de Parcelas Permanentes (SisPP), criado em 2008, que foi desenvolvido para subsidiar o Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF) bem como o Inventário Florestal Nacional (INF).

2.3. Membros

A Rede é composta por instituições governamentais e não-governamentais (de ensino, pesquisa e extensão) que atuam na temática florestal na região Nordeste. Ao longo da sua atuação, as seguintes instituições vêm participando da RMFC:

- > Associação Plantas do Nordeste (APNE), instituição não-governamental, coordenadora da Rede;
- > EMBRAPA Meio-Norte;
- > EMBRAPA Semiárido;
- > Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN);
- > Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA);
- > Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA);
- > Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA);
- > Secretaria do Meio Ambiente da Bahia (SEMA);

- > **Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará (SEMACE);**
- > **Serviço Florestal Brasileiro – SFB/MMA;**
- > **Universidade Federal de Campina Grande (UFCG);**
- > **Universidade Federal do Ceará (UFC);**
- > **Universidade Federal do Piauí (UFPI);**
- > **Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE);**
- > **Universidade Federal de Sergipe (UFS);**
- > **Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN);**
- > **Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA);**
- > **Universidade Estadual do Sul da Bahia (UESB).**

A participação das instituições é dinâmica, podendo ser mais ou menos intensiva em função da própria disponibilidade e das demandas da Rede.

A RMFC tem ainda o apoio de empresas privadas e pessoas físicas, através da cessão e manutenção de áreas em suas respectivas propriedades, para instalação de unidades experimentais.

- > **Fazenda Almas (São José dos Cordeiros/PB) – Sr. Eliezer Braz;**
- > **Fazenda Belo Horizonte (Mossoró/RN) – Itapetinga S.A. (Grupo João Santos);**
- > **Fazenda Fonseca (Floresta/PE) – Sr. José Cláudio Maia de Brito;**
- > **Fazenda Lambedor (Sertânia/PE) – Sr. João Monteiro Almeida;**
- > **Fazendas Maturi e Formosa (Caucaia e Pacajús/CE) - Ceará Cerâmica Ltda. e Cerâmica e Agropecuária Assunção Ltda;**
- > **Fazenda Taboquinha (Exu/PE) – Sr. Pedro Jair;**
- > **Projeto de Assentamento Recanto III (Lagoa Salgada/RN), e;**
- > **Projeto de Assentamento Venâncio Zacarias (Macau/RN).**

A exemplo das demais redes de parcelas permanentes e considerando a necessidade e o propósito do Serviço Florestal Brasileiro de formalizá-las, a RMFC elaborou seu Regimento Interno durante a IV Oficina de Trabalho, realizada em Recife, em novembro de 2007. Além disso, instalou o “Comitê Técnico-científico” responsável por definir prioridades e protocolos de pesquisa, avaliar e selecionar áreas para estabelecimento de novas unidades experimentais e demonstrativas, gerenciar e coordenar a coleta de dados de campo e a sua sistematização, gerenciar e coordenar a análise dos dados e a preparação de documentos e publicações técnico-científicos, e, apoiar as ações de capacitação em manejo florestal para diferentes públicos.

Com o objetivo de padronizar procedimentos para a instalação de parcelas e coleta de dados, foi elaborado um Protocolo de Medições de Parcelas Permanentes em que constam as diretrizes de

estabelecimento e medição das parcelas permanentes para todas as áreas experimentais, já existentes e a serem instaladas, nas diferentes tipologias da Caatinga (COMITÊ, 2005). O Protocolo orienta quanto à área útil de medição, marcação e identificação de parcelas, parâmetros a serem avaliados, além da época de medição e técnicas de identificação de espécies. Este documento permite, então, que as informações e dados estatísticos gerados pelas medições sejam comparáveis e tenham rigor técnico-científico, evitando dúvidas e incertezas quanto à experimentação, além de alimentar um banco de dados específico sobre a prática do manejo florestal na Caatinga.

2.4. Áreas Experimentais

A RMFC conta com 13 áreas experimentais, localizadas em cinco Estados: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Bahia, totalizando 90,6ha e contando com 233 parcelas permanentes implantadas no período de 1984 a 2015 (Figura 1 e Tabela 1).

Figura 1. Localização das Unidades Experimentais da RMFC por ecorregião.

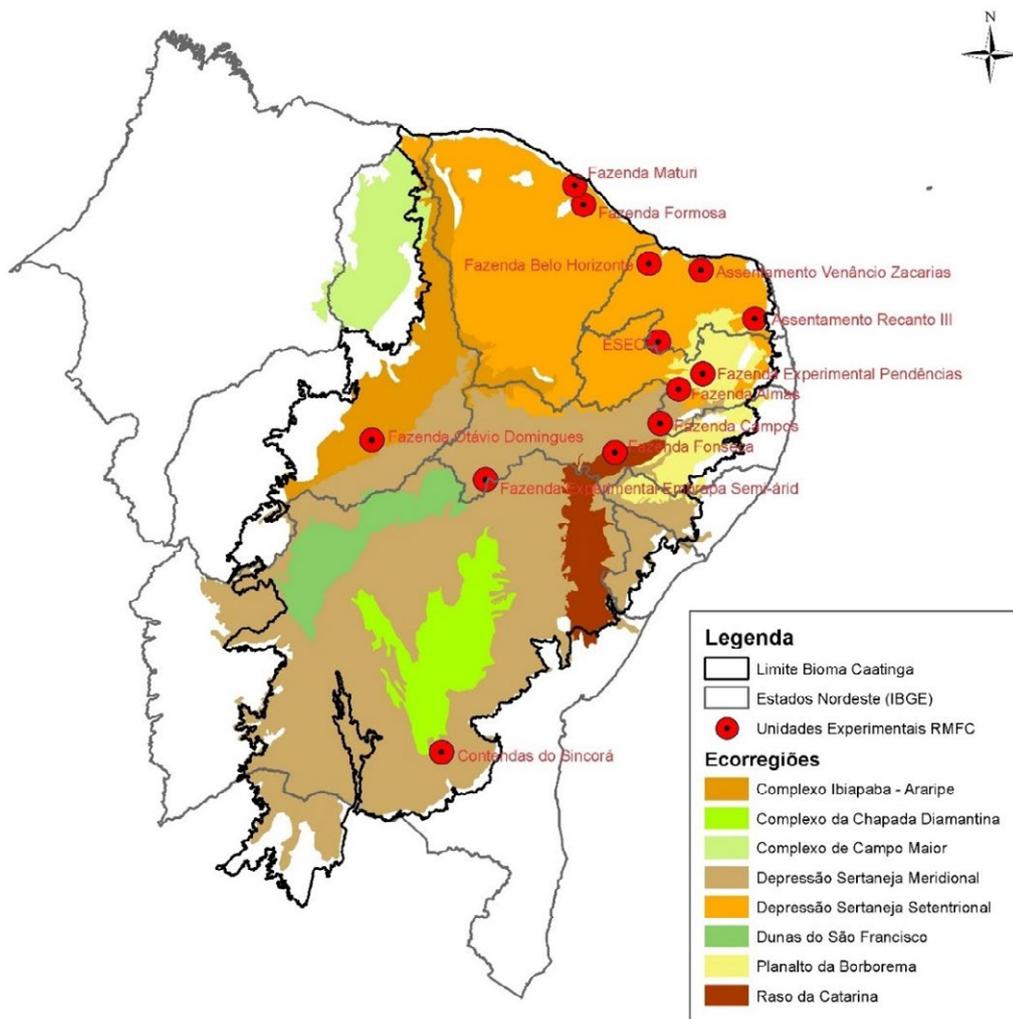


Tabela 1. Unidades Experimentais da Rede de Manejo Florestal da Caatinga.

UNIDADE EXPERIMENTAL	MUNICÍPIO UF	ANO IMPLEMENTAÇÃO (MONITORAMENTOS)	DESENHO EXPERIMENTAL	NÚMERO PARCELAS	ÁREA (ha)	SITUAÇÃO EM 2022
Estação Ecológica do Seridó (ESEC)	Serra Negra do Norte - RN	1989 (2004 - 2007 - 2011 - 2015)	4 tratamentos (CR, CS, CRQ, CRD) x 4 repetições em parcelas de 50x50m 2 blocos (com e sem pastoreio)	32	8	Ativa
Fazenda Taboquinha	Exú - PE	1996	1 PP área 1 (broca) e 3 PPs área 2	6	0,5	Encerrada
Fazenda Belo Horizonte (Itapetinga)	Mossoró - RN	1984 (2004 - 2007 - 2011 - 2015)	3 PPs de cada tratamento: CR e CS	6	4,5	Ativa
Fazenda Bela Vista (PA V. Zacharias)	Macau - RN	1995 (2004 - 2007 - 2011 - 2015)	4 tratamentos (CR, CS1, CS2, CS3) em dois blocos de 0,5 ha.	8	2	Ativa
Fazenda Recanto III	Lagoa Salgada - RN	1996 (2004 - 2007 - 2011 - 2015)	5 tratamentos (CR, CRM, CS1, CS2, CSM) em dois blocos de 0,5 ha	10	2,5	Encerrada
Estudo 20 ciclo (Fazendas Maturi e Formosa)	Caucaia e Pacajús - CE	2005 (2008 - 2011 - 2015)	PPs em talhões de CR com idades de 4 a 14 anos e Reserva Legal	37	2,1	Encerrada
Fazenda Pendências (EMEPA)	Soledade - PB	2005 (2008 - 2015)	3 tipos de corte (T, CR, CRcr) e 2 pastoreios (com e sem). Cada bloco com 12 parcelas = 2 repetições de cada combinação.	24	6	Ativa
Fazenda Otávio Domingues	São João do Piauí - PI	2005 (2008 - 2011)	Pirâmide (04 larguras de faixa) com 3 repetições	19	27	Ativa. O delineamento original foi alterado.

UNIDADE EXPERIMENTAL	MUNICÍPIO UF	ANO IMPLEMENTAÇÃO (MONITORAMENTOS)	DESENHO EXPERIMENTAL	NÚMERO PARCELAS	ÁREA (ha)	SITUAÇÃO EM 2022
Fazenda Fonseca	Floresta - PE	2006 (2009 - 2015)	2 repetições de 3 tratamentos (T, CR, CRcr) em 4 blocos ao acaso.	24	6	Ativa
CPATSA Embrapa Semiárido	Petrolina - PE	2007 (2015)	Pirâmide com 3 repetições	19	27	Ativa
Fazenda Lambedor (Sítio Campos)	Sertânia - PE	2007 (2008 - 2009 - 2011 - 2013 - 2015 - 2018)	Árvores individuais de Angico-decaroço em classes de diâmetro pré-definidas. Pé franco e de rebrota. Cortes no período de chuva e período seco.	-	1,5	Ativa
Fazenda Almas	São José dos Cordeiros - PB	2007 (2008 - 2009 - 2011 - 2013 - 2015 - 2018)	Árvores individuais de Angico-decaroço em classes de diâmetro pré-definidas. Pé franco e de rebrota. Cortes no período de chuva e período seco.	-	1,5	Ativa
Flona Contendas do Sincorá	Contendas do Sincorá - BA	2015 (2018)	Corte raso (CR); Corte seletivo por diâmetro mínimo (CSDAP); Corte seletivo por espécie (CSE); testemunha (T)	48	2	Ativa
Total de parcelas permanentes				233	90,6	

Fonte: MMA, 2018

Uma das características específicas das Unidades Experimentais da RMFC é que todas foram implementadas e são monitoradas de forma compartilhada enquanto iniciativa da Rede⁵. Contudo, dentro da RMFC há distribuição de responsabilidades para cada Unidade Experimental, principalmente baseada na história de participação institucional e facilidade de logística (Tabela 2).

⁵ Exceção pela UE Flona Contendas do Sincorá, implementada e monitorada diretamente pela UESB.

Tabela 2. Divisão de responsabilidades sobre as Unidades Experimentais da RMFC.

UNIDADE	RESPONSÁVEIS
ESEC	UFCG – Patos
Faz. Taboquinhas	UFRPE
Itapetinga	UFERSA
Macau	UFERSA
Recanto	APNE – UFRN – SFB
2º Ciclo (Formosa e Maturi)	APNE - SFB
Pendências	APNE – UFCG/Patos
Floresta (Fonseca)	APNE - UFRPE
CPATSA	Embrapa Semiárido - UFPI
São João do Piauí	UFPI
Angico Almas e Campos	APNE - UFPI
Contendas do Sincorá	UESB

Os resultados alcançados pela Rede de Manejo Florestal da Caatinga podem ser assim sumarizados:

- > Pelo menos 10 Unidades Experimentais com monitoramento regular (a cada três anos) de um conjunto de indicadores chave (estoque e crescimento, riqueza e diversidade arbórea, estrutura por classe diamétrica);
- > Difusão de resultados em nível regional e nacional com participação em iniciativas concretas (principalmente o SisPP e Inventário Florestal Nacional);
- > Articulação e envolvimento das instituições parceiras da Rede bem como com o setor privado (manutenção e disponibilização das áreas experimentais);
- > Difusão de informação técnico-científica sobre regeneração, crescimento e biodiversidade da Caatinga, em diferentes locais no bioma, subsidiando o processo de tomada de decisão em políticas públicas;
- > Capacitação de recursos humanos, principalmente estudantes de cursos de Engenharia Florestal, por meio de estágios e práticas de campo. Além disso, a Rede apoia diferentes iniciativas de capacitação de diferentes públicos;
- > Construção de um Sistema de Informações Geográficas contendo as áreas experimentais da Rede;

- > Apoio à construção de um banco de dados com todos os planos de manejo existentes no bioma Caatinga, o qual pode ser acessado na rede mundial de computadores, pelo endereço www.cnip.org.br/planos_manejo.html;
- > Publicação do livro “Protocolo de medições de Parcelas Permanentes” (COMITÊ, 2005).
- > Publicação de resultados das pesquisas no livro “Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da Caatinga” (GARIGLIO, 2010).

3. QUESTÕES CENTRAIS DA PESQUISA EXPERIMENTAL REALIZADA PELA RMFC

Na sua reunião em 2018, o Comitê Técnico da RMFC analisou e adotou uma lista de tópicos principais e perguntas de pesquisa para nortear o desenho e as análises de resultados das Unidades Experimentais (Tabela 3).

Tabela 3. Tópicos e perguntas para orientar e analisar resultados das Unidades Experimentais da RMFC.

TÓPICOS	PERGUNTAS DE PESQUISA
REGENERAÇÃO	Quais são as vias de regeneração dominantes após aplicados os diferentes regimes de manejo? Rebrotas ou sementes? Sementes do banco preexistente ou advindas por dispersão? Pode-se diferenciar regeneração por sementes da regeneração por rebrota de raiz? Existe relação entre a composição do estrato regenerativo nas subparcelas e a do estrato arbóreo? (5m x 5m vs 20m x 20m). Como se comportam a riqueza e a diversidade do estrato arbóreo e da regeneração nas áreas manejadas e não manejadas?
DIVERSIDADE	Como variam a riqueza e diversidade do estrato arbóreo e da regeneração no tempo (medições repetidas das mesmas parcelas, cronosequências) e no espaço nas áreas manejadas? Vale comparar tratamentos e testemunhas? Como são afetadas a riqueza e diversidade de flora e fauna pelo manejo?
CRESCIMENTO	Como variam as taxas de crescimento em função do tempo, da técnica de manejo, do estoque original, do solo, da chuva, e outros fatores? Quais são as taxas de crescimento, recrutamento e mortalidade? É possível recuperar o estoque inicial dentro do ciclo de corte?
ESTRUTURA	Como muda a distribuição da biomassa por classes diâmetro ao longo do tempo? É possível recuperar a distribuição diamétrica original? Que efeitos tem a nova distribuição diamétrica na taxa de crescimento?
CICLO DE CORTE	Qual a duração do ciclo que maximiza as taxas de crescimento e de acumulação de biomassa? Qual é o ciclo de corte ideal?
TIPO DE CORTE	Como o tipo de corte influencia o crescimento, diversidade e estrutura?
TAMANHO DO TALHÃO	Como o tamanho do talhão influencia o crescimento, diversidade e estrutura? Quais os efeitos do corte em faixas alternadas?

TÓPICOS	PERGUNTAS DE PESQUISA
SOLOS	Quais propriedades do solo afetam mais o crescimento, regeneração e diversidade? Quais são os impactos do manejo nas condições ou propriedades do solo?
PRECIPITACAO	Como a precipitação afeta o crescimento? Qual é o indicador de precipitação mais correlacionado com o crescimento?

3.1. Outras questões ainda não tratadas pela RMFC

Além das perguntas acima listadas, existem outras questões importantes para a pesquisa aplicada no MFS da caatinga, apresentadas abaixo, que não têm sido abordadas sistematicamente até agora. O aprendizado obtido até o momento, para cada uma delas será apresentado e discutido no capítulo das Conclusões deste livro.

- (a) O número de repetições nas Unidades Experimentais é suficiente?
.....
- (b) O tamanho das parcelas é adequado?
.....
- (c) Como avaliar os fatores ambientais que afetam o crescimento pós-corte?
.....
- (d) É possível prever a composição e estrutura do estrato arbóreo pós-corte?
.....
- (e) Como avaliar os efeitos das secas nas Unidades Experimentais?
.....
- (f) As UE da RMFC podem avaliar os efeitos de mudanças climáticas?
.....
- (g) Como a intensidade de corte afeta o crescimento, recrutamento e mortalidade?
.....
- (h) Qual é a representatividade das Unidades Experimentais existentes?
.....
- (i) Qual é a utilidade e representatividade das parcelas testemunha nas UE?
.....



4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Três aspectos principais tornam a RMFC uma iniciativa única. O primeiro é sua continuidade ao longo do tempo. No mundo existem pouquíssimos exemplos de um sistema de pesquisa florestal aplicada que integra parcelas permanentes com medições repetidas por até 40 anos – um período que vai além da maioria dos ciclos de manejo florestal praticados em florestas tropicais.

O segundo aspecto é que a RMFC conserva em suas Unidades Experimentais um acervo de parcelas permanentes cuja dinâmica testemunha as mudanças na composição, estrutura e estoques de biomassa da vegetação nativa ao longo do tempo. Estas parcelas permitem avaliar, de forma objetiva, as influências do transcorrer do tempo e das mudanças climáticas na vegetação arbórea. A RMFC é assim depositária e geradora de informações científicas e técnicas sobre a dinâmica de florestas manejadas e não manejadas no bioma.

Por fim, um terceiro mérito da RMFC consiste no esforço conjunto e compartilhado de desenho, implementação e monitoramento de experimentação florestal, adotando protocolos e procedimentos padronizados, o que permite comparar resultados da pesquisa com a certeza de utilizar a mesma metodologia.

A RMFC é, então, um importante instrumento para a promoção do manejo sustentável dos recursos florestais da Caatinga, uma vez que produz, armazena e divulga informações científicas confiáveis e sistematizadas aos mais diferentes públicos, desde formuladores de políticas públicas até proprietários rurais que têm no manejo florestal mais uma opção para gerar renda. Além disso, promove uma troca de informações entre diferentes instituições, abrindo oportunidades para pesquisadores e estudantes em todo o Brasil.

Assim, e considerando todos os resultados obtidos até o momento, é necessário que o trabalho da RMFC seja não só continuado, como também ampliado para diferentes tipologias da Caatinga.

Alguns desafios para a pesquisa sobre os recursos florestais deste Bioma ainda permanecem. A avaliação da dinâmica da vegetação manejada no seu segundo ciclo ou ciclos consecutivos ainda não foi devidamente pesquisada. Infelizmente, ainda não houve oportunidades favoráveis para um monitoramento padronizado e organizado enquanto pesquisa científica. Alguns PMFS encontram-se no seu segundo ciclo, porém, sem uma avaliação mais aprofundada.

Outro desafio antigo da RMFC consiste em avaliar a dinâmica da vegetação em função do tamanho das áreas manejadas, ou, como comumente referido nas discussões normativas “o tamanho do talhão”. As Unidades Experimentais de “Pirâmide” (Embrapa Semiárido e São João do Piauí) constituíram-se nas primeiras experiências, mas ainda representam tamanhos ou largura de faixas reduzidas. É importante buscar implementar unidades experimentais maiores.

Outra questão fundamental a ser ainda pesquisada é a dos serviços ambientais prestados em relação à conservação dos solos e da água, captura e estoque de carbono na vegetação e solos, conservação da biodiversidade, além do seu papel no combate a desertificação, entre outros.

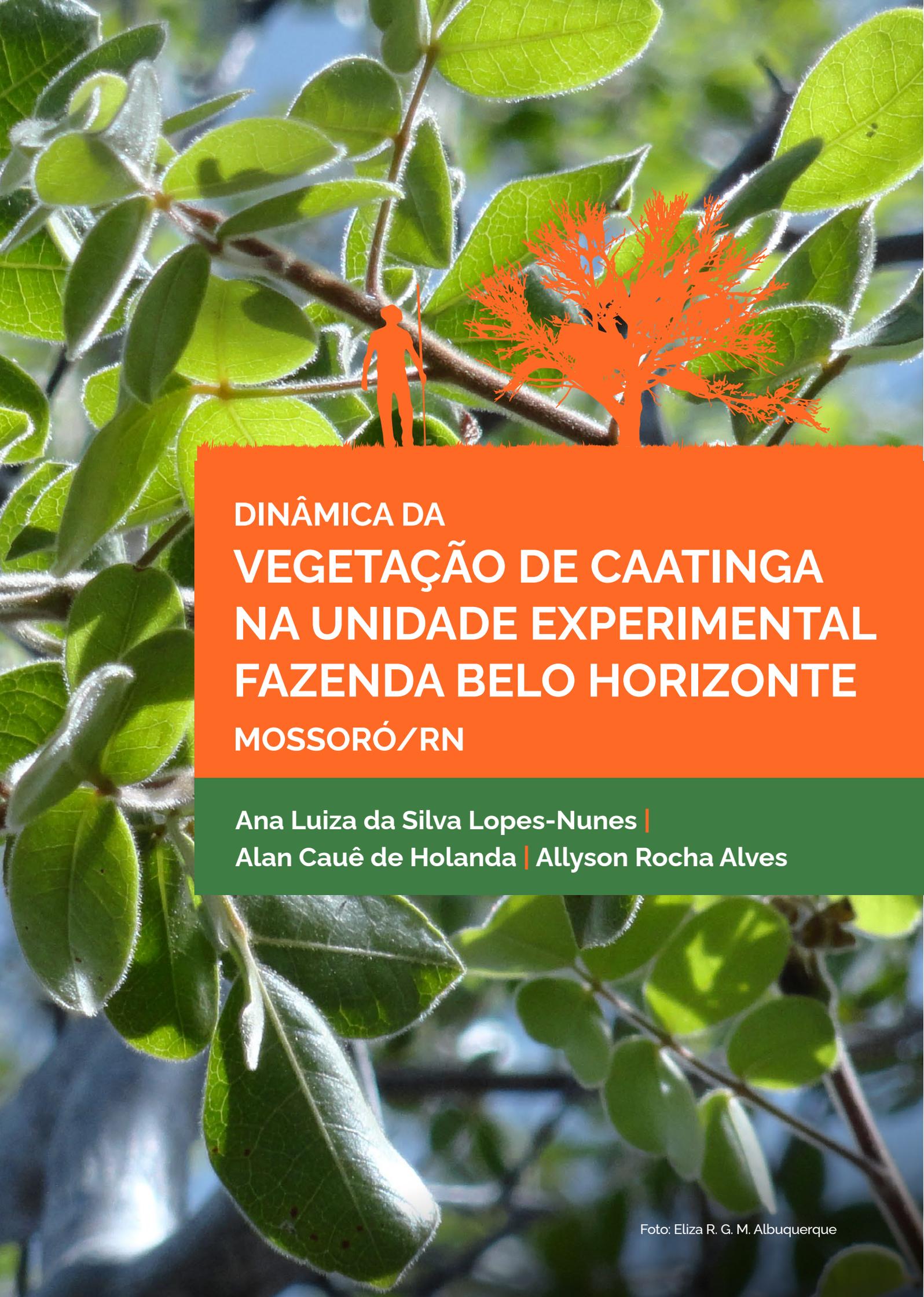
Finalmente, merece a atenção da RMFC a avaliação dos impactos ambientais do manejo florestal. Apesar de haver estudos que indicam que este impacto é pequeno (BORGES-NOJOSA *et al.*, 2010; GOMES; ALVES, 2010; MOURA, 2010; PRADO *et al.*, 2010; RIEGELHAUPT *et al.*, 2010), é necessário um maior aprofundamento neste tema.

É recomendável, ainda, que a RMFC adote mais de uma estratégia de geração de informação técnico-científica sobre o MFS da caatinga. Uma estratégia seguramente consiste na implantação de Unidades Experimentais. Contudo, o vasto acervo de PMFS dispersos em todo o bioma, em uma diversidade de situações ecológicas específicas, níveis de implementação, fatores externos a exemplo do pastoreio e do fogo, poderão constituir uma plataforma fértil de obtenção de dados e resultados, a exemplo de iniciativas anteriores (ARAÚJO; PAREYN, 2022; PAREYN *et al.*, 2020; PAREYN *et al.*, 2015).

Logo, é preciso avançar no envolvimento de um número maior de instituições, pesquisadores e estudantes, para assegurar que os desafios da pesquisa mencionados acima sejam enfrentados no intuito de gerar nova e mais completa informação sobre o manejo florestal. Só assim, será possível assegurar que os recursos florestais possam ser explorados de maneira sustentável, contribuindo para a manutenção e ampliação de importantes setores econômicos em toda a Região Nordeste.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E.L., PAREYN, F.G.C. (Orgs.). **Manejo Florestal Sustentável da Caatinga: contribuição para segurança energética, alimentar e hídrica**. 1.ed. Recife, APNE. 2022. p. 387.
- BORGES-NOJOSA, D. M.; PRADO, F. M. V.; LEITE, M. J. B.; GURGEL FILHO, N. M.; BACALINI, P. Avaliação do Impacto do Manejo Florestal Sustentável na herpetofauna de duas áreas de Caatinga nos municípios de Caucaia e Pacajus no Estado do Ceará. In: GARIGLIO, M. A. *et al.* (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. 2. ed. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 315-330.
- COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO DA REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA. **Rede de manejo florestal da Caatinga**: protocolo de medições de parcelas permanentes. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. p. 21.
- GARIGLIO, M. A. *et al.* (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 368.
- GOMES, E. C.; ALVES, E. S. Influência do manejo florestal sobre características físicas e químicas do solo. In: GARIGLIO, M. A. *et al.* (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 287-291.
- MOURA, D. C. Comunidade de abelhas e plantas como indicadores ambientais em áreas de manejo florestal na Caatinga, Nordeste do Brasil. In: GARIGLIO, M. A. *et al.* (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 301-314.
- PAREYN, F.G.C., PEREIRA, W.E., SALCEDO, I.H., RIEGELHAUPT, E.M., GOMES, E.C., MENECHILI, H.T.F., SKUTSCH, M. What controls post-harvest growth rates in the caatinga forest? **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 284, p. 1-12, apr. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.107906>
- PAREYN, F.G.C.; PEREIRA, W.E.; SALCEDO, I.H.; RIEGELHAUPT, E.M.; GOMES, E.C.; CRUZ FILHO, J.L.V. A influência da precipitação sobre o crescimento e os ciclos de corte da Caatinga manejada – Uma primeira aproximação. In: PAREYN, F.G.C.; VIEIRA, J.L.; GARIGLIO, M.A. (Orgs.). **Estatística Florestal da Caatinga**, v. 2, 2015, p.30-19.
- PAREYN, F.G.C., RIEGELHAUPT, E.M., MARQUES, M.W.C.F., CRUZ FILHO, J.L.V., PEREIRA, W.E., ARAÚJO, E.L. A contribuição do manejo florestal da caatinga para a segurança energética: um estudo da produtividade de biomassa aérea. In: ARAÚJO, E.L., PAREYN, F.G.C. (Orgs.). **Manejo florestal sustentável da caatinga: contribuição para segurança energética, alimentar e hídrica**. Recife, APNE. 2022. p. 167-212.
- PRADO, F. M. V.; BORGES-NOJOSA, D. M.; GURGEL FILHO, N. M.; LEITE, M. J. B. Mastofauna de duas áreas sob Manejo Florestal na Caatinga. In: GARIGLIO, M. A. *et al.* (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 331-345.
- RIEGELHAUPT, E. M. Projeto “Conservação e Uso Sustentável da Caatinga” MMA/PNUD/GEF/O2/G31. **Relatório**. Recife: MMA/PNUD/ GEF/O2/G31, 2008. Não publicado.
- RIEGELHAUPT, E. M., PAREYN, F. G. C., LIMA, K. C. da; BACALINI, P. Impactos do Manejo Florestal sobre a flora arbórea. In: GARIGLIO, M. A. *et al.* (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 292-300.



**DINÂMICA DA
VEGETAÇÃO DE CAATINGA
NA UNIDADE EXPERIMENTAL
FAZENDA BELO HORIZONTE
MOSSORÓ/RN**

**Ana Luiza da Silva Lopes-Nunes |
Alan Cauê de Holanda | Allyson Rocha Alves**



1. INTRODUÇÃO

Áreas degradadas ou perturbadas no semiárido nordestino são comuns e geralmente estão associadas a fatores antrópicos. Uma vez alterada, a paisagem demanda uma diversidade de fatores bióticos e abióticos para que se reestabeleça o equilíbrio ecológico e dinâmico que existia anteriormente. Com a exploração indiscriminada e insustentável dos recursos da Caatinga, afetando-se os processos de regeneração natural da vegetação, há o risco iminente de desestabilização socioeconômica em micro e mesorregiões onde há dependência de insu- mos com fins industriais e/ou comerciais. Somente no ano de 2015, foram comercializadas 10,0 10⁶ tMS (toneladas de Matéria Seca) de biomassa para energia no Nordeste, o equivalente a aproximadamente R\$ 2 bilhões (MMA, 2018).

Somado a isso, verifica-se a carência de estudos voltados à análise da dinâmica da cobertura vegetal em áreas que foram exploradas, seja de modo sustentável ou não, e posteriormente abandonadas. Avaliações periódicas desta natureza viabilizariam futuros prognós- ticos locais acerca do equilíbrio florístico e estrutural da vegetação nativa.

Diante do exposto e a partir das informações obtidas em uma área com plano de manejo florestal inativo, este estudo teve como objetivo analisar, através de medidas repetidas no tempo, o estrato arbóreo e a regeneração natural em um remanescente de Caatinga 30 anos após a aplicação de duas técnicas de corte.

Motivos que levaram a estabelecer esta UE.

Esta Unidade aproveitou uma área experimental de maior dimensão, implementada no ano de 1982 pela então fábrica de cimento Itapetinga S.A. O experimento original contava com uma área de 15,37ha, com 7 tratamentos em blocos casualizados de 100m x 62,5m, com 3 repetições. Os tratamentos foram:

- > corte raso com manutenção das Imburanas;
- > corte raso com enriquecimento via sementes;
- > corte raso com enriquecimento via mudas;
- > corte seletivo de árvores com DAP > 3cm;
- > corte seletivo com enriquecimento via sementes;
- > corte seletivo com enriquecimento via mudas; e
- > corte raso com preparo de solo e enriquecimento via mudas.

Em 1987, o Projeto PNUD/FAO/IBDF instalou 3 parcelas de 40m x 40m em cada repetição e, em 2004, a Rede de Manejo Florestal da Caatinga manteve 3 parcelas redimensionadas para 20m x 20m nos tratamentos de Corte Raso e Corte Seletivo. A incorporação deste experimento pela RMFC se deu, principalmente, por esta ser a primeira área experimental de Manejo Florestal da Caatinga contemplando diferentes tipos de corte.

Perguntas de pesquisa que esta Unidade Experimental pode responder

Esta UE visa avaliar dois tratamentos (corte raso e corte seletivo) com base em três parcelas (repetições), a fim de responder às seguintes perguntas:

- (a) Como variam a riqueza e diversidade do estrato arbóreo e da regeneração no tempo?
.....
- (b) Como variam as taxas de crescimento em função do tempo, do estoque original e de outros fatores?
.....
- (c) É possível recuperar o estoque inicial dentro do ciclo de corte estipulado?
.....
- (d) Como o tipo de corte influencia o crescimento, diversidade e estrutura?
.....
- (e) Como muda a distribuição da biomassa por classes de diâmetro ao longo do tempo?
.....
- (f) É possível recuperar a distribuição diamétrica original dentro do ciclo de corte?
.....
- (g) Qual a duração do ciclo que maximiza as taxas de crescimento e de acumulação de biomassa?
.....
- (h) Qual é o ciclo de corte ideal?
.....

Hipótese testada

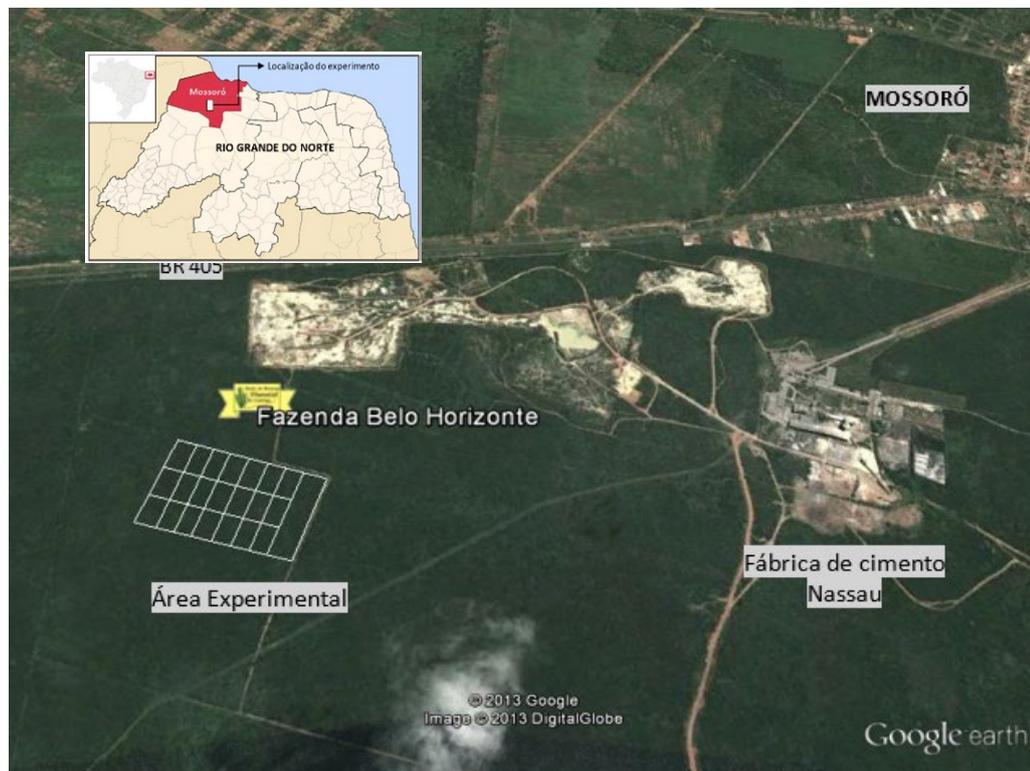
A hipótese nula (H₀) postula que não existem diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes tratamentos. Se é possível rejeitar H₀, a hipótese alternativa pode ser aceita.

2. METODOLOGIA

2.1. Localização e caracterização da área

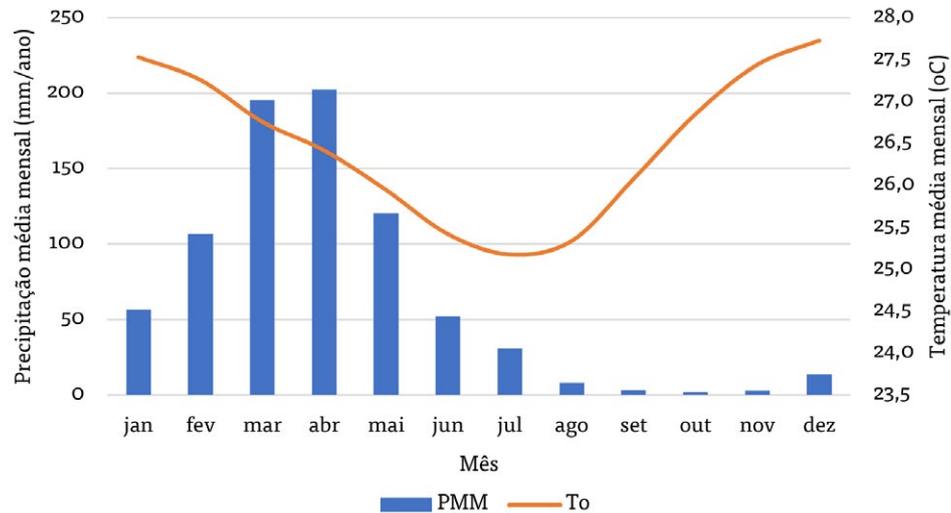
O experimento foi conduzido na Fazenda Belo Horizonte, situada no município de Mossoró/RN, na região próxima à Chapada do Apodi. Essa fazenda, de propriedade do Grupo Nassau (Itapetinga Agroindustrial), pertence à Unidade de Paisagem das Superfícies Cársticas e à Unidade Geoambiental da Chapada do Apodi, Região Sul de Mossoró-RN (Figura 1).

Figura 1. Localização da Unidade Experimental Fazenda Belo Horizonte, em Mossoró/RN.



O clima na região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSw'h, com a estação chuvosa concentrada entre o verão e o outono, geralmente de fevereiro a abril, e uma estação seca de 8 a 9 meses. A precipitação média anual é de 794mm e a evapotranspiração média anual está em torno de 1.945mm, com insolação média de 236 h mês⁻¹, sendo os meses mais secos os de maior insolação. A Figura 2 apresenta o climograma do município de Mossoró/RN (ALVARES *et al.*, 2013).

Figura 2. Climograma do município de Mossoró/RN.



Geologicamente, o município está inserido numa área de abrangência da Bacia Potiguar chamada de formação Jandaíra. Dentre os solos encontrados na região, de acordo com a classificação da EMBRAPA (1997), há uma predominância dos Cambissolos, de alta fertilidade, textura argilosa, geralmente rasos, moderadamente drenados e de relevo plano; dos Chernossolos, também de alta fertilidade, textura argilosa, moderada a imperfeitamente drenados e de relevo plano e, dos Latossolos, com fertilidade de média a alta, extremamente drenados e ocorrendo em relevos com pequena declividade.

Especificamente na área experimental, o solo foi classificado como Cambissolo Háplico com A fraco, de textura argilosa, com relevo plano. A vegetação é composta por caatinga hiperxerófila, com predominância arbórea (IDEMA, 1999).

2.2. Descrição do experimento

Conforme descrito por Araújo e Silva (2010), o experimento foi instalado em uma área de 15,37ha, no ano de 1984. No experimento original, estabeleceram-se áreas com os tratamentos de corte raso e corte seletivo, cada um com 0,625ha (100m x 62,5m) e três repetições.

Em 1987, em cada repetição, foram estabelecidas três parcelas permanentes de 40m x 40m. A partir de 2004, em razão da uniformização no dimensionamento das parcelas, sugerido pela Rede de Manejo Florestal da Caatinga, as unidades amostrais foram redimensionadas para 20m x 20m (400 m²) para mensuração do estrato arbóreo. No vértice de cada parcela, foram implantadas subparcelas de 5m x 5m para avaliação da regeneração natural, totalizando seis subparcelas por tratamento. Foram, portanto, analisados os seguintes tratamentos:

- > corte raso com restrição (CRR), preservando-se as imburanas; e
- > corte seletivo das árvores com DAP > 3 cm (CS₃).

No estrato arbóreo, as variáveis mensuradas para todas as plantas com diâmetro à altura do peito maior ou igual a 1,5cm ($DAP \geq 1,5\text{cm}$) foram: diâmetro na base (DNB), diâmetro à altura do peito (DAP) e altura total (Ht, em metros). Para obtenção dos diâmetros, utilizou-se uma fita diamétrica e, para a altura total, uma régua retrátil. O estrato regenerante nas subparcelas teve como critério de inclusão um diâmetro do fuste inferior a 1,5cm e altura igual ou superior a 0,5m.

Foram realizadas medições nos anos de 1987, 1995, 1997, 1998, 2004, 2007 e 2015.

2.3. Análises

Para o estrato arbóreo se estimou: densidade de fustes, área basal (ABP), volume cilíndrico ($ABP \cdot H$), recuperação percentual do estoque inicial e da diversidade ao longo dos 30 anos pós-exploração.

Nas sub-parcelas de regeneração (5m x 5m) foram calculados os percentuais de árvores oriundas de semente/rebrota de raiz e rebrota de toco e o número de indivíduos por hectare, estimando-se o índice de diversidade de Shannon. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Com os dados foi calculado o incremento corrente anual em área basal, entre 2004 e 2008, e o incremento médio em área basal para cada espécie. Esses resultados foram correlacionados com os dados de precipitação do ano anterior e do respectivo ano de medição. Os dados meteorológicos de pluviosidade foram disponibilizados pela Estação Meteorológica de Mossoró/RN, estação mais próxima à área experimental.



3. RESULTADOS

3.1. Dinâmica do crescimento

De acordo com dados de 10 unidades amostrais (10m x 100m), mensuradas no ano de 1984, a vegetação possuía uma densidade inicial de 3.774 fustes/ha e um volume estimado de 113,09st/ha. Utilizando-se um fator de empilhamento de 3,32 (PAREYN *et al.*, 2015) e um fator de forma de 0,9 (ZAKIA *et al.*, 1992), foram obtidos, respectivamente, um volume real de 34,06m³/ha e um volume cilíndrico (ABPH) de 37,85m³/ha. Com a efetuação do manejo, estima-se que 94,42st/ha tenham sido extraídos da área, resultando em uma intensidade de corte de 83%. O estoque residual, não contabilizando as imburanas mantidas na área, foi de 18,85st/ha ou 6,28m³/ha (ARAÚJO; SILVA, 2010).

Avaliando o processo de recuperação da vegetação na área manejada, percebe-se uma tendência de crescimento no número de fustes em ambos os tratamentos até o ano de 2004, ou seja, 20 anos após a exploração (Tabela 1). A partir de 2007, aos 23 anos, foi identificada uma redução gradativa na densidade de fustes e área basal dos tratamentos.

Tabela 1. Dinâmica do crescimento: valores médios para densidade de fustes (fustes ha⁻¹), área basal no peito (m² ha⁻¹) e volume cilíndrico (m³ ha⁻¹) ao longo dos anos de monitoramento da UE Fazenda Belo Horizonte, em Mossoró/RN. Fonte: Adaptado de Araújo e Silva (2010).

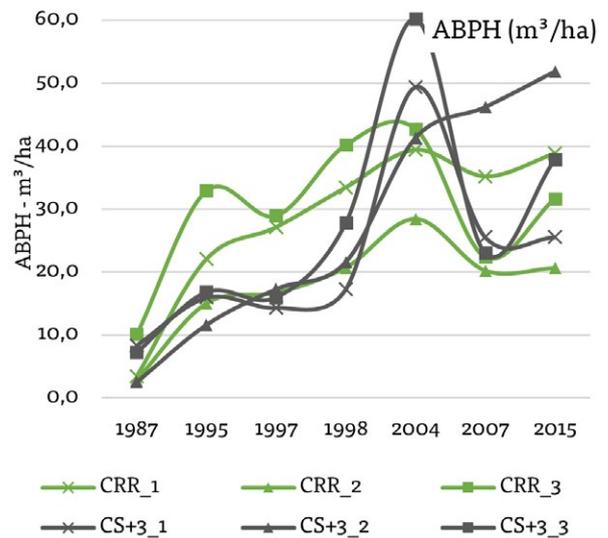
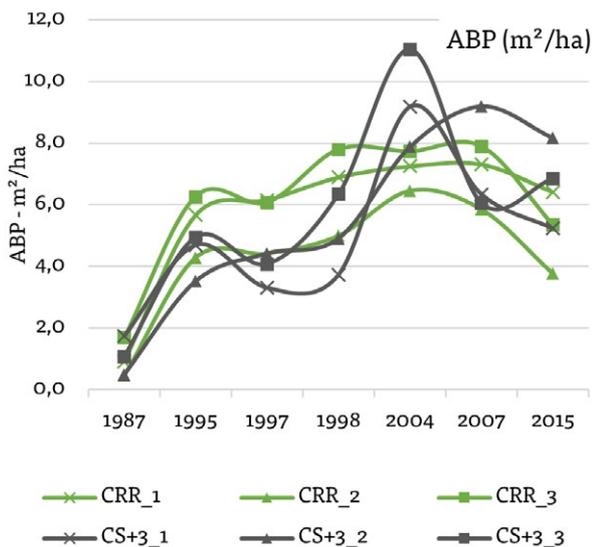
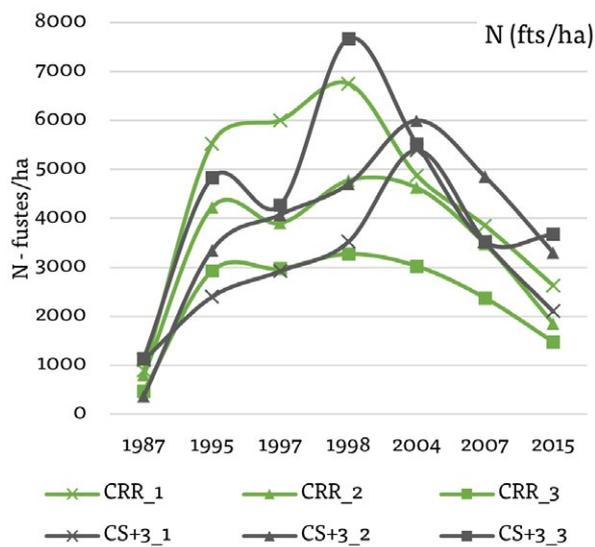
	3 ANOS (1987)	11 ANOS (1995)	13 ANOS (1997)	14 ANOS (1998)	20 ANOS (2004)	23 ANOS (2007)	31 ANOS (2015)
Densidade (fustes ha⁻¹)							
CRR_1	888	5525	6000	6750	4875	3850	3850
CRR_2	798	4225	3900	4775	4625	3475	3475
CRR_3	474	2925	2975	3275	3025	2375	2375
Média CRR	720	4225	4292	4933	4175	3233	3233
DP	218	1300	1550	1743	1004	767	767
IC	246	1471	1754	1972	1136	867	867
CS _{+3_1}	1110	2400	2925	3525	5400	3525	3525
CS _{+3_2}	366	3350	4075	4700	6000	4850	4850
CS _{+3_3}	1140	4829	4275	7675	5525	3525	3525
Média CS₊₃	872	3526	3758	5300	5642	3967	3967
DP	438	1224	729	2139	317	765	765
IC	496	1385	824	2421	358	866	866

	3 ANOS (1987)	11 ANOS (1995)	13 ANOS (1997)	14 ANOS (1998)	20 ANOS (2004)	23 ANOS (2007)	31 ANOS (2015)
Área basal no peito – ABP (m² ha⁻¹)							
CRR_1	0,91	5,66	6,15	6,89	7,25	7,31	6,41
CRR_2	0,46	4,29	4,42	5,00	6,46	5,85	3,76
CRR_3	1,69	6,27	6,08	7,80	7,73	7,90	5,35
Média CRR	1,02	5,41	5,55	6,56	7,15	7,02	5,17
DP	0,62	1,01	0,98	1,43	0,65	1,05	1,33
IC	0,71	1,15	1,11	1,62	0,73	1,19	1,51
CS₊₃							
CS _{+3,1}	1,74	4,69	3,30	3,73	9,19	6,34	5,23
CS _{+3,2}	0,49	3,52	4,42	4,91	7,88	9,20	6,51
CS _{+3,3}	1,07	4,95	4,08	6,35	11,05	6,06	6,85
Média CS₊₃	1,10	4,39	3,93	5,00	9,37	7,20	6,20
DP	0,62	0,76	0,57	1,31	1,59	1,74	0,86
IC	0,71	0,86	0,65	1,48	1,80	1,97	0,97
Volume cilíndrico – ABP*H (m³ ha⁻¹)							
CRR_1	3,45	22,07	27,13	33,45	39,39	43,33	38,84
CRR_2	2,88	15,02	16,70	20,68	28,41	27,96	20,64
CRR_3	10,10	32,88	28,91	40,17	42,69	40,24	31,67
Média CRR	5,48	23,32	24,25	31,43	36,83	37,18	30,38
DP	4,01	9,00	6,60	9,90	7,48	8,13	9,17
IC	4,54	10,18	7,46	11,20	8,46	9,20	10,37
CS₊₃							
CS _{+3,1}	8,37	15,95	14,33	17,31	49,42	32,69	25,54
CS _{+3,2}	2,54	11,62	17,30	21,60	41,29	47,66	39,25
CS _{+3,3}	7,24	16,83	15,98	27,84	60,18	31,41	37,87
Média CS₊₃	6,05	14,80	15,87	22,25	50,29	37,25	34,22
DP	3,09	2,79	1,49	5,30	9,48	9,04	7,55
IC	3,50	3,16	1,68	5,99	10,72	10,23	8,54

Legenda: CRR = corte raso com exceção das imburanas; CS₊₃ = corte seletivo das árvores com DAP > 3 cm;
DP = desvio padrão; IC = intervalo de confiança.

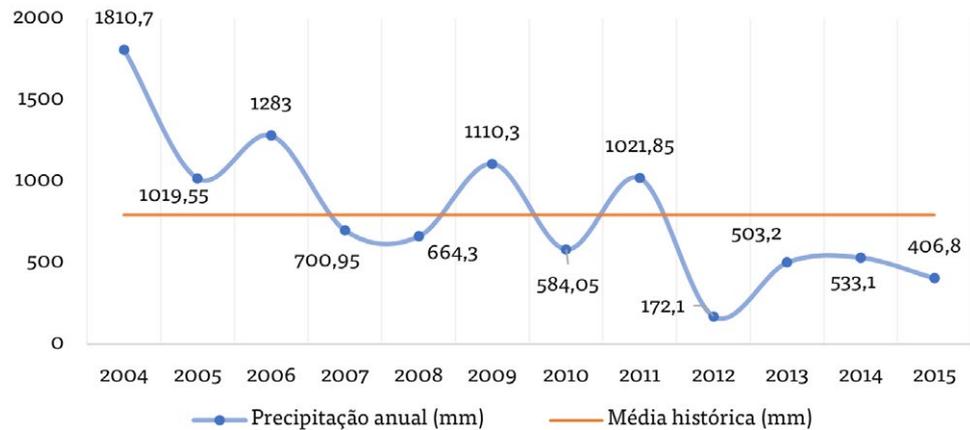
Em termos de ABP e ABPH, as parcelas de cada tratamento apresentaram valores semelhantes, com menor variação entre si (Figura 3). Nessas variáveis, notabiliza-se os picos de crescimento no CS₊₃ no ano de 2004, quando o tratamento atingiu um ABPH médio de 50,29m³/ha.

Figura 3. Dinâmica de N (A), ABP (B) e ABPH (C) dos tratamentos CRR e CS₊₃ na Unidade Experimental Fazenda Belo Horizonte, em Mossoró/RN, de 1987 a 2015.



Além do caráter pioneiro, comum à maior parte das espécies presentes na área, uma das variáveis que pode ter influenciado nas perdas observadas é a precipitação. Ao verificar o histórico de precipitação anual entre os anos de 2004 e 2015 em dois postos de monitoramento da EMPARN (2022), no município de Mossoró, notou-se uma elevada variabilidade dos dados (Figura 4).

Figura 4. Histórico da precipitação anual (mm) de 2004 a 2015 no município de Mossoró/RN.



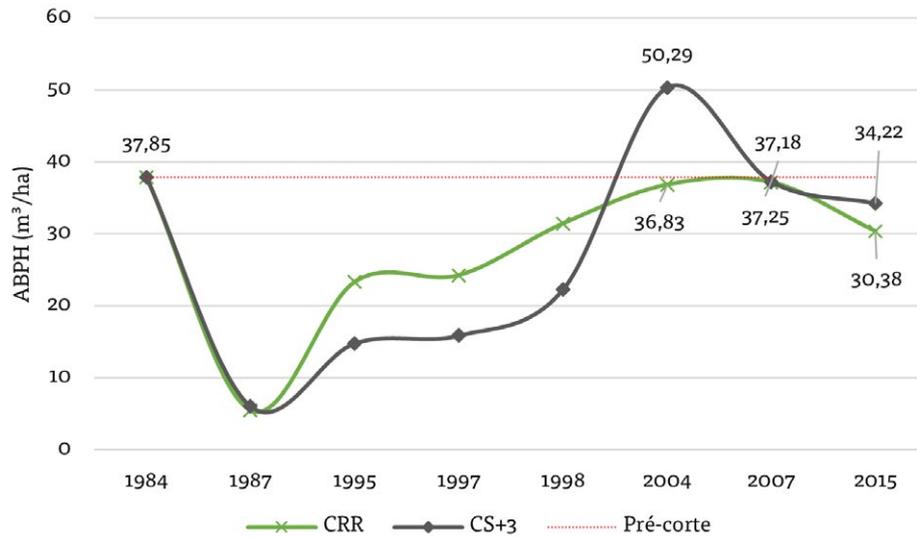
Fonte: Adaptado de EMPARN (2022); média dos dados emitidos por dois postos da Agência Nacional de Águas (ANA).

No período de 2004 a 2011, a precipitação anual foi superior ou similar à média histórica de 794mm. Porém, após redução acentuada no ano de 2012, os três anos subsequentes mantiveram um valor anual de chuvas abaixo da média do período (817,49mm) e abaixo da média histórica. Esta ocorrência poderia justificar a oscilação dos dados durante o monitoramento, onde a floresta manejada apresentou amplo desenvolvimento até 2004, com uma posterior queda de valores (N, ABP e ABPH) no ano de 2015.

3.2. Recuperação do estoque e incrementos

O inventário florestal realizado no ano de 1984, antes da aplicação dos tratamentos, estimou um volume cilíndrico de 37,85m³/ha. Houve a recuperação do estoque lenhoso aos 20 anos (2004) em 133% para o CS₊₃, enquanto o CRR havia recuperado 97% (Figura 5). Contudo, aos 23 anos ocorreram perdas acentuadas do estoque lenhoso dos tratamentos. Aos 31 anos, o CRR havia recuperado 80% do estoque original, enquanto o CS₊₃ havia atingido 90%.

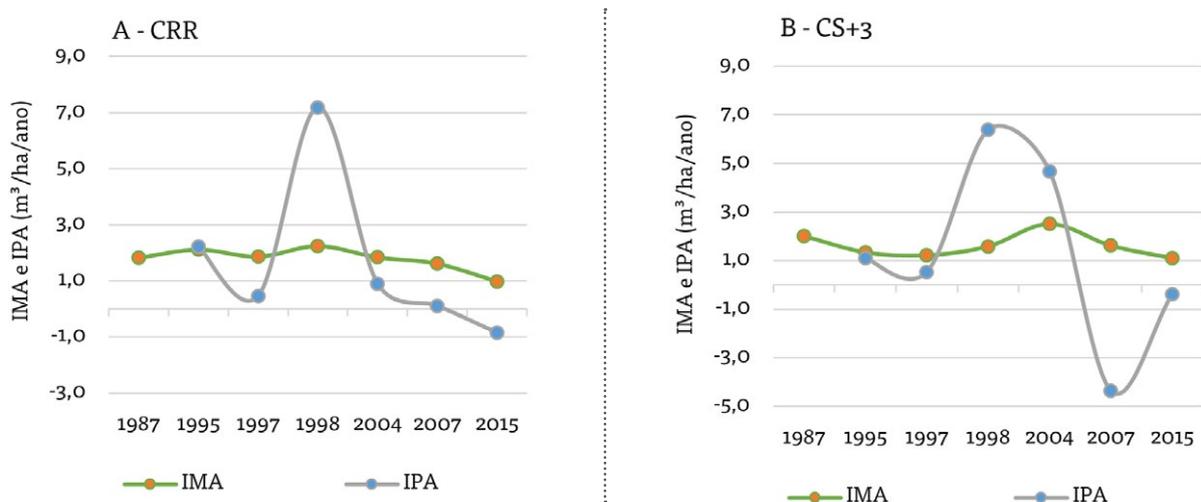
Figura 5. Comparativo do estoque médio de ABPH em cada tratamento entre 2004 e 2015, em relação ao nível pré-corte (1984), na Unidade Experimental Fazenda Belo Horizonte, em Mossoró/RN.



3.3. IMA e IPA

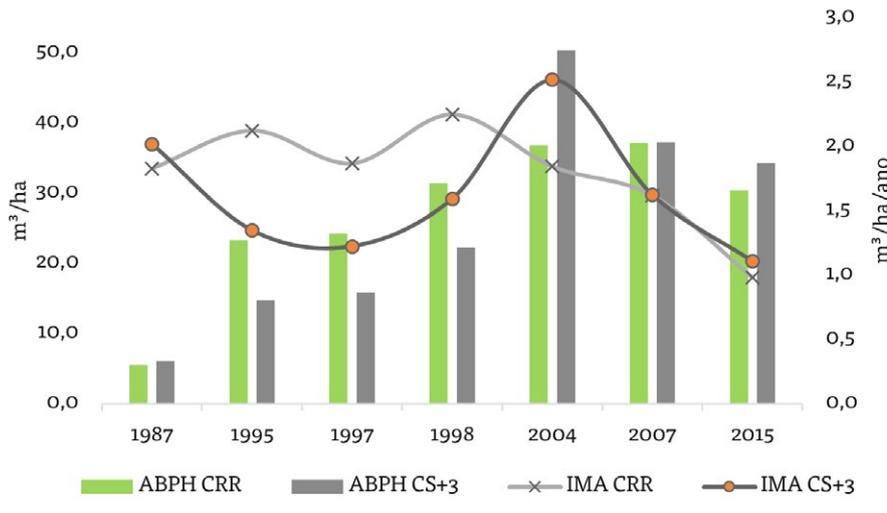
Quanto ao incremento periódico anual (IPA), ambos tratamentos expressaram picos de crescimento no ano de 1998, com IPA de 7,19m³/ha/ano e 6,38m³/ha/ano para o CRR e CS₊₃, respectivamente (Figura 6), além de uma perda acentuada de biomassa no período de 2004 a 2007, quando houve uma redução de 61,3% no volume de chuvas da região (Figura 4). Os valores de IPA negativos, neste intervalo, indicam perda de estoque devida à mortalidade.

Figura 6. Dinâmica de incremento médio anual (IMA) e incremento periódico anual (IPA) nos tratamentos CRR (A) e CS₊₃ (B), da Unidade Experimental Fazenda Belo Horizonte, em Mossoró/RN, entre 1987 e 2015.



Os valores absolutos de incremento médio anual (IMA) são similares entre os tratamentos (Figura 7). No CRR, a redução no crescimento ocorreu a partir dos 20 anos de idade. Já no CS₊₃, houve redução do IMA até os 13 anos, possivelmente relacionada à mortalidade dos indivíduos remanescentes; passando a diminuir novamente a partir dos 23 anos.

Figura 7. Média dos estoques e incrementos médios anuais (IMA) ao longo do monitoramento da UE Fazenda Belo Horizonte, em Mossoró/RN, no período de 1987-2015.



As parcelas de corte raso tiveram relevante crescimento, superiores às parcelas do corte seletivo, até os 14 anos pós-exploração (Figura 7). Contudo, em 2004 houve inversão da tendência, com baixo incremento e posterior perda do volume no CRR. Entre 15 e 20 anos, o corte seletivo apresentou médias substanciais de crescimento anual. O clímax de desenvolvimento no CS₊₃ foi observado aos 20 anos, mesmo ano em que a média de precipitação anual foi de 1.810,7mm (EMPARN, 2022). Posteriormente, e provavelmente em decorrência da seca, ambos os tratamentos perderam boa parte do volume previamente acumulado.

3.4. Riqueza e diversidade

Após a aplicação dos tratamentos, houve um elevado ingresso de espécies na área que, aos 23 anos, apresentava 17 espécies lenhosas (Tabela 2). No CRR, a maior diversidade observada foi aos 23 anos (2,72 nats ind.⁻¹), com um alto índice de equabilidade (0,96). No CS₊₃, aos 23 anos, a diversidade foi de 2,46 nats ind.⁻¹, enquanto a equabilidade foi considerada elevada, de 0,87, demonstrando uma distribuição mais equilibrada entre a dominância e a riqueza na área.

Tabela 2. Dados de diversidade e riqueza florística da UE Fazenda Belo Horizonte, em Mossoró/RN, no período de 1987-2015.

		1987	1995	1998	2004	2007	2015
CRR	N (fustes ha ⁻¹)	720	4225	4933	4175	3233	1983
	S	11	12	15	14	17	15
	H'	1,41	1,65	1,68	2,11	2,72	2,40
	J'	0,59	0,66	0,62	0,80	0,96	0,89
CS ₊₃	N (fustes ha ⁻¹)	872	3526	5300	5642	3967	3025
	S	12	15	14	15	17	16
	H'	2,02	1,94	1,92	2,22	2,46	2,35
	J'	0,81	0,72	0,73	0,82	0,87	0,85

Em ambos os tratamentos, a diversidade florística foi crescendo ao longo do tempo até superar a original da área. Contudo, até 2004, tanto a diversidade quanto a equabilidade foram superiores no corte seletivo, com uma menor variação da riqueza florística. A partir de 2007 ocorreu o contrário.

No decorrer de 31 anos de monitoramento, algumas espécies foram recrutadas, enquanto outras não se restabeleceram. Dentre os táxons registrados, os mais expressivos e constantes foram: Marmeleiro, Catingueira, Juremas, Mororó e Pau-branco, contribuindo diretamente com a sucessão ecológica da área. No Anexo I se encontra a dinâmica geral de riqueza florística entre 20 e 31 anos (2004-2015).

Dentre as espécies raras, com ocorrência pontual, destacaram-se o Angico e o Coração-de-negro que foram encontrados no CS₊₃ apenas aos 3 e 11 anos, respectivamente. Além do Pau-d'arco e do Pau-piranha, com ocorrência aos 23 anos; e da Maniçoba que ocorreu aos 27 e 30 anos no tratamento CS₊₃.

Comparando-se a diversidade inicial e final, pode-se deduzir que o fragmento florestal consistia, no período anterior à exploração, em vegetação secundária, submetida anteriormente a alguma ação antrópica. Ou seja, seu estado anterior ao corte não consistia em seu máximo potencial de biomassa lenhosa ou de diversidade florística.

Entre 14 e 20 anos, a vegetação já havia recuperado a biomassa lenhosa, tendo superado a riqueza e diversidade iniciais em poucos anos. Essas observações demonstram o potencial do manejo florestal, indicando que sua aplicação não necessariamente empobrece a vegetação inicial.

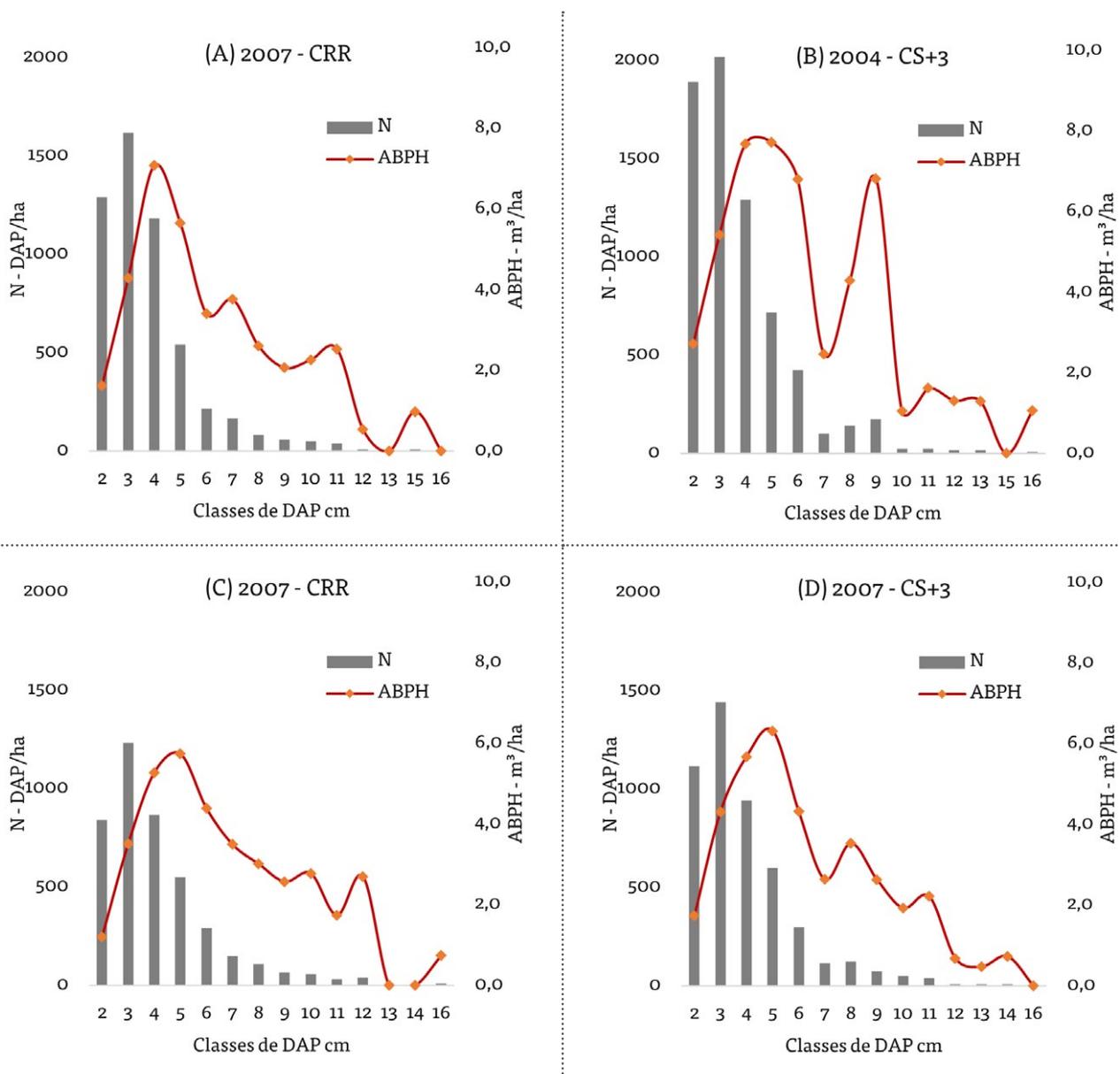
3.5. Distribuição diamétrica após 20-31 anos

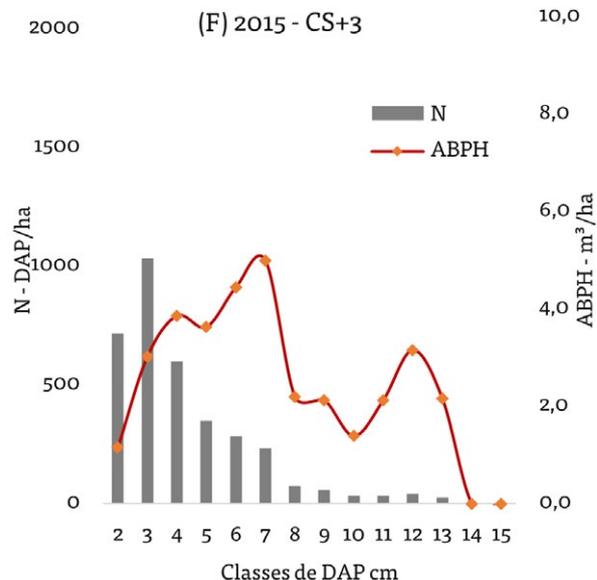
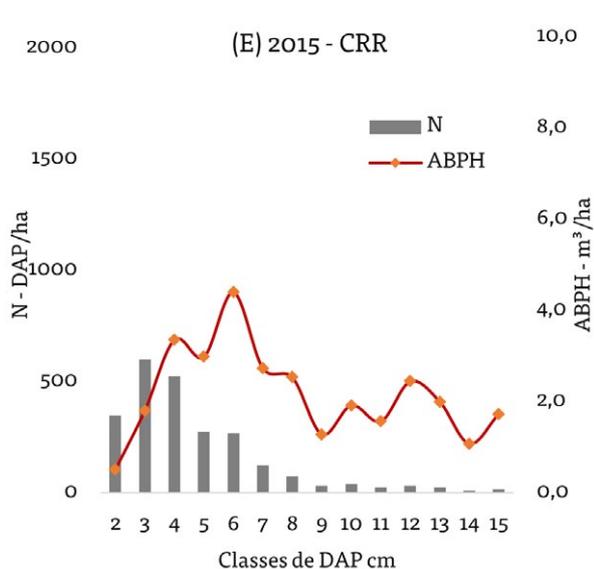
Em ambos os tratamentos, a curva de distribuição diamétrica segue o padrão característico de florestas inequidâneas, apresentando a forma de "J invertido" (ASSMANN, 1970), carac-

terizado pela maior densidade nas classes menores. As principais discrepâncias entre os tratamentos são observadas nos anos de 2004 e 2015, onde a estrutura diamétrica do CS₊₃ é ligeiramente superior ao CRR (Figura 8).

Ao longo do período de observação, há uma maior densidade de fustes nas classes de DAP de 2cm a 5cm, com proporções que variam de 73% a 88%. A biomassa lenhosa se distribui entre as classes iniciais e intermediárias de DAP, concentrada principalmente em indivíduos com DAP < 10cm. Após 23 anos, as maiores densidades e estoques volumétricos nas classes de DAP > 10cm são encontradas no CRR.

Figura 8. Distribuições diamétricas do número de fustes por hectare, nas idades de 20 (A-B), 23 (C-D) e 31 (E-F) anos da aplicação dos tratamentos na UE Fazenda Belo Horizonte, em Mossoró/RN.





3.6. Regeneração Natural

Em relação à regeneração verifica-se nos dois tratamentos que, aos 22 anos de idade, a rebrota por toco foi superior (55,1%) àquela por semente/rebrota de raiz (44,9%), enquanto, nos anos seguintes, a regeneração via semente/rebrota de raiz se sobressai. Contudo, os dados de anos sucessivos são tão discrepantes que não é possível obter conclusões fidedignas (Tabela 4). Provavelmente incorporam erros de registros ou de observação de campo. Até porque, o número de indivíduos por hectare (DA), não apresentou diferenças estatísticas entre os tratamentos.

Tabela 4. Percentual de indivíduos da regeneração natural oriundos da rebrota de raiz ou semente e por rebrota de toco, estimados para os dois tratamentos da UE Fazenda Belo Horizonte, em Mossoró/RN.

IDADE (ANOS)	TRATAMENTO	REGENERAÇÃO NATURAL (%)		DA (ind ha ⁻¹)
		SEMENTE/ REBROTA DE RAIZ	REBROTA DE TOCO	
22	CRR	60,4	39,6	12000 a
	CS ₊₃	44,9	55,1	11733 a
23	CRR	95,8	4,2	12800 a
	CS ₊₃	79,3	20,7	10933 a
24	CRR	81,8	18,2	10267 a
	CS ₊₃	82,8	17,6	12133 a

Com relação à diversidade de espécies no estrato regenerativo, verifica-se que não há diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 5).

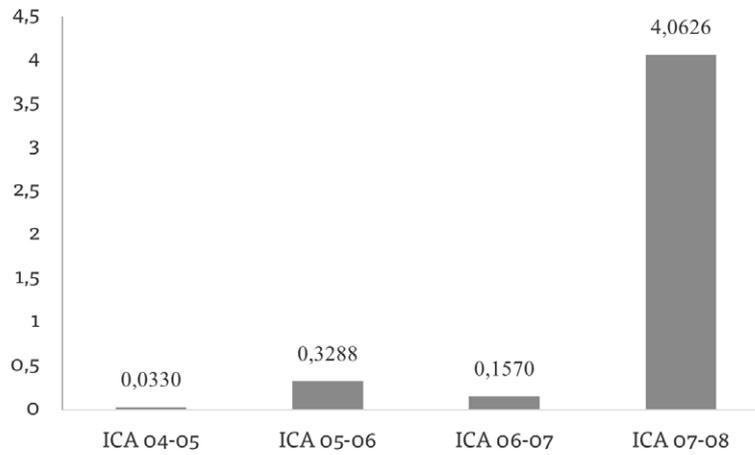
Tabela 5. Índice de diversidade de Shannon (nats ind⁻¹) da regeneração natural para os períodos analisados, na UE Fazenda Belo Horizonte, em Mossoró/RN.

TRATAMENTO	IDADE (ANOS)		
	22	23	24
CR	0,92 a	1,00 a	1,09 a
CS	0,92 a	0,82 a	0,83 a

Comparando a diversidade do estrato regenerante (Tabela 5) com a do estrato arbóreo (Tabela 2), observa-se valores menores nas parcelas de regeneração. A diversidade da regeneração natural é menor que a do estrato arbóreo.

Analisando o incremento corrente anual (ICA) e comparando os ICA's 04-05 e 05-06, verifica-se um aumento de 0,0330m² ha⁻¹ para 0,3288m² ha⁻¹, seguido de uma redução no período consecutivo (Figura 9). O ICA 07-08 se destacou com um valor superior de 4,0626m² ha⁻¹ demonstrando que existem grandes diferenças entre anos sucessivos.

Figura 9. Incremento em área basal da regeneração natural ($m^2 ha^{-1}$) entre o período 2004 e 2008.



O incremento corrente anual em ABP foi correlacionado com a precipitação do ano de medição e do ano anterior. Os resultados indicaram uma correlação entre o incremento em área basal do peito e a pluviosidade do ano anterior ($r = 0,1758$; $p = 0,010$) e do ano de medição ($r = 0,1369$; $p = 0,045$), sendo significantes ao nível de 5%. O baixo valor do coeficiente de determinação sugere que outros fatores, além da precipitação do ano de medição ou anterior, são determinantes do crescimento.



4. RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DE PESQUISA

(a) Como variam a riqueza e diversidade do estrato arbóreo e da regeneração no tempo?

A vegetação pós-corte apresenta maior riqueza de espécies arbóreas em ambos os tratamentos em relação à vegetação original.

(b) Como variam as taxas de crescimento em função do tempo, do estoque original, e de outros fatores?

No CRR, o IMA reduz a partir de 20 anos de idade. No CS₊₃, até os 13 anos há redução do IMA, provavelmente devido à mortalidade dos indivíduos remanescentes. Neste tratamento, o IMA reduz novamente a partir dos 23 anos. Os valores absolutos do IMA são similares em ambos os tratamentos, indicando que um tratamento não supera outro. Entre 15 e 20 anos de regeneração, o estoque original foi igualado ou superado, seguido de perdas acentuadas aos 31 anos.

(c) É possível recuperar o estoque inicial dentro do ciclo de corte estipulado?

O CR recuperou o estoque original em 23 anos. O CS₊₃ recuperou o estoque original em 20 anos.

(d) Como o tipo de corte influencia no crescimento, diversidade e estrutura?

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para as taxas de crescimento, diversidade e estrutura.

(e) Como muda a distribuição da biomassa por classes de diâmetro ao longo do tempo?

Mesmo depois de 30 anos de crescimento, a biomassa se concentra em indivíduos com DAP < 10 cm. Após 23 anos, maiores densidades e estoques volumétricos nas classes de DAP > 10 cm são encontradas no CRR.

(f) É possível recuperar a distribuição diamétrica original dentro do ciclo de corte?

Como não se dispõe da distribuição diamétrica da vegetação original, não é possível responder a essa pergunta.

(g) Qual a duração do ciclo que maximiza as taxas de crescimento e de acumulação de biomassa?

O ciclo de melhor aproveitamento (biomassa, estrutura) está em torno de 20 anos.

(h) Qual é o ciclo de corte ideal?

Para obter os níveis de biomassa inicial é necessário um ciclo de corte ≥ 20 anos neste sítio. Os valores máximos do IMA foram atingidos aos 14 anos para o CRR e aos 20 anos para o CS.



5. RECOMENDAÇÕES APLICÁVEIS PARA A PRÁTICA DO MFS

- (a) Não há diferença significativas entre tratamentos e, portanto, não há preferência entre tipos de corte para a implementação do manejo.
.....
- (b) Os ciclos de corte que obtêm o maior valor do IMA são 14 anos para CRR e 20 anos para CS. Podem ser adotados ciclos maiores por outros motivos, mas com perda de produtividade.
.....



6. CONSIDERAÇÃO FINAL

Embora os indivíduos adultos tenham recuperado o estoque volumétrico inicial aos 14 anos no corte raso e aos 20 anos no corte seletivo, constatou-se que a área se encontra em plena dinâmica estrutural com queda de estoque volumétrico e número de fustes. Essa oscilação provavelmente faz parte da dinâmica natural conforme observada em parcelas Testemunha em outras UE.

A regeneração natural está ocorrendo de forma avançada, conforme verificado na densidade de indivíduos, com crescimento dinâmico, mas irregular em função dos fatores abióticos.

Os resultados encontrados em termos de crescimento (IMA variando entre $0,98\text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$ e $2,51\text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$) estão ligeiramente abaixo das taxas de crescimento propostas por PAREYN *et al.*, (2022) que são de $2,8\text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$ a $5,1\text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$ para a zona de precipitação $> 700\text{mm}$. Como a precipitação média anual (PMA) da região é de 800mm , é coerente que as taxas estejam no limiar mínimo da classe.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- ARAÚJO, L. V.; SILVA, J. A. Unidade Experimental Estação Ecológica do Seridó/RN. In: GARIGLIO, M. A. et al. (Org.) **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 215-228.
- ASSMANN, E. **The principles of forest yield: studies in the organic production, structure, increment and yield of forest stands**. Braunschweig, Pergamon Press, 1970. 506p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Biomassa para energia no Nordeste: atualidade e perspectivas**. [recurso eletrônico] Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Brasília, DF: MMA, 2018. 161 p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.
- EMPARN - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. Governo do Estado do Rio Grande do Norte. **Hidrometeorológico: Relatórios pluviométricos**. 2022. Disponível em: <https://meteorologia.emparn.rn.gov.br/relatorios/relatorios-pluviometricos>
- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E DO MEIO AMBIENTE - IDEMA. **Perfil dos Municípios**. 1999. Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br/perfildoseumunicipio>>. Acesso em: 23 maio 2015
- PAREYN, F.G.C.; RIEGELHAUPT, E.M.; MARQUES, M.W.C.F.; CRUZ FILHO, J.L.V.; PEREIRA, W.E.; ARAÚJO, E.L. A contribuição do manejo florestal da caatinga para a segurança energética: um estudo da produtividade de biomassa aérea. In: ARAÚJO, E.L.; PAREYN, F.G.C. (Orgs.). **Manejo florestal sustentável da caatinga: contribuição para segurança energética, alimentar e hídrica**. Recife, APNE. 2022. p. 167-212.
- ZAKIA, M. J. B.; PAREYN, F. G.; RIEGELHAUPT, E. Equações de peso e de volume para oito espécies lenhosa nativas do Seridó, RN. In: IBAMA. **Plano de manejo florestal para a região do Seridó do Rio Grande do Norte**. Natal: PNUD/FAO/IBAMA – Governo do Rio Grande do Norte, 1992. p. 1-92: cap. 4.

ANEXO I

Dados de riqueza florística e biomassa por espécie, da UE Fazenda Belo Horizonte, em Mossoró/RN, no período de 2004-2015

CRR (2004)			CS ₃ (2004)		
ESPÉCIE	N (FUSTES/ha)	ABPH (m ³ /ha)	ESPÉCIE	N (FUSTES/ha)	ABPH (m ³ /ha)
Aroeira	238	5,38	Aroeira	50	0,70
Bugi	63	0,10	Bugi	100	0,19
Catingueira	1408	8,80	Catingueira	867	7,13
Feijão-bravo	225	0,49	Feijão-bravo	167	0,43
Imburana	75	3,90	Imburana	108	4,70
João-mole	25	0,37	João-mole	50	0,49
Juazeiro	75	0,45	Jurema-branca	25	0,06
Jurema-branca	42	0,31	Jurema-imbira	508	10,63
Jurema-imbira	842	13,43	Jurema-preta	100	5,78
Jurema-preta	192	2,50	Marmeleiro	1358	4,47
Marmeleiro	925	2,22	Mofumbo	75	0,49
Mofumbo	125	0,51	Mororó	1317	4,20
Mororó	150	0,23	Pau-branco	292	3,46
Pau-branco	138	1,39	Pinhão-bravo	125	0,66
			Sabiá	988	14,57

CRR (2007)			CS ₃ (2007)		
ESPÉCIE	N (FUSTES/ha)	ABPH (m ³ /ha)	ESPÉCIE	N (FUSTES/ha)	ABPH (m ³ /ha)
Aroeira	138	5,96	Aroeira	50	0,96
Bugi	50	0,14	Bugi	50	0,12
Catingueira	1275	7,57	Catingueira	592	5,08
Feijão-bravo	338	0,68	Feijão-bravo	125	0,21
Imburana	100	2,37	Imburana	142	5,60
Indeterminada	113	0,13	Pau d'arco amarelo	75	0,50
IPEE	350	4,38	IPEE	238	2,19
Pau d'arco roxo	75	0,37	João-mole	75	0,83
Juazeiro	50	0,56	Jurema-branca	25	0,06
Jurema-branca	150	1,43	Jurema-imbira	342	5,74
Jurema-imbira	517	6,07	Jurema-preta	75	2,96
Jurema-preta	150	3,14	Marmeleiro	858	4,06
Maria-preta	25	0,04	Mofumbo	25	0,40
Marmeleiro	675	2,25	Mororó	1763	5,86
Mofumbo	150	0,50	Pau-branco	50	0,21
Mororó	213	0,32	Pinhão-bravo	75	0,25
PAPI	25	0,36	Sabiá	1050	9,71

CRR (2015)			CS+3 (2015)		
ESPÉCIE	N (FUSTES/ha)	ABPH (m ³ /ha)	ESPÉCIE	N (FUSTES/ha)	ABPH (m ³ /ha)
Ameixa	25	0,12	Ameixa	25	0,04
Aroeira	250	9,26	Aroeira	50	2,77
Catingueira	967	10,94	Catingueira	508	8,25
Feijão-bravo	225	0,57	Feijão-bravo	192	1,34
FREIJ	25	0,14	FREIJ	100	1,19
Imburana	100	6,02	Imburana	158	10,82
Indeterminada	25	0,04	Jurema-branca	100	0,43
Juazeiro	50	1,21	Jurema-imbira	208	4,22
Jurema-branca	50	0,48	Jurema-preta	25	0,06
Jurema-imbira	175	4,28	Maniçoba	75	0,23
Marmeleiro	238	0,77	Marmeleiro	67	0,27
Mofumbo	25	0,04	Mofumbo	75	0,73
Mororó	163	0,48	Mororó	1738	6,88
Pau-branco	250	3,22	Pau-branco	163	1,42
Velame	25	0,02	Pinhão-bravo	38	0,15
			Sabiá	1250	16,99



**A DINÂMICA DA
VEGETAÇÃO DE CAATINGA
NA UNIDADE EXPERIMENTAL
DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA
DO SERIDÓ (RN)**

**Frans G. C. Pareyn | Enrique Mario Riegelhaupt |
Francisco das Chagas Vieira Sales |
Lúcio Valério Coutinho de Araújo**



1. INTRODUÇÃO

A UE Estação Ecológica do Seridó foi implantada em 1989 em duas áreas contíguas no município de Serra Negra do Norte-RN. Uma teve pastoreio extensivo (Fazenda Pedro Cândido) e outra se manteve sem pastoreio (Estação Ecológica), constituindo, de fato, duas sub-unidades com condições diferentes de uso da terra.

Os objetivos da Unidade são comparar a regeneração da caatinga manejada sob quatro diferentes tratamentos e em duas condições (com e sem pastoreio extensivo). Os tratamentos aplicados foram:

- > Corte raso com destoca e queima – CRD/CRD-P
- > Corte raso sem destoca e com queima – CRQ/CRQ-P
- > Corte raso sem destoca e sem queima – CR/CR-P
- > Corte seletivo (DNB > 8 cm) – CS/CS-P

Os dois primeiros tratamentos mimetizam as práticas de desmatamento tradicionalmente utilizadas na abertura de terras para agricultura e/ou pastagem. Os outros dois - particularmente o tratamento de corte seletivo acima de um certo diâmetro mínimo - aplicam práticas de manejo florestal tecnificadas, recomendadas de forma geral na bibliografia e nos meios técnicos, científicos e acadêmicos, na perspectiva de um processo de regeneração mais vantajoso a partir de uma extração de madeira menos intensiva e manutenção de parte do estoque florestal.

As duas condições (presença e ausência de pastoreio extensivo) foram incluídas no delineamento do experimento devido à preocupação existente na época com os efeitos dos rebanhos sobre a regeneração e o crescimento das árvores/rebrotas após a exploração.

Perguntas de pesquisa que a Unidade Experimental pode responder.

Esta UE tem por finalidade responder às seguintes perguntas:

- (a) Como variam a riqueza e diversidade do estrato arbóreo e da regeneração ao longo do tempo nas áreas manejadas e não manejadas? É possível comparar tratamentos e testemunhas?
.....
- (b) Como variam as taxas de crescimento em função do tempo, do estoque original e de outros fatores?
.....
- (c) Quais são as taxas de crescimento, recrutamento e mortalidade?
.....

- (d) É possível recuperar o estoque inicial dentro do ciclo de corte estipulado?
.....
- (e) Como muda a distribuição da biomassa por classes de diâmetro ao longo do tempo?
.....
- (f) É possível recuperar a distribuição diamétrica original?
.....
- (g) Qual a duração do ciclo que maximiza as taxas de crescimento e de acumulação de biomassa?
.....
- (h) Qual é o ciclo de corte ideal?
.....
- (i) Como o tipo de corte influencia no crescimento, diversidade e estrutura?
.....

Hipóteses testadas

A hipótese geral é a hipótese nula (H_0): “os tratamentos aplicados nas duas condições não têm efeitos significativamente diferentes sobre o crescimento, a diversidade e a produtividade da floresta manejada”.



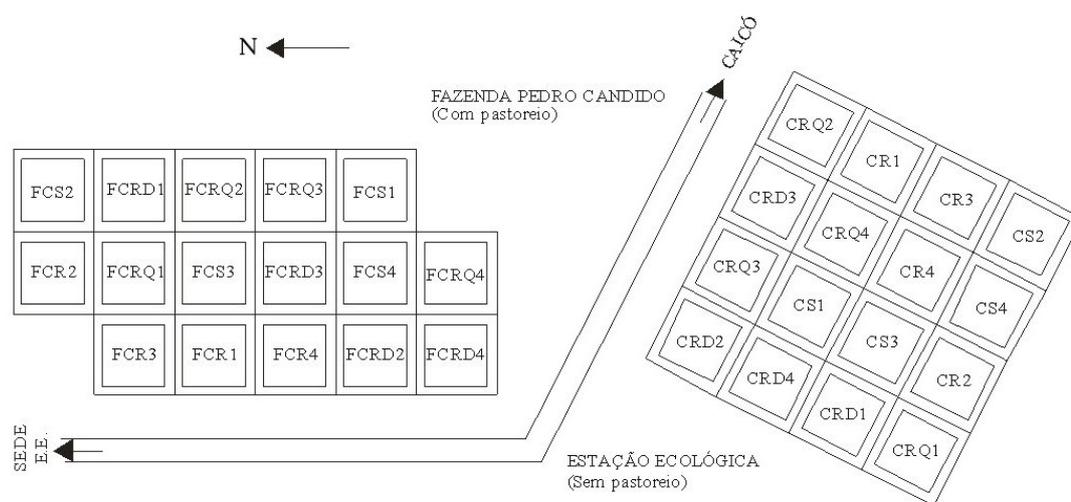
2. METODOLOGIA

2.1. Delineamento experimental

Nas duas áreas foram instaladas 16 parcelas de 50m x 50m, em 4 fileiras com 4 tratamentos aleatoriamente distribuídos em cada uma. No centro de cada parcela de tratamento foi instalada uma parcela permanente de medição de 20m x 20m a partir de 2004 (medições anteriores foram realizadas em parcelas fixas de 40m x 40m).

Ao todo, a Unidade experimental compõe-se de 32 parcelas permanentes, sendo 8 de cada tratamento, das quais quatro com pastoreio e quatro sem pastoreio.

Figura 1. Delineamento experimental da UE Estação Ecológica do Seridó-RN.



2.2. Medições realizadas, protocolo e período de medição.

A UE foi implantada em 1989 e foram realizadas e analisadas quatro medições seguindo o protocolo da RMFC (COMITÊ, 2005):

- > 2004 – 15 anos após o corte
- > 2007 – 18 anos após o corte
- > 2011 – 22 anos após o corte
- > 2015 – 26 anos após o corte

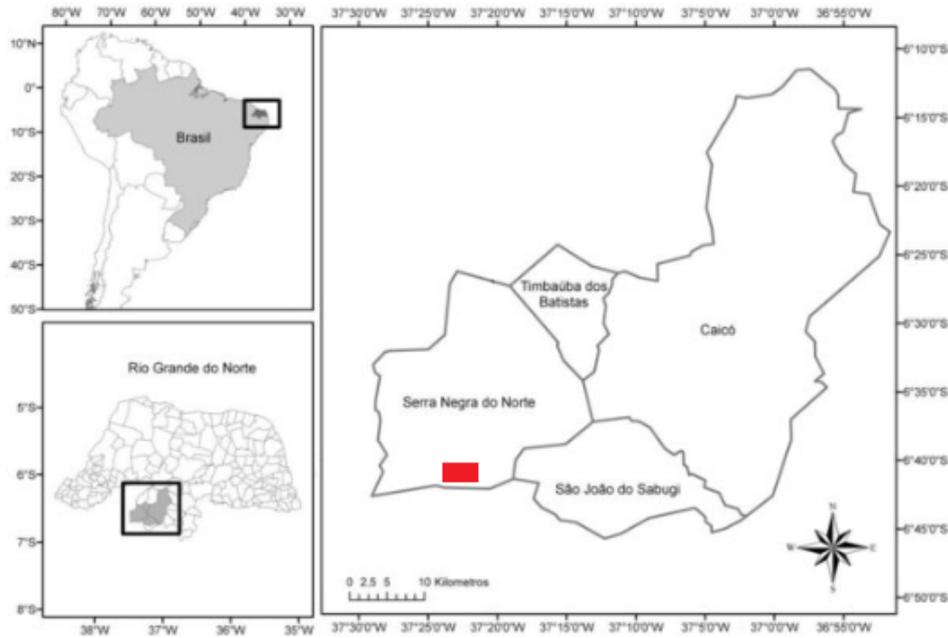
As variáveis chave consideradas são:

SÍMBOLO	NOME	UNIDADE	FONTE
N	Número de fustes com CAP > 6 cm	n/ha	medida
CAP	Circunferência na Altura do Peito	cm	medida
DAP	Diâmetro na Altura do Peito	cm	calculada
ABP	Área Basal no Peito	cm ²	calculada
H	Altura	m	medida
ABPH	Volume cilíndrico	m ³	calculada
SPP	Espécie, nome vulgar		observada
CD	Classe de Diâmetro (do DAP)	cm	calculada
Ingresso	Novos indivíduos na população	n/ha	medido
Egresso	Indivíduos mortos ou desaparecidos	n/ha	medido

2.3. Localização, clima e solos

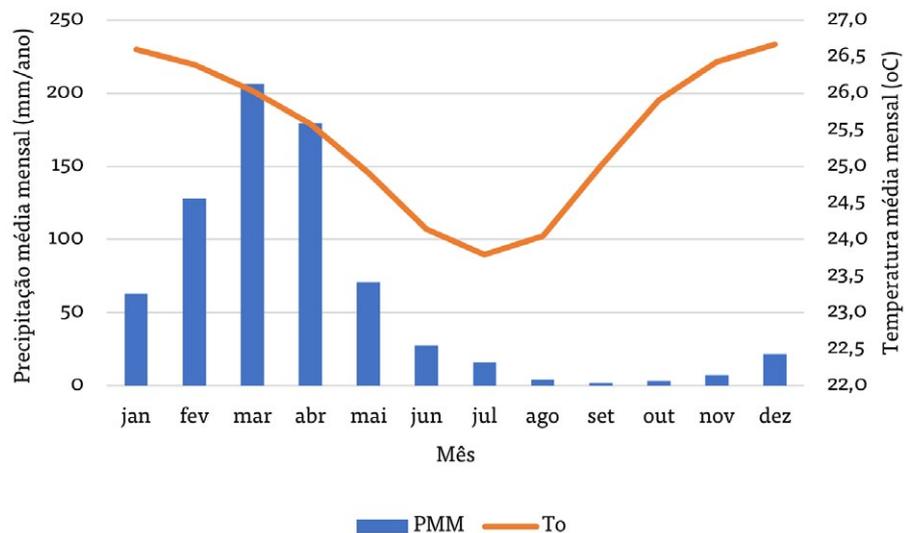
O experimento foi desenvolvido em duas áreas situadas no sudoeste do Rio Grande do Norte. Uma está localizada na Estação Ecológica do Seridó (ESEC Seridó), administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBIO, e a outra em uma propriedade particular, denominada Fazenda Pedro Cândido, vizinha à ESEC Seridó. Ambas as áreas pertencem ao município de Serra Negra do Norte, Estado do Rio Grande do Norte (Figura 2).

Figura 2. Localização das áreas experimentais no município de Serra Negra do Norte (RN).



O clima segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSw'h', com a estação chuvosa de verão e outono, geralmente de fevereiro a abril, e uma estação seca de 8 a 9 meses. A precipitação média anual do município de Serra Negra do Norte, é de 730mm (ALVARES *et al.*, 2013). A Figura 3 apresenta o climograma do município.

Figura 3. Climograma do município de Serra Negra do Norte-RN.



Geologicamente, o município de Serra Negra do Norte encontra-se inserido, na Província Borborema. Os solos encontrados pertencem a uma associação composta de:

- > **TC** - Luvissole Crômico órtico e vértico ambos textura média/argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado;
- > **SX** - Planossolo Háptico textura média (leve)/argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado;
- > **RL** - Neossolo Litólico típico textura média (leve)/fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado substrato gnaisse e granito.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Dinâmica do estoque

3.1.1. Número de fustes

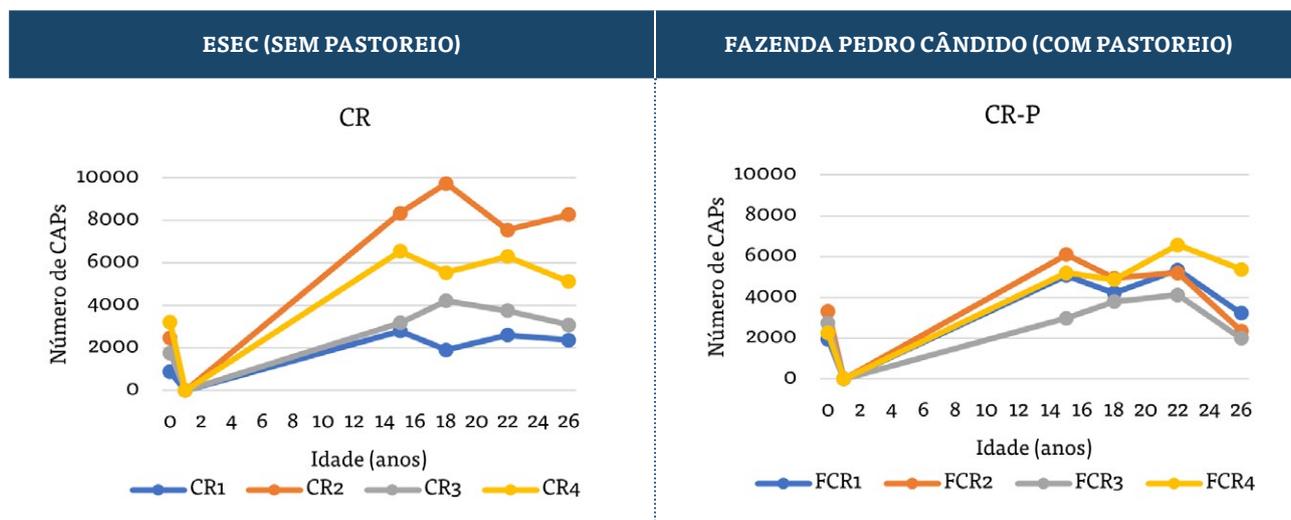
A dinâmica do número de fustes para cada parcela e tratamento ao longo do período de acompanhamento é apresentada na Tabela 1 e na Figura 4.

Tabela 1. Número de fustes por ano de medição na UE Estação Ecológica do Seridó.

TRATAMENTO	PARCELA	1989	PÓS-CORTE	PÓS/PRÉ	2004	2007	2011	2015	2015/1989
CR	CR1	870			2800	1900	2600	2375	273%
	CR2	2466			8350	9750	7550	8275	336%
	CR3	1764			3175	4225	3750	3075	174%
	CR4	3204			6550	5550	6300	5125	160%
CRD	CRD1	3696			6500	8525	8075	9425	255%
	CRD2	2934			5850	8975	8600	4650	158%
	CRD3	1746			2975	3200	3600	2450	140%
	CRD4	3090			6475	7300	6925	6200	201%
CRQ	CRQ1	1932			3675	5575	5375	5350	277%
	CRQ2	1296			6525	6075	5625	4550	351%
	CRQ3	2094			5075	5050	5750	3675	176%
	CRQ4	2382			5025	4200	5450	4125	173%
CS	CS1	2310	1548	67%	6550	7075	6675	6850	297%
	CS2	1674	882	53%	3000	2650	3100	2725	163%
	CS3	2412	1752	73%	5175	5850	6525	6150	255%
	CS4	2724	1596	59%	6750	5950	5075	4075	150%

TRATAMENTO	PARCELA	1989	PÓS-CORTE	PÓS/PRÉ	2004	2007	2011	2015	2015/1989
CR-P	FCR1	1956			5075	4225	5350	3225	165%
	FCR2	3318			6100	4950	5200	2350	71%
	FCR3	2754			2975	3800	4125	2000	73%
	FCR4	2256			5200	4875	6575	5375	238%
CRD-P	FCRD1	2274			2575	3450	4225	2750	121%
	FCRD2	3330			3800	4350	5700	4400	132%
	FCRD3	2148			4125	3375	4800	1875	87%
	FCRD4	2868			4825	3600	5500	3475	121%
CRQ-P	FCRQ1	2562			4675	5125	7100	4175	163%
	FCRQ2	1698			2350	3125	4425	3875	228%
	FCRQ3	1512			1475	1900	2700	1800	119%
	FCRQ4	1728			3650	2775	4500	1800	104%
CS-P	FCS1	2016	1878	93%	5025	4700	5650	2575	128%
	FCS2	1536	1548	101%	3525	3775	4375	1950	127%
	FCS3	3170	3150	99%	7100	6225	6725	3075	97%
	FCS4	2094	1860	89%	7425	5275	7225	3375	161%

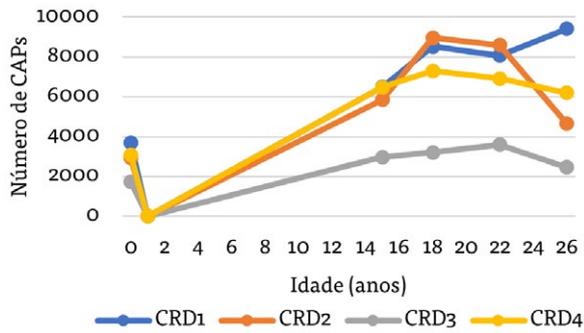
Figura 4. Dinâmica de N (fustes/ha) na UE ESEC de 1989 a 2015.



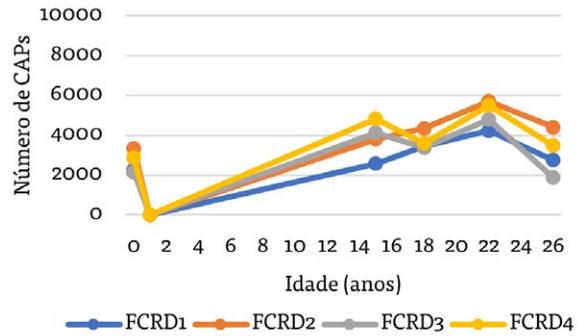
ESEC (SEM PASTOREIO)

FAZENDA PEDRO CÂNDIDO (COM PASTOREIO)

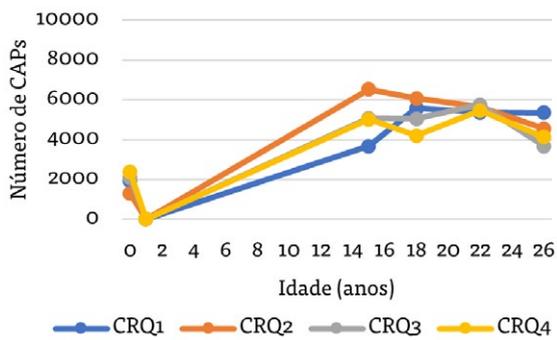
CRD



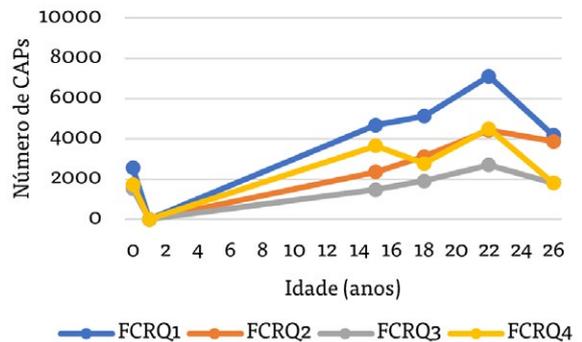
CRD-P



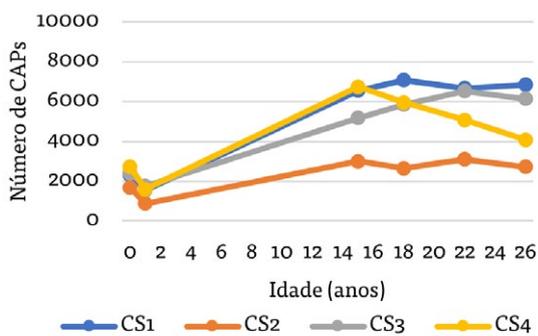
CRQ



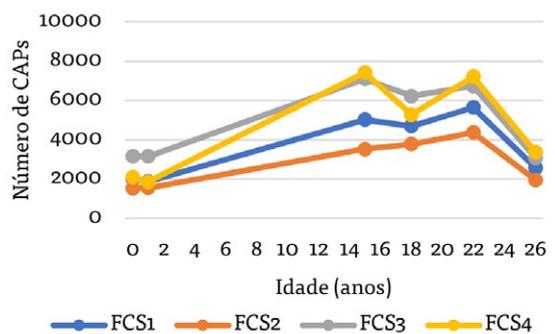
CRQ-P



CS



CS-P

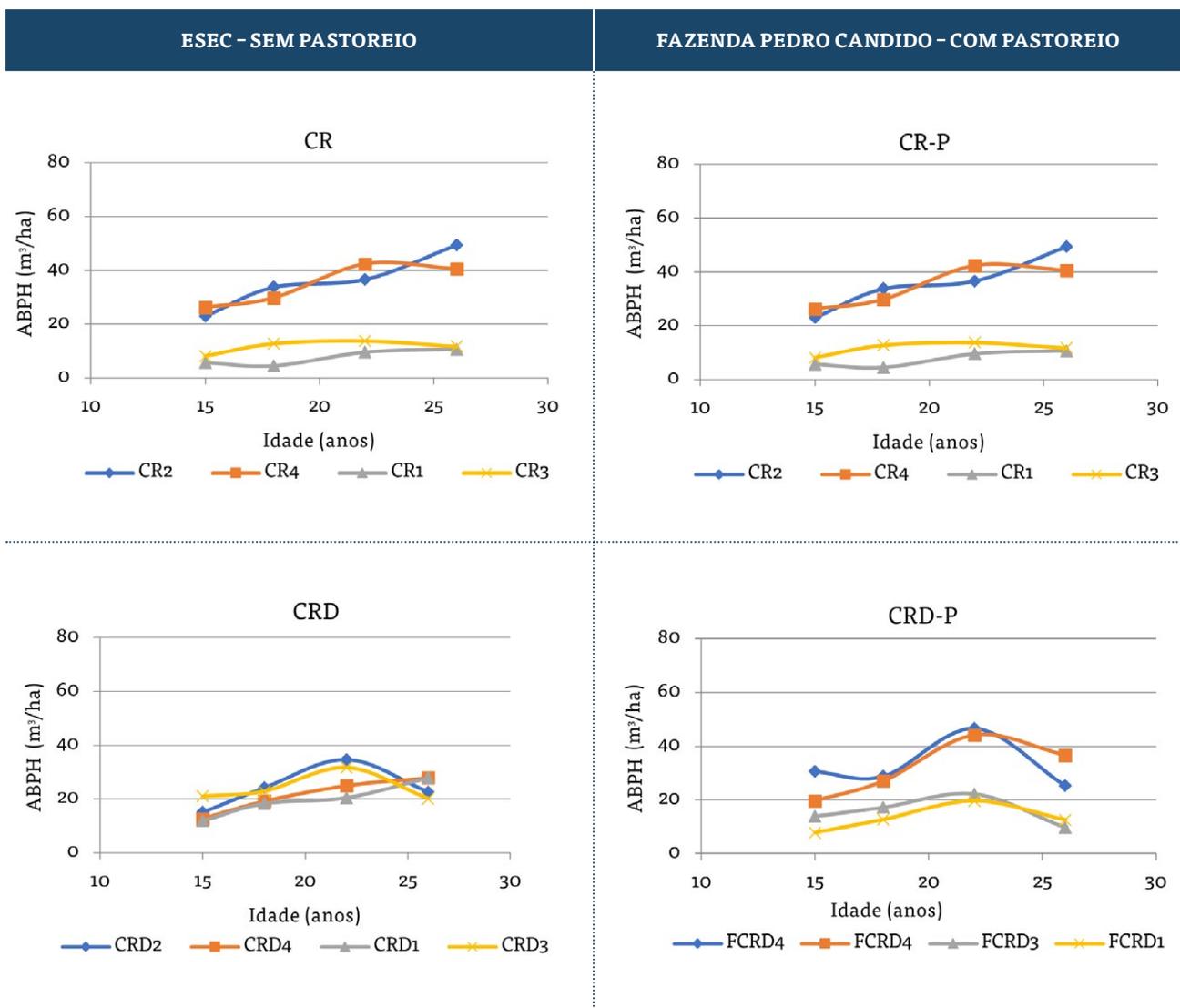


A dinâmica do número de fustes segue padrões muito similares, próprios de cada parcela, geralmente em patamares distintos, de 3 mil a 10 mil fustes/ha nos CR e de 3 a 7 mil no CS. O número de fustes cai entre 2011 e 2015 (22 e 26 anos de idade) em todas as parcelas com raras exceções. A seca extrema que ocorreu no período (2012 – 2015) pode estar na origem deste comportamento, bem como a própria idade avançada da vegetação.

3.1.2. Dinâmica de ABPH

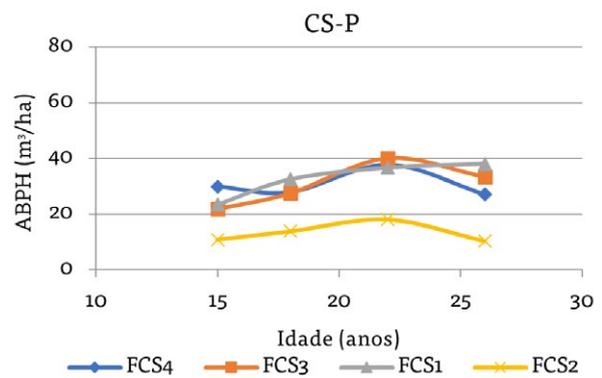
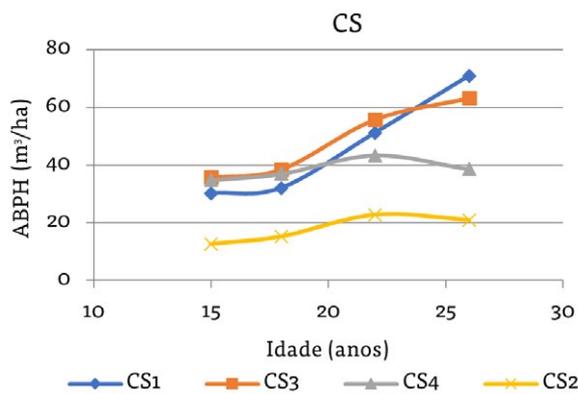
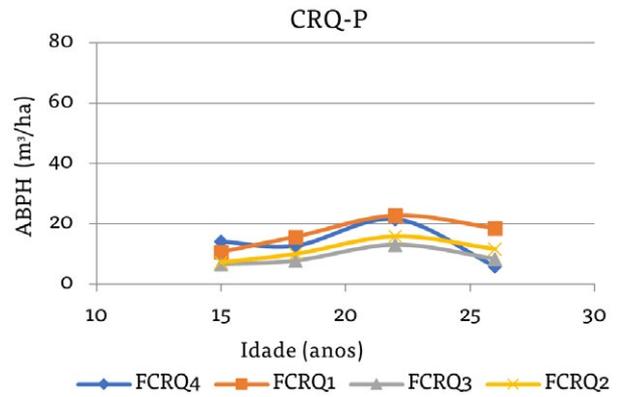
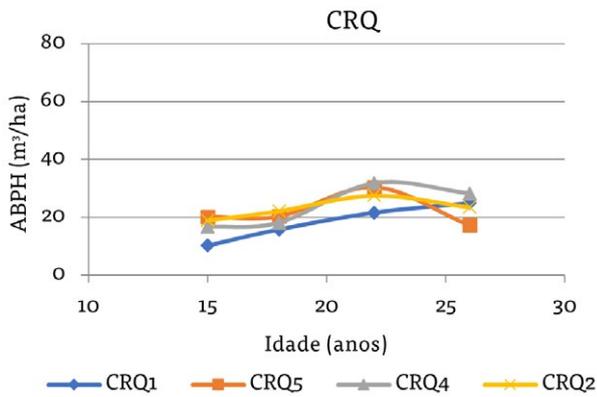
A Figura 5 apresenta a dinâmica da ABPH para todas as parcelas no período monitorado.

Figura 5. Dinâmica de ABPH por parcela nos tratamentos da ESEC e da FPC.



ESEC - SEM PASTOREIO

FAZENDA PEDRO CANDIDO - COM PASTOREIO

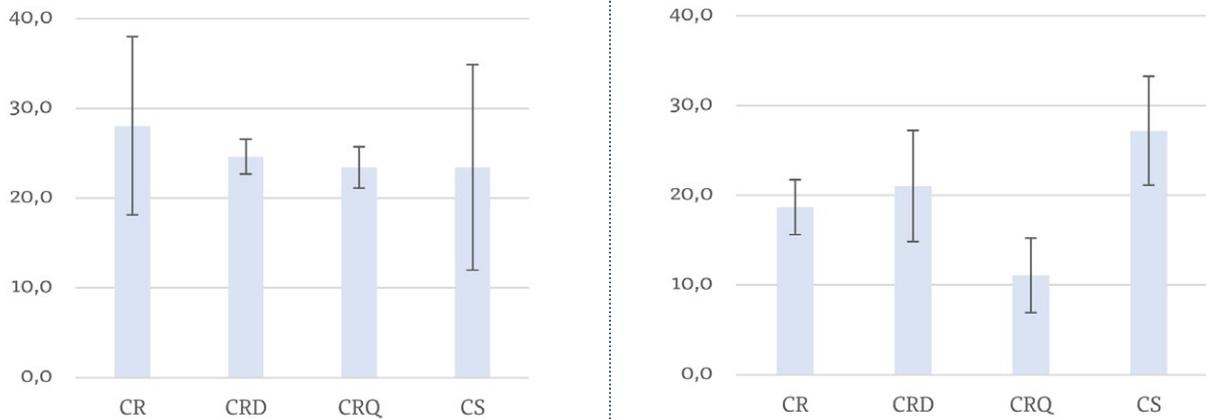


Os padrões de crescimento do volume cilíndrico (ABPH) são muito similares nas parcelas do mesmo tratamento, porém em patamares diferentes como indicam as curvas paralelas. Comparando os valores de ESEC e FPC, não são evidentes os efeitos do uso pastoril. Cada parcela tem a sua própria dinâmica e nível máximo de ABPH, o que pode ser devido a condições de micro sítio ou à sua composição.

Na FPC todas as parcelas tiveram quedas de ABPH aos 26 anos com exceção de uma. Na ESEC, 7 das 16 parcelas não tiveram quedas de ABPH. A causa pode ter sido a estiagem excepcional do período 2012 - 2015, gerando maior impacto onde houve pastoreio.

Em 2015, de maneira similar à situação pré-corte, as diferenças entre tratamentos não são significativas, ficando compreendidas dentro dos valores do erro padrão das respectivas médias. (Figura 6). Na FPC, o tratamento CRQ pode ser diferente de CS, porém uma parcela tem valor extremamente baixo, que pode ser um "outlier" devido a uma laje de pedra ali existente.

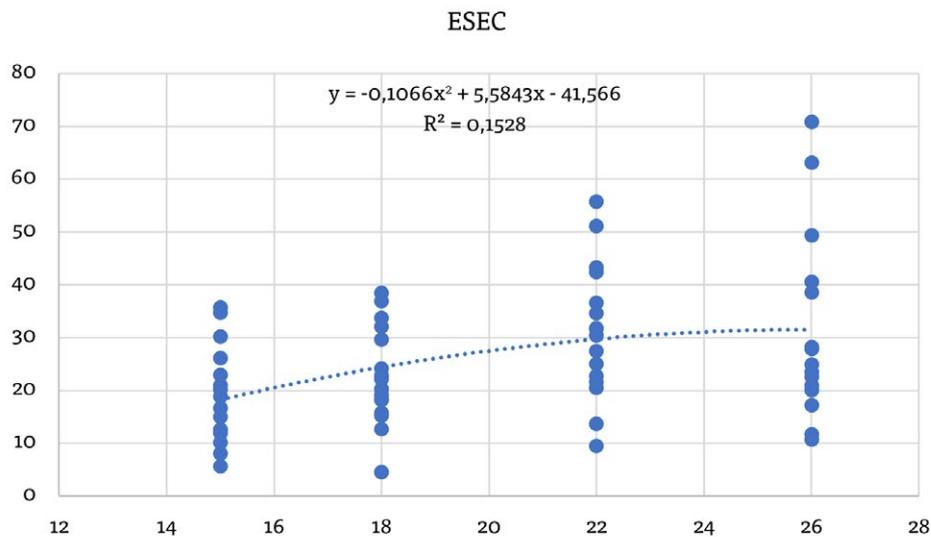
Figura 6. Médias de ABPH nos tratamentos, na ESEC e na FPC em 2015. Barras de erro indicam o erro padrão das médias.

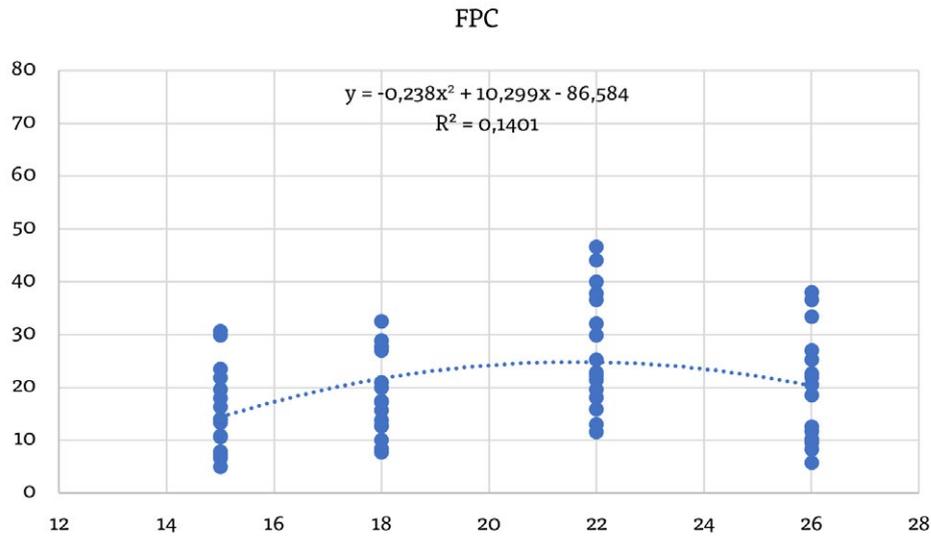


Relação entre ABPH e idade

A Figura 7 mostra a baixa correlação entre ABPH e o tempo transcorrido desde o corte tanto na ESEC quanto na FPC considerando o conjunto de todas as parcelas com alta dispersão dos dados. Oito parcelas continuaram crescendo depois de 22 anos (7 na ESEC e 1 na FPC) e todas as outras perderam volume. Uma causa possível pode ter sido a seca excepcional que ocorreu desde 2012 até 2015.

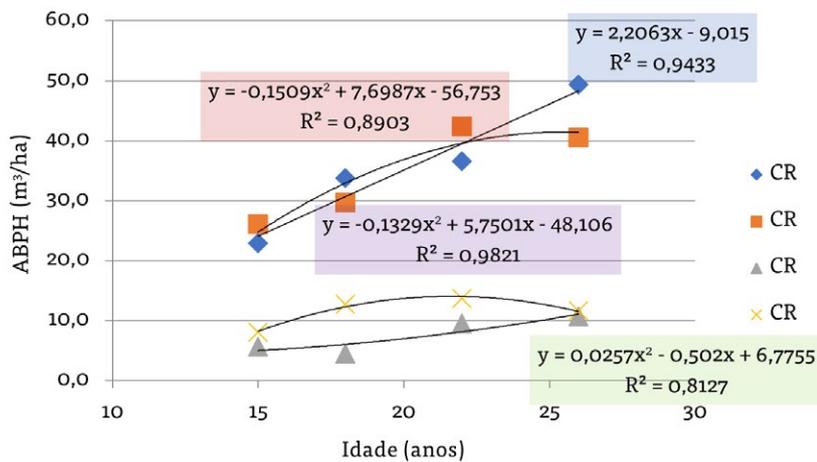
Figura 7. Correlação entre ABPH (m³/ha) e idade (anos) nas parcelas da UE ESEC e FPC.





Analisando cada parcela separadamente, observa-se uma alta correlação entre ABPH e idade (Figura 8 e 9). Os valores de R^2 obtidos são muito altos ou altos, porém cada parcela tem uma função de crescimento específica. A inflexão da curva de IMA ocorre aos 22 anos.

Figura 8. ABPH (m^3/ha) em função da idade nas parcelas da UE ESEC.



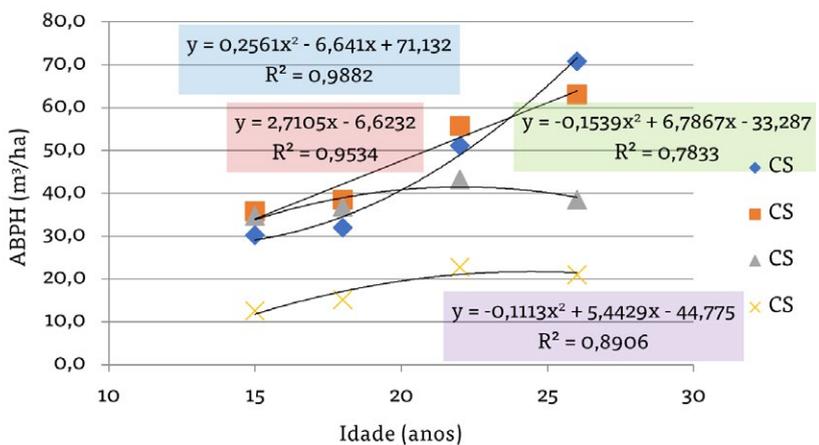
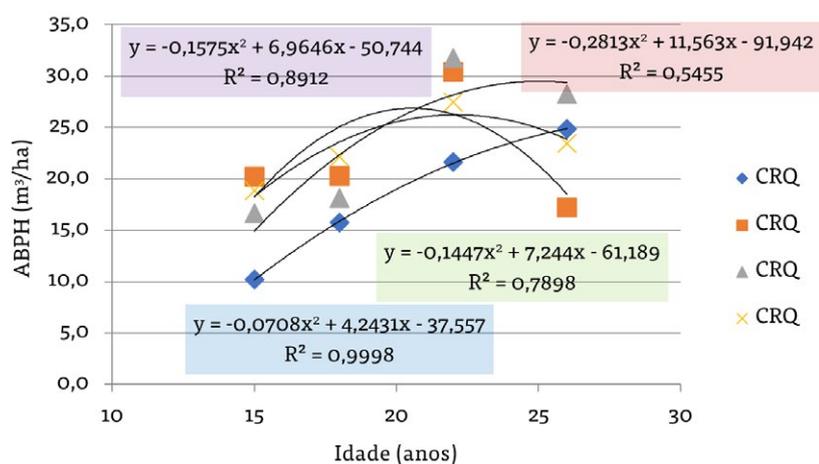
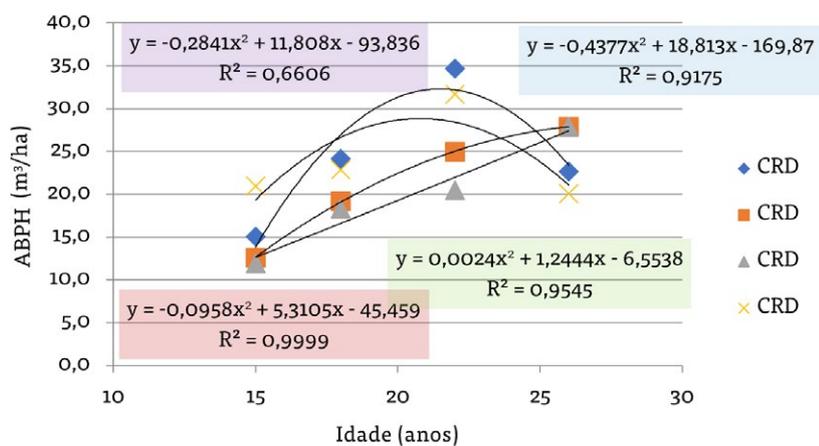
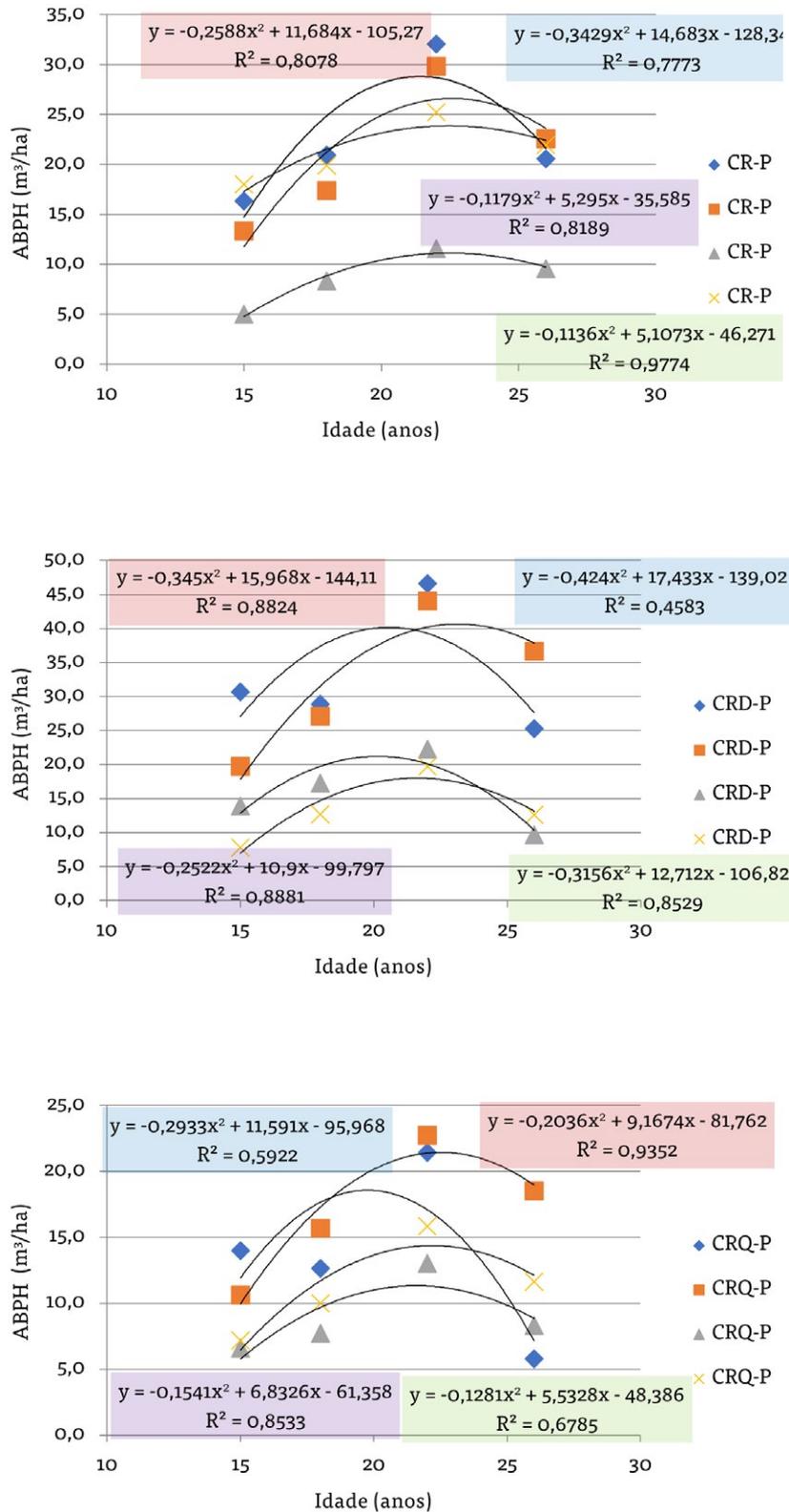
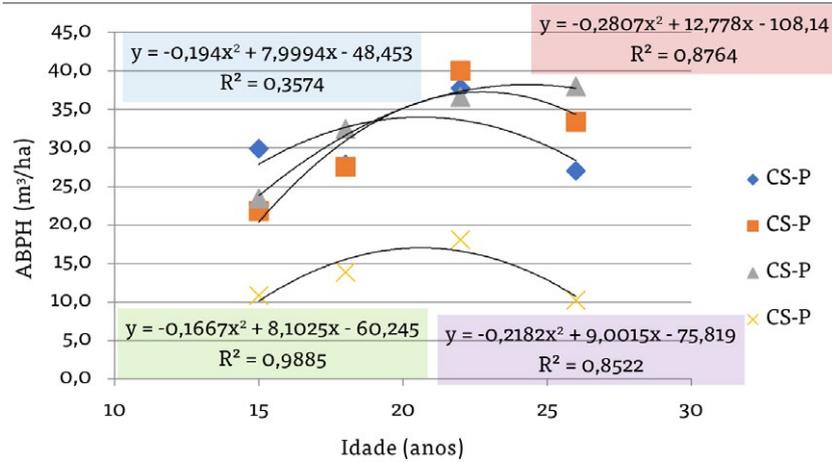


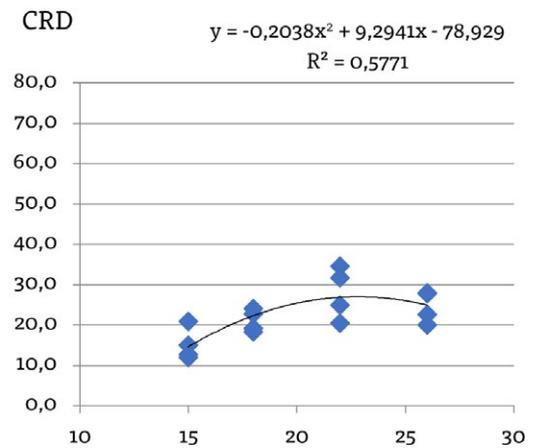
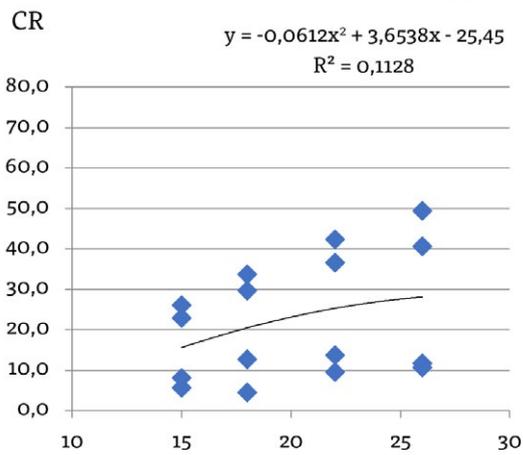
Figura 9. ABPH (m³/ha) em função da idade na UE FPC.





Ao analisar a relação da ABPH vs Idade para as 4 parcelas com o mesmo tratamento, os coeficientes de correlação resultam baixos, sugerindo que as características dos “micro-sítios” são provavelmente fatores de crescimento mais importantes do que os tratamentos aplicados (Figura 10 e 11).

Figura 10. Regressão entre ABPH (m³/ha) e idade (anos após o corte) nas parcelas de cada tratamento na UE ESEC.



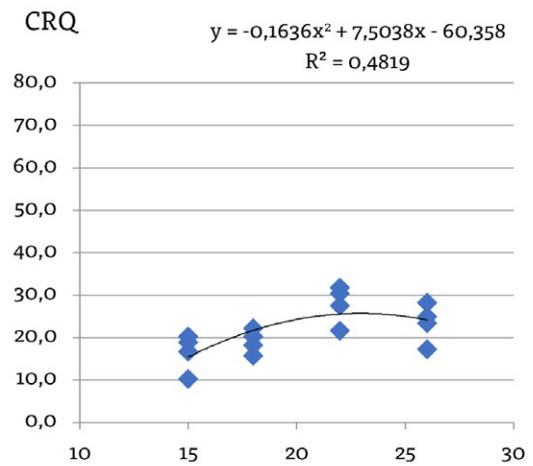
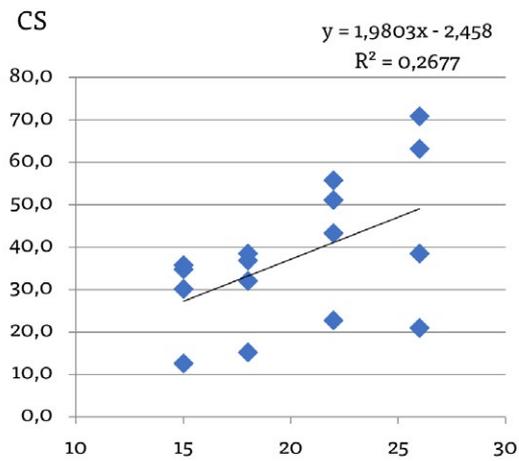
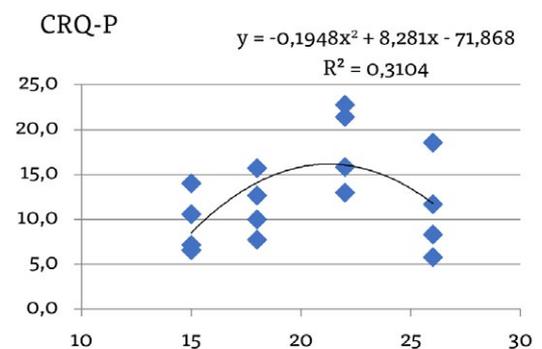
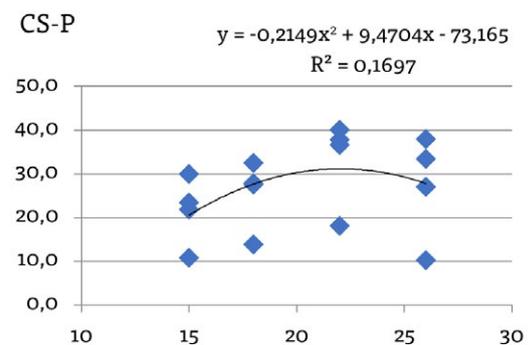
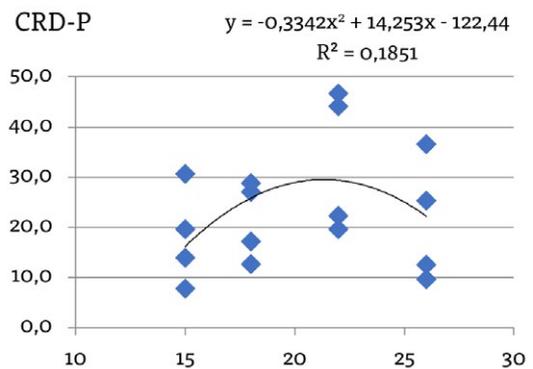
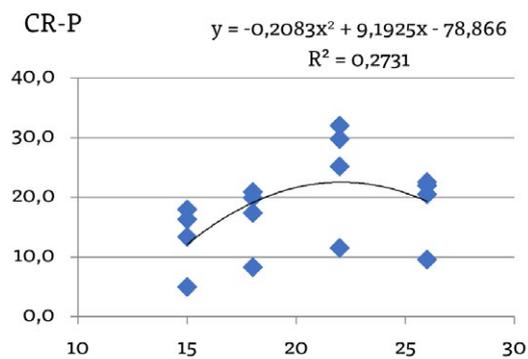


Figura 11. Regressão entre ABPH (m³/ha) e idade (anos após o corte) nas parcelas de cada tratamento na UE FPC.

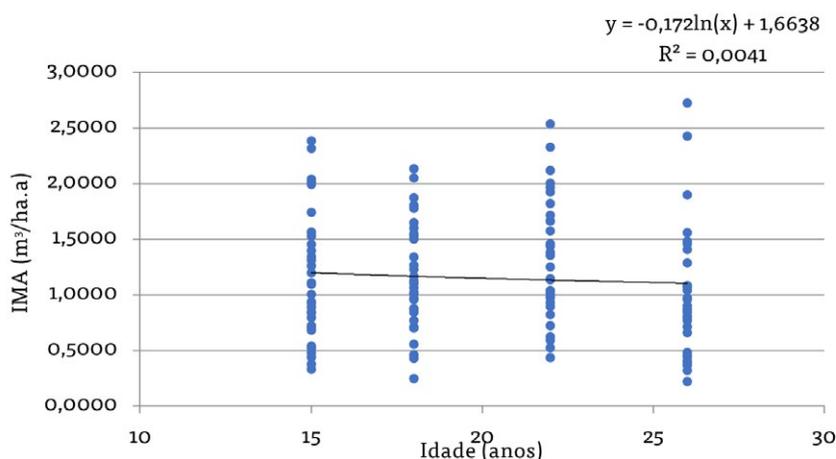


CRQ e CRD na UE ESEC são muito similares, diferentes do CR e CS e de todos os tratamentos com pastoreio da FPC.

3.2. Dinâmica do Incremento Médio Anual (IMA)

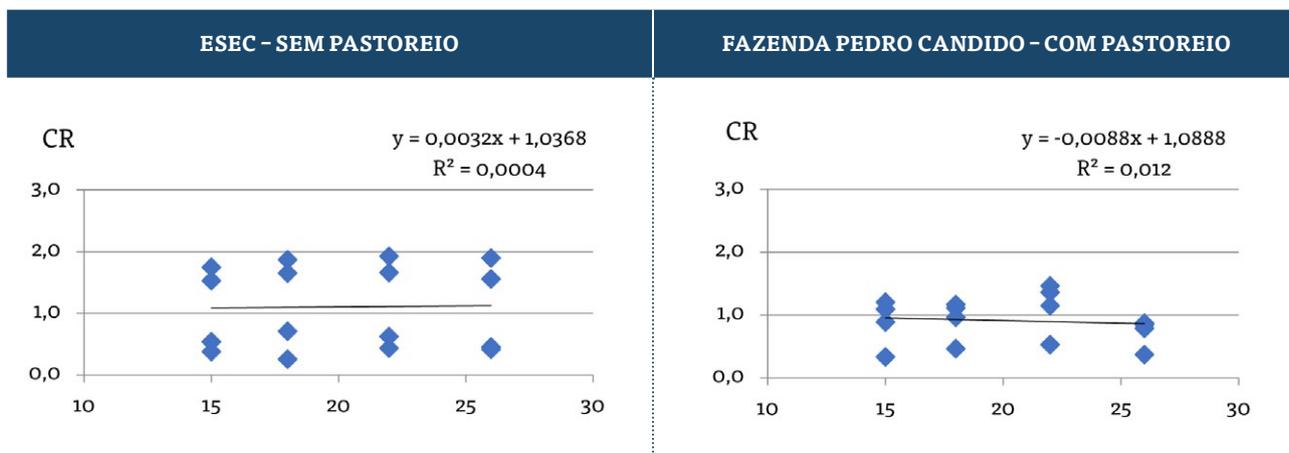
A Figura 12 mostra a nula correlação entre o IMA e o tempo transcorrido após aplicação do tratamento (“idade”), para todas as parcelas na UE, onde $R^2 = 0,004$. O mesmo ocorre analisando separadamente ESEC e FPC. O IMA médio da ABPH ao longo do período de 15 a 26 anos é de $1,15 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{a}$ (com erro padrão de 4%). A grande dispersão dos valores de IMA reflete as diferenças entre micro-sítios.

Figura 12. IMA da ABPH em função da idade das parcelas na UE ESEC-FPC.



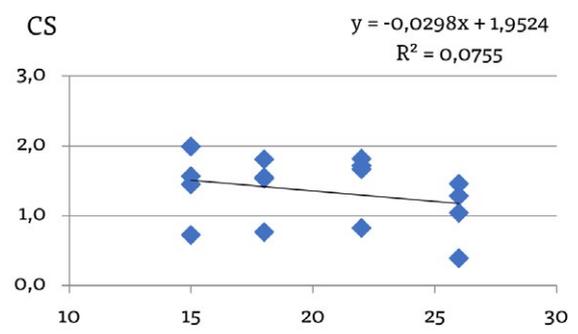
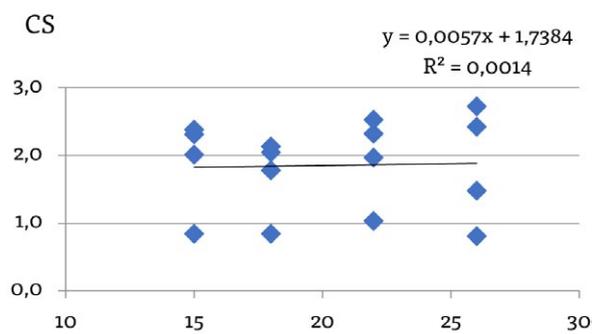
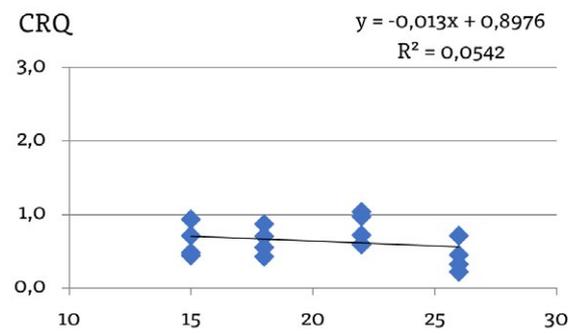
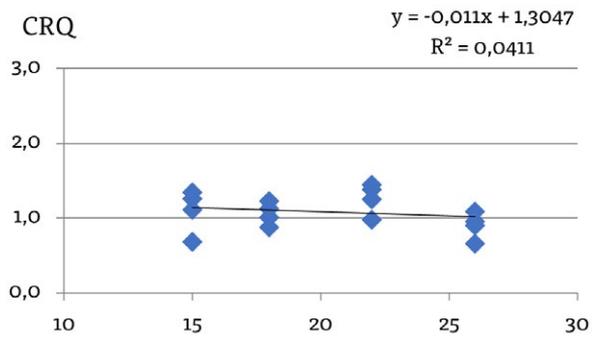
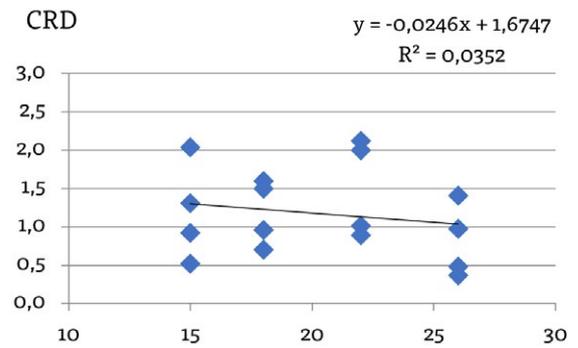
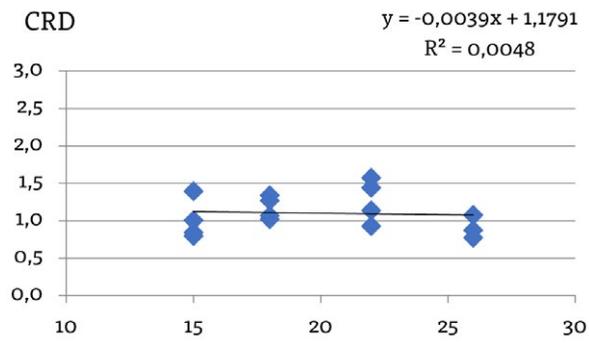
Considerando o IMA por tratamento (Figura 13), observa-se que a correlação entre IMA e idade é muito baixa. Coeficientes de correlação entre 1% e 7% evidenciam escassa potência explicativa da variável tempo quando considerada isoladamente.

Figura 13. IMA de ABPH ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{a}$) (eixo Y) em função da idade (eixo X), nas parcelas de ESEC e FPC.



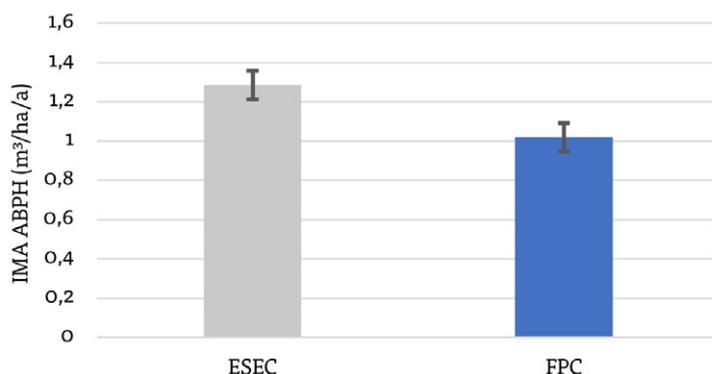
ESEC - SEM PASTOREIO

FAZENDA PEDRO CANDIDO - COM PASTOREIO



Contudo, o IMA médio na ESEC difere do da FPC conforme demonstra a Figura 14, o que indica que o pastoreio extensivo reduz a taxa de crescimento da caatinga manejada, independente do tratamento.

Figura 14. IMA média da ABPH nas subunidades da ESEC e FPC.



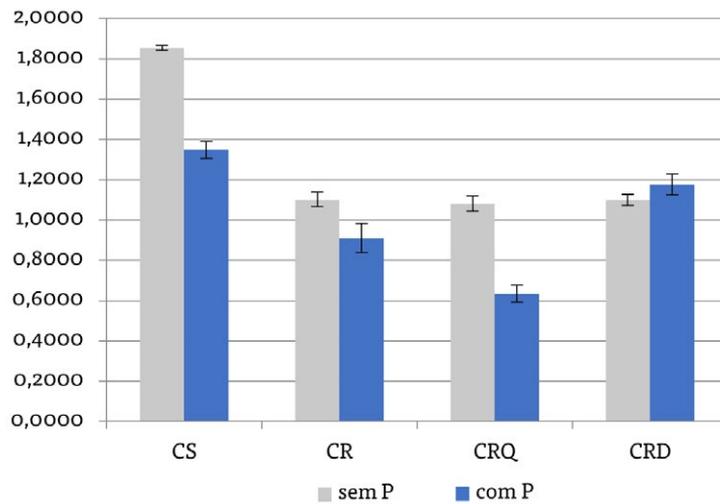
A Tabela 2 e a Figura 15 apresentam os valores médios do IMA da ABPH por tratamento. Na ESEC, a média do CS é significativamente maior que a dos outros três tratamentos. Na FPC as médias dos 4 tratamentos são significativamente distintas entre eles.

Tabela 2. IMA da ABPH (m³/ha/a) nos tratamentos de ESEC e FPC, com 26 anos de idade.

TRATAMENTO	ESEC MÉDIAS	EP	FPC MÉDIAS	EP
CS	1,8540	0,0124	1,3482	0,0415
CR	1,1019	0,0371	0,9108	0,0715
CRQ	1,0809	0,0372	0,6339	0,0413
CRD	1,0997	0,0276	1,1768	0,0515

Logo, o CS é o tratamento de manejo com taxas de crescimento maiores, e relativamente mais altas ainda em condições sem pastoreio extensivo. Aparentemente, o pastoreio ressalta os efeitos diferenciados dos tratamentos, ainda que seja difícil explicar a taxa mais alta do CRD-P em comparação com o CRQ-P e CR-P.

Figura 15. IMA de ABPH (m³/ha/a) aos 26 anos de idade, na ESEC (sem P) e na FPC (com P). As barras de erro correspondem a Erro Padrão das médias.



3.3. Dinâmica do IPA

A Figura 16 mostra que o IPA, de forma geral, aumentou entre 18 a 22 anos de idade, para depois decrescer, até predominar valores negativos. Analisando cada tratamento separadamente, a tendência é similar exceto no CR e CRD (Figura 17). O IPA não ultrapassou os 3m³/ha/a em nenhum período. Os valores predominantemente negativos no período de 22 a 26 anos podem ser devidos ao impacto da seca excepcional de 2012 – 2015 ou à idade avançada da vegetação.

As taxas de crescimento dos períodos 2004-2007 e 2007-2011 são compatíveis com as estimativas de IMA médio no final do ciclo de Pareyn *et al.* (2022). Em função da PMA local, o IMA calculado é de 1,2m³/ha/a a 2,0 m³/ha/a para a faixa de 500mm - 700mm e 2,8m³/ha/a para a 5,1m³/ha/a para a faixa >700mm. Já no período 2011-2015, a seca reduz a PMA para menos de 400mm e o IPA resultou muito baixo ou negativo.

Figura 16. IPA de ABPH nas parcelas da ESEC, de 18 a 26 anos de idade

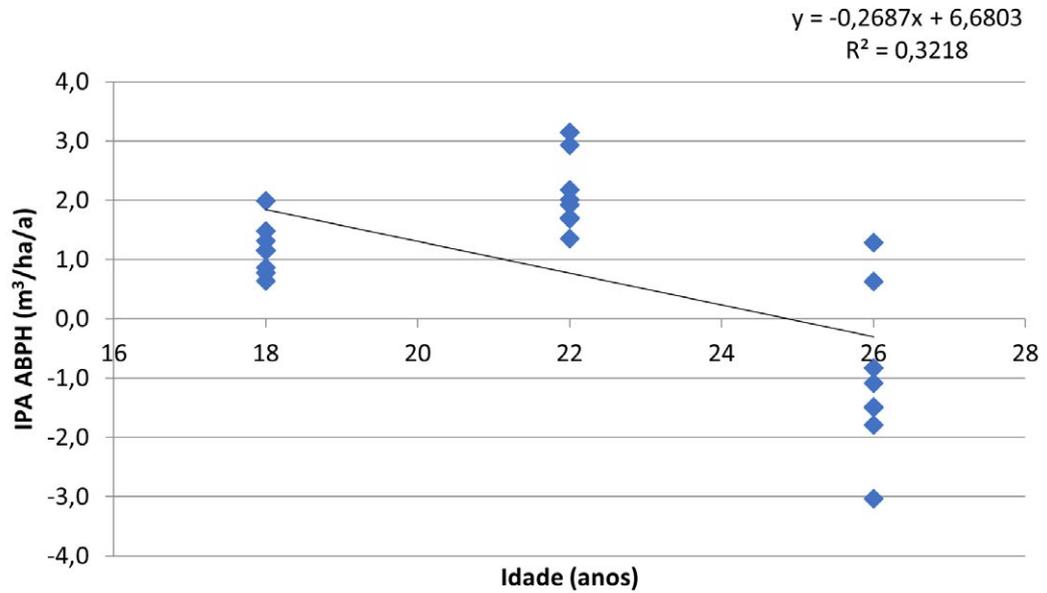
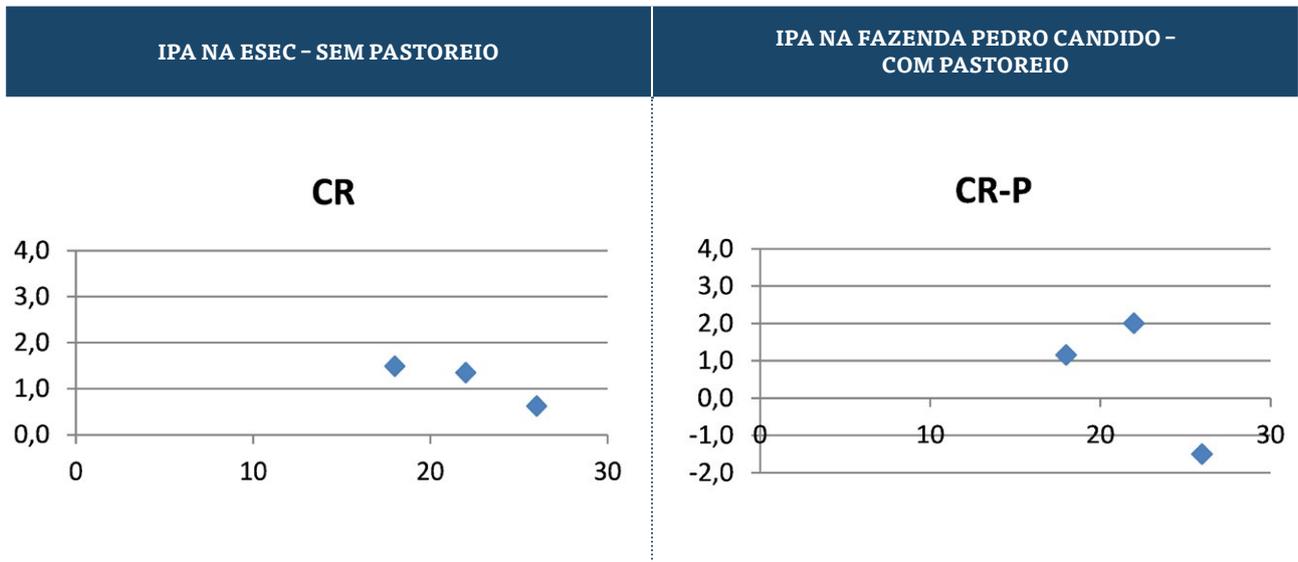
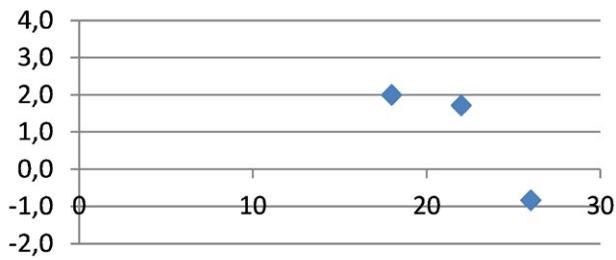


Figura 17. IPA da ABPH (m³/ha/a) (eixo Y) em função da idade (anos) (eixo X) nas parcelas da ESEC e FPC.



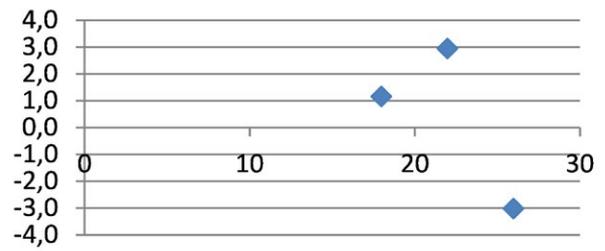
IPA NA ESEC - SEM PASTOREIO

CRD

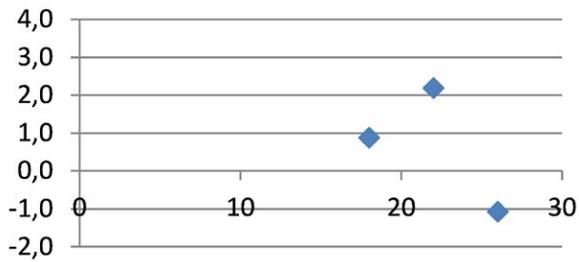


IPA NA FAZENDA PEDRO CANDIDO - COM PASTOREIO

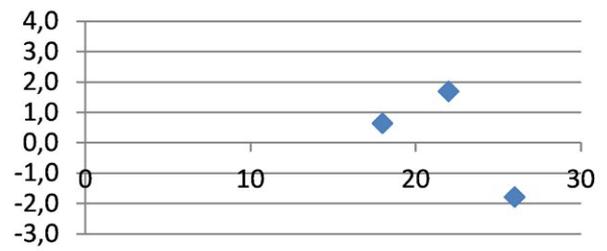
CRD-P



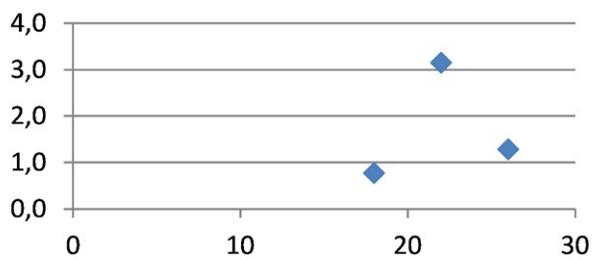
CRQ



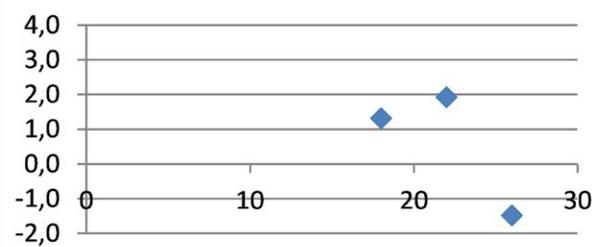
CRQ-P



CS



CS-P



3.4. Recuperação do estoque original

As Figuras 18 e 19 apresentam a recuperação do estoque original para cada tratamento e parcela ao longo do monitoramento. O comportamento diferenciado de cada parcela é novamente evidenciado; o percentual de recuperação de estoque é muito variável entre as parcelas, inclusive dentro de um mesmo tratamento:

- > CR de 45% a 120%
- > CRD de 40% a 140%
- > CRQ de 55% a 220%
- > CS de 70% a 150%
- > CR-P de 40% a 160%
- > CRD-P de 120% a 150%
- > CRQ-P de 80% a 140%
- > CS-P de 55% a 220%

Além disso, observa-se que no último período (de 22 a 26 anos de idade) houve perda do estoque recuperado anteriormente. Houve diversos padrões de recuperação do estoque:

- (a) para um grupo considerável de parcelas o crescimento já estagnou; e recuperar 100% do estoque original é muito improvável, visto que os valores de IPA são próximos a zero ou negativos. Isso ocorre em parcelas de todos os tratamentos, com e sem pastoreio;
.....
- (b) para outro grupo de parcelas o crescimento foi importante, ultrapassando o estoque original e até duplicando este valor em alguns casos após 22 anos. Novamente isto ocorre em todos os tratamentos, com e sem pastoreio.
.....

Considerando que esses padrões de crescimento tão diferentes ocorreram em uma área muito pequena, de aproximadamente 8ha, com o mesmo histórico de precipitação, pode-se postular que a variabilidade entre micro-sítios (ou seja, as diferenças de “qualidade dos sítios”) é muito importante na dinâmica dos estoques, e provavelmente também foi determinante nos padrões da sucessão vegetal ocorrida após o corte. Nos tratamentos CRQ e CRD adiciona-se o efeito “nivelador” da queima e extração dos tocos, o que faz com que a regeneração dependa do banco de propágulos do solo (raízes e sementes).

Para o conjunto das parcelas, sem considerar os tratamentos aplicados (como se se tratasse dos talhões de um Plano de Manejo Florestal) a Tabela 3 e a Figura 18 evidenciam a recuperação completa com 22 anos, com posterior queda do estoque. A perda final de estoque coincide com um período de seca excepcional de 2012 a 2015.

Tabela 3. Estoque e percentual de recuperação para diversas idades no conjunto das parcelas da Unidade Experimental da ESEC e FPC.

ANO	1989	2004	2007	2011	2015
Idade (anos desde o corte)	0	15	18	23	26
Estoque ABPH (m ³ /ha)	29,9476	17,2375	20,7501	29,2165	25,3028
% recuperação	na	58%	69%	98%	84%

Figura 18. Recuperação do estoque inicial para todas as parcelas da ESEC e FPC.

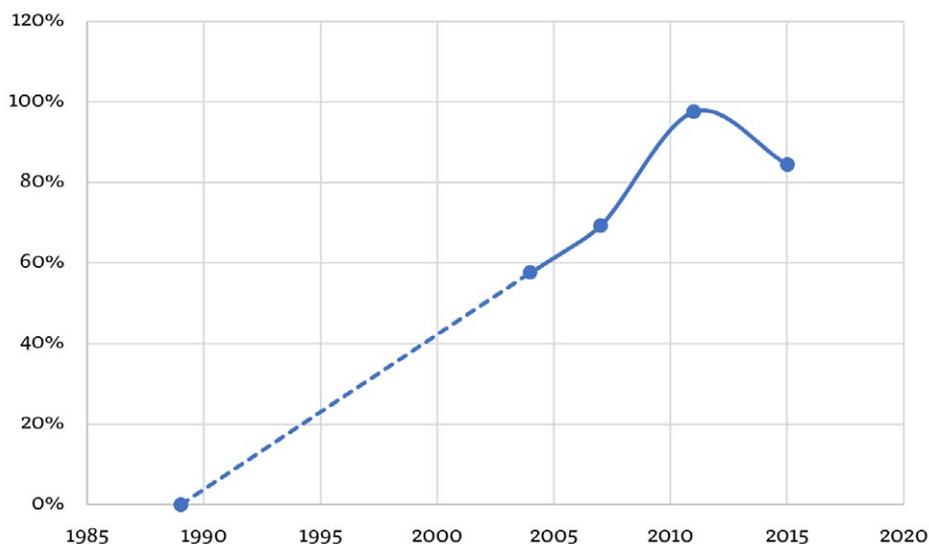
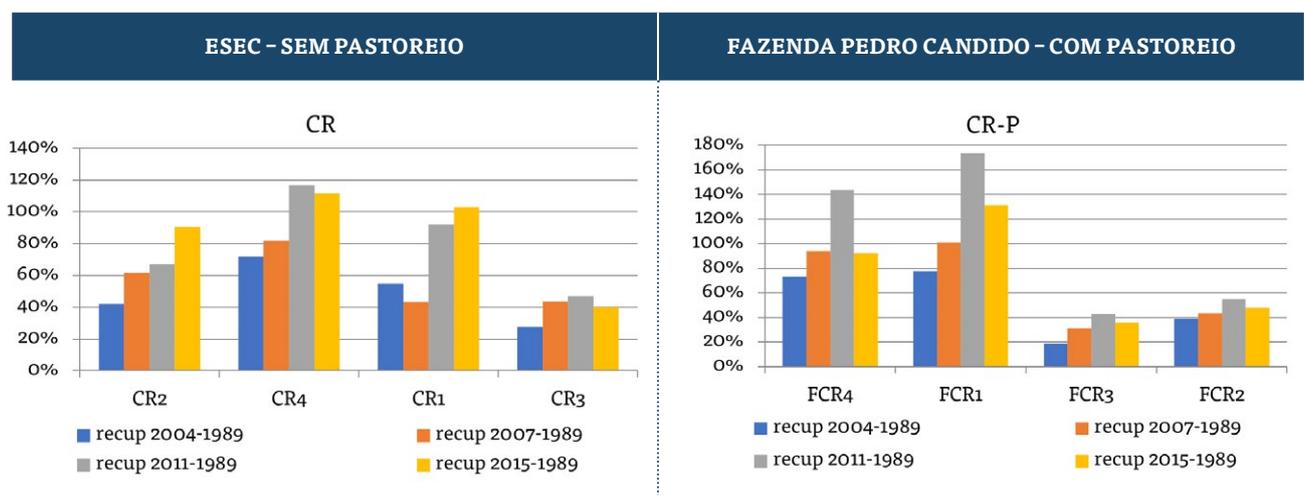
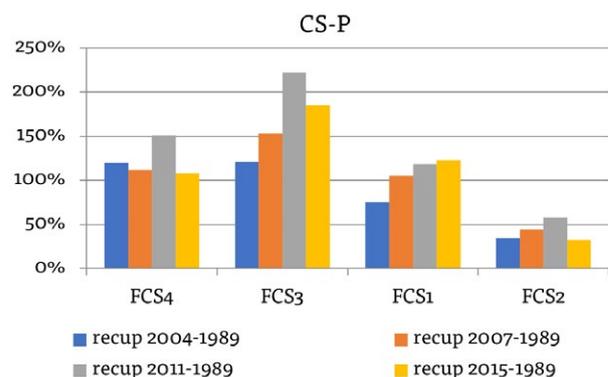
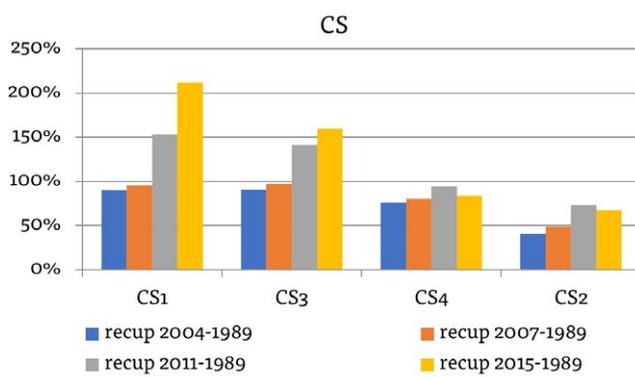
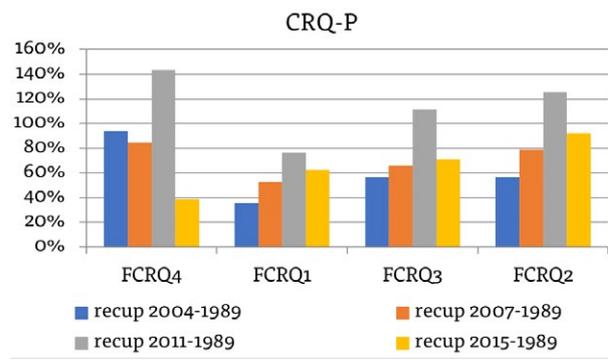
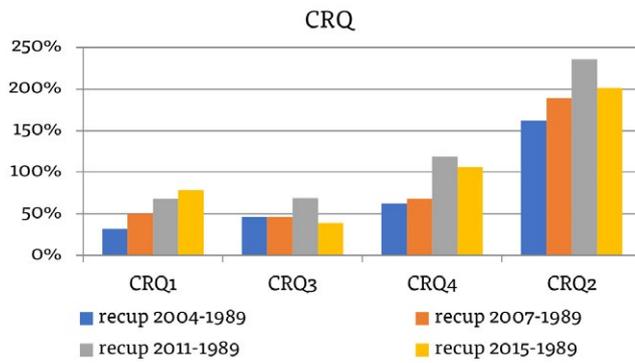
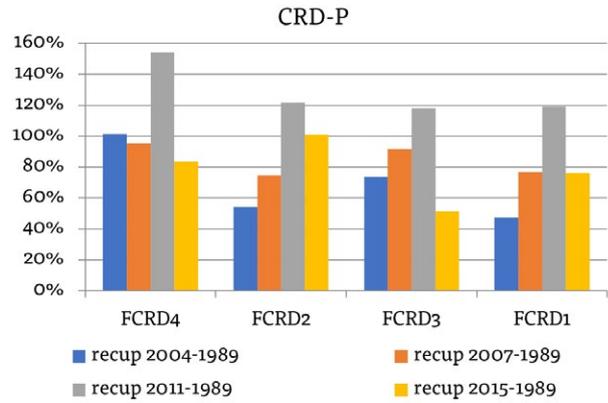
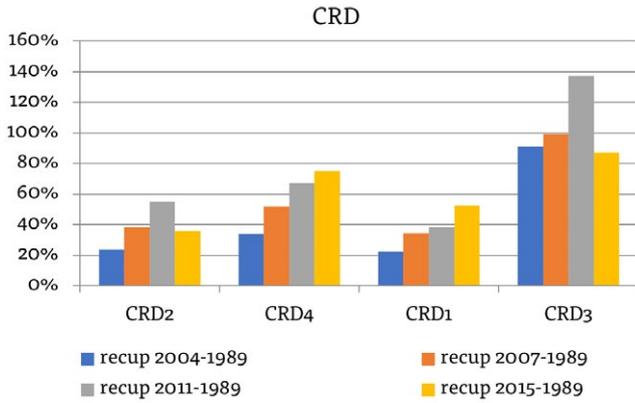


Figura 19. Percentuais de recuperação do estoque original nas parcelas de ESEC e FPC.



ESEC – SEM PASTOREIO

FAZENDA PEDRO CANDIDO – COM PASTOREIO



3.5. Diversidade: dinâmica da Riqueza e da Dominância

Na sub-unidade ESEC, foram identificadas nove famílias botânicas, abrangendo vinte espécies em dezoito gêneros, sendo a família Fabaceae a mais expressiva em número de espécies e indivíduos, com oito espécies (Tabela 4). Esse predomínio da Fabaceae ocorreu em todas as parcelas, sendo a Catingueira a espécie mais abundante, com 48% dos indivíduos amostrados.

Tabela 4. Espécies presentes nos tratamentos da ESEC – RN.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	CR	CRD	CRQ	CS
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico de caroço	X	X	X	X
	<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis	Catingueira	X	X	X	X
	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C.Sm.	Cumarú	-	X	X	-
	<i>Mimosa verrucosa</i> Benth.	Jurema branca	X	X	X	X
	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Jurema preta	X	X	X	X
	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Mororó	X	X	-	X
	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	Jucá	-	X	X	-
	<i>Mimosa sensitiva</i> L.	Lambe beijo	X	X	-	X
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus quercifolius</i> Pohl	Faveleira	X	X	X	X
	<i>Croton jacobinensis</i> Baill.	Marmeleiro	X	X	X	X
	<i>Jatropha curcas</i> L.	Pinhão	X	X	X	X
Burseraceae	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	Amburana de cambão	X	X	X	X
Combretaceae	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mofumbo	X	X	X	X
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Pau d'arco	X	X	X	X
	<i>Fridericia dispar</i> (Bureau ex K.Schum.) L.G.Lohmann	Bugi	-	-	-	X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	CR	CRD	CRQ	CS
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc.	Pereiro	X	X	X	X
Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D.Penn.	Rompe gibão	X	-	X	X
Capparaceae	<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl	Feijão bravo	-	-	X	-
Anacardiaceae	<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Umbuzeiro	-	-	-	X
Nyctaginaceae	<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	Pau piranha	-	-	-	X
Indeterminada	Indeterminada	Ind.	X	-	X	X
Número de espécies amostradas			15	15	16	18
Número de indivíduos presentes			835	871	812	859

Na Fazenda Pedro Cândido foram amostradas 16 espécies e 15 gêneros em 8 famílias botânicas, sendo que a família Fabaceae também predominou em número de espécies e indivíduos (Tabela 5). A espécie mais abundante foi a Jurema-preta com 28% do número de indivíduos.

Tabela 5. Espécies presentes nos tratamentos da Fazenda Pedro Cândido - RN.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	CR FPC	CRD FPC	CRQ FPC	CS FPC
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico de caroço	X	-	-	X
	<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis	Catingueira	X	X	X	X
	<i>Mimosa verrucosa</i> Benth.	Jurema branca	X	X	X	X
	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Jurema preta	X	X	X	X
	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Mororó	-	-	-	X
	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	Jucá	X	-	-	X
	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	São João	X	-	X	X
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus quercifolius</i> Pohl	Faveleira	X	X	X	X
	<i>Croton jacobinensis</i> Baill.	Marmeleiro	X	X	X	X
	<i>Jatropha curcas</i> L.	Pinhão	X	X	X	X
Burseraceae	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	Amburana de cambão	X	-	-	X
Combretaceae	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mofumbo	X	X	X	X
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Pau d'arco	-	-	-	X
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc.	Pereiro	X	X	X	X

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	CR FPC	CRD FPC	CRQ FPC	CS FPC
Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D.Penn.	Rompe gibão	X	-	-	X
Rhamnaceae	<i>Sarcomphalus joazeiro</i> (Mart.) Hauenschild	Juazeiro	-	-	-	X
Número de espécies amostradas			13	8	9	16
Número de indivíduos presentes			774	613	486	923

As espécies Cumaru, Lambe-beiço, Bugi, Feijão-bravo, Umbuzeiro e Pau-piranha, estiveram presentes apenas na área da ESEC, enquanto São-joão e Juazeiro, foram verificadas apenas na FPC. Sendo todas representadas por poucos indivíduos sugerindo ocorrência rara na área, excetuando a Lambe-beiço que teve 44 indivíduos amostrados.

Na ESEC, em 2015, o Pinhão e o Lambe-beiço não foram mais registradas nos tratamentos CR e CRD. No CRQ não foram registrados o Pinhão e o Cumaru, já no CS Lambe-beiço, Pau-d'arco e Umbuziero não foram mais registradas em 2015. Entre os 15 e 26 anos após a aplicação dos tratamentos, o Pinhão não foi registrado em nenhum tratamento em 2015.

Na FPC, o Pinhão e o São-João, também não foram registrados em 2015 para o CR e CRD. No CS as espécies Jucá, Jurema-branca, Mororó, Pau-d'arco, Pinhão e São-joão, não foram registradas em 2015, sendo o tratamento mais impactado na perda de espécies. No tratamento CRQ não houve alteração de registro de espécies.

Os índices de Shannon e Pielou apresentaram redução quando comparados os períodos de 2004 e 2015 com exceção do CRD na FPC (Tabela 6). Porém, os dados de riqueza, que poderiam explicar esta tendência de redução, não foram analisados comparadamente⁶.

⁶ Nesta UE constatou-se, por análise detalhada dos registros, que em muitos casos as mesmas árvores foram identificadas com nomes vulgares diferentes em medições sucessivas, alterando assim os cálculos de dominância de cada espécie e de riqueza do conjunto. Este fato não é incomum, porque as medições são feitas na época seca, quando as árvores estão sem folhas, frutas e flores, que são muito importantes para a correta identificação das espécies.

Tabela 6. Índices de diversidade de Shannon-Weaver (H') e equabilidade de Pielou (J), para os tratamentos e áreas experimentais aos 15, 18, 22 e 26 anos após aplicação dos tratamentos.

TRATAMENTO	H'	J	TRATAMENTO	H'	J
CR ESEC 2004	1,7	0,63	CR FPC 2004	1,9	0,74
CR ESEC 2007	1,65	0,64	CR FPC 2007	1,83	0,71
CR ESEC 2011	1,65	0,64	CR FPC 2011	1,87	0,71
CR ESEC 2015	1,23	0,53	CR FPC 2015	1,87	0,75
CRD ESEC 2004	1,52	0,56	CRD FPC 2004	0,87	0,42
CRD ESEC 2007	1,41	0,52	CRD FPC 2007	0,61	0,29
CRD ESEC 2011	1,41	0,51	CRD FPC 2011	1,01	0,49
CRD ESEC 2015	1,17	0,46	CRD FPC 2015	1,42	0,73
CRQ ESEC 2004	1,92	0,69	CRQ FPC 2004	1,76	0,8
CRQ ESEC 2007	1,96	0,72	CRQ FPC 2007	1,71	0,78
CRQ ESEC 2011	1,84	0,66	CRQ FPC 2011	1,69	0,66
CRQ ESEC 2015	1,43	0,54	CRQ FPC 2015	1,56	0,63
CS ESEC 2004	2,03	0,7	CS FPC 2004	2	0,72
CS ESEC 2007	1,98	0,71	CS FPC 2007	1,94	0,72
CS ESEC 2011	1,94	0,72	CS FPC 2011	1,85	0,67
CS ESEC 2015	1,62	0,61	CS FPC 2015	1,52	0,66

Considerando os índices de Shannon-Weaver (H') e equabilidade de Pielou (J), pode-se considerar que as diversidades apresentadas são baixas, sendo maiores nos tratamentos CS nas duas sub-unidades. Resultados de outros trabalhos de pesquisa na caatinga são semelhantes aos da presente pesquisa: Pessoa *et al.* (2008) em uma área do município de Apodi-RN encontraram $H' = 1,1 \text{ nats.ind}^{-1}$ e $0,86 \text{ nats.ind}^{-1}$; Dantas *et al.* (2010), em uma área de caatinga no município de Pombal-PB encontraram $1,33 \text{ nats.ind}^{-1}$. Porém, os valores da ESEC e FPC são inferiores aos registrados por Sales *et al.* (2021) no MONA Vale dos Dinossauros, em Sousa-PB, com $H' = 2,63 \text{ nats.ind}^{-1}$ e por Guedes *et al.* (2012) com $H' = 2,54 \text{ nats.ind}^{-1}$, em

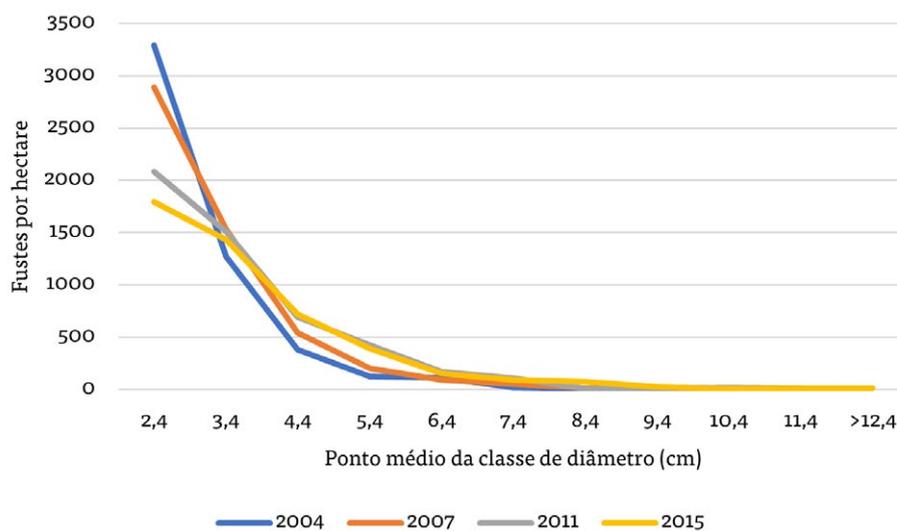
Reserva Legal no município de Santa Teresinha-PB; por Araújo (2007) com $H' = 2,37 \text{ nats. ind}^{-1}$ na RPPN Fazenda Tamanduá, e Santana (2005) com $H' = 2,35 \text{ nats. ind}^{-1}$ na ESEC Seridó.

O grau de similaridade entre as parcelas de cada tratamento, estimado pelo índice de Jaccard, foi superior a 50%.

3.6. Distribuição diamétrica

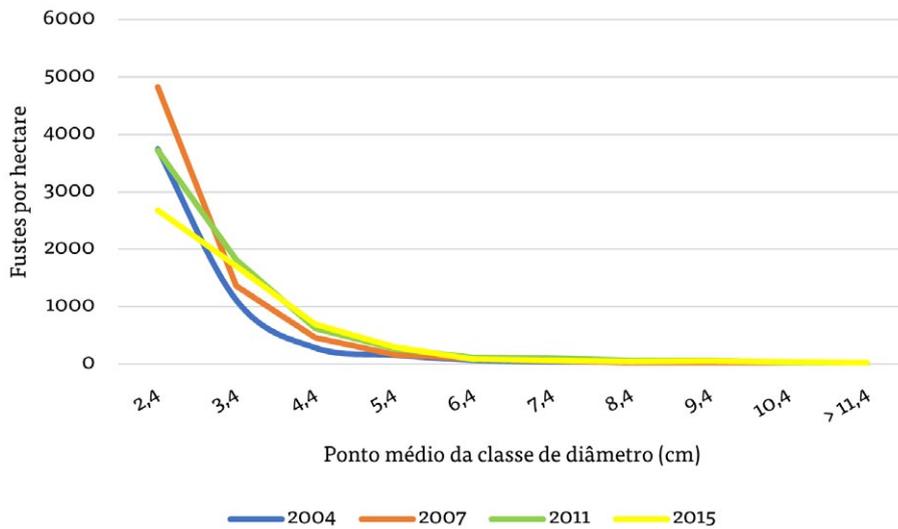
O número de fustes presentes em medições sucessivas do tratamento CR na ESEC mostrou redução na classe 1 e aumento nas demais classes, denotando recrutamento nas classes de maior diâmetro. Em 2004 a classe de máximo diâmetro foi a de 8,9cm - 9,9cm e em 2015 os maiores diâmetros atingiram a classe de 13,9cm a 14,9cm. (Figura 20).

Figura 20. Distribuição diamétrica do número de fustes por hectare no tratamento CR - ESEC, Serra Negra do Norte.



Comportamento similar ocorreu no tratamento CRD, atingindo a maior classe diamétrica em 2011, com diâmetro máximo da classe de 12,9cm - 13,9cm. Este valor não foi registrado em 2015, o que sugere a mortalidade de algum fuste (Figura 21).

Figura 21. Distribuição diamétrica do número de fustes por hectare no tratamento CRD - ESEC, Serra Negra do Norte



Também houve avanço de fustes para classes diamétricas superiores, reduzindo o número na classe inferior e aumentando nas demais classes, como pode ser verificado nas Figuras 22 e 23 para os tratamentos CRQ e CS, na ESEC Seridó. Vale ressaltar que o CS apresenta os fustes com maiores diâmetros.

Figura 22. Distribuição diamétrica do número de fustes por hectare no tratamento CRQ - ESEC, Serra Negra do Norte.

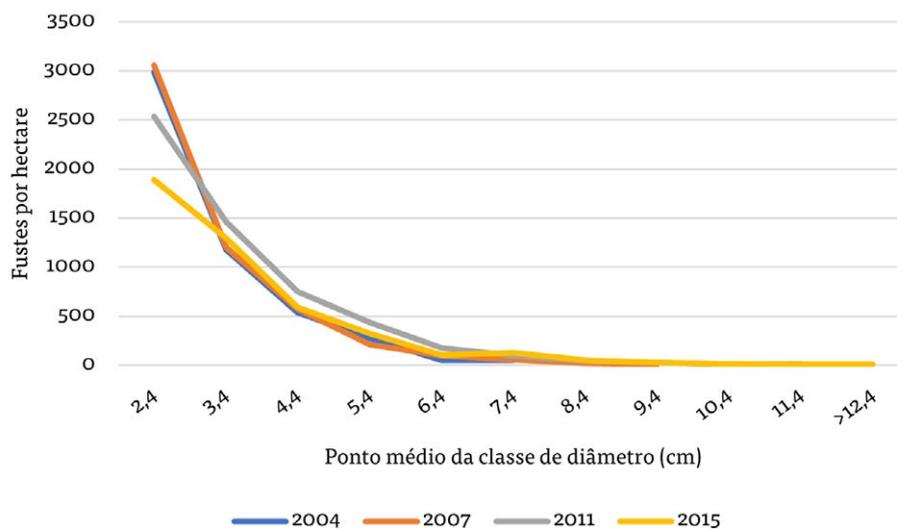
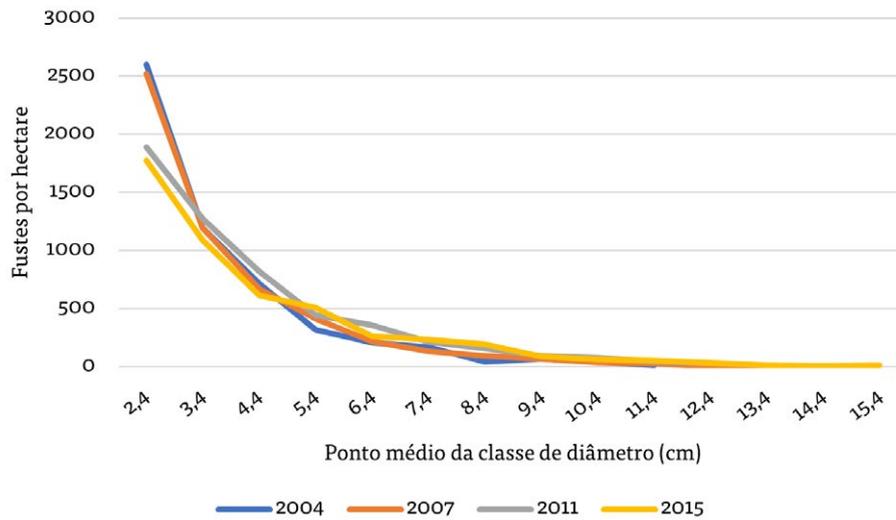
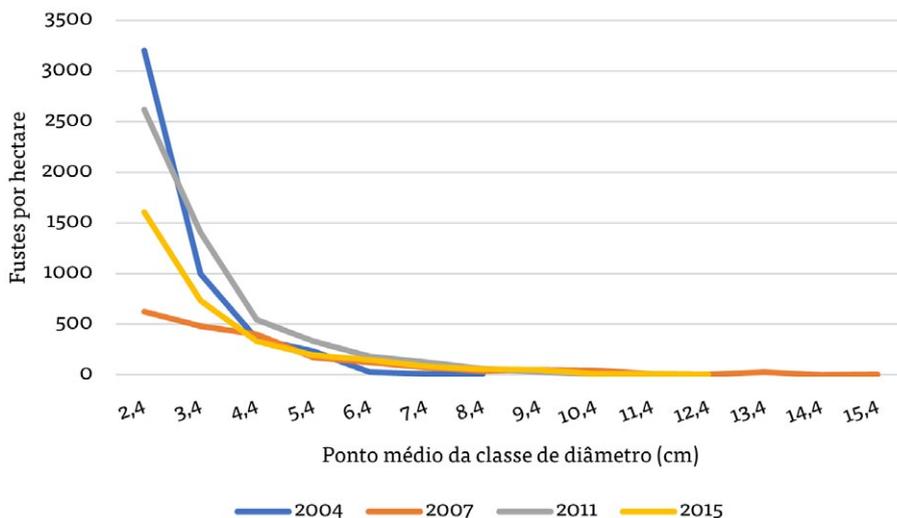


Figura 23. Distribuição diamétrica do número de fustes por hectare no tratamento CS – ESEC, Serra Negra do Norte.



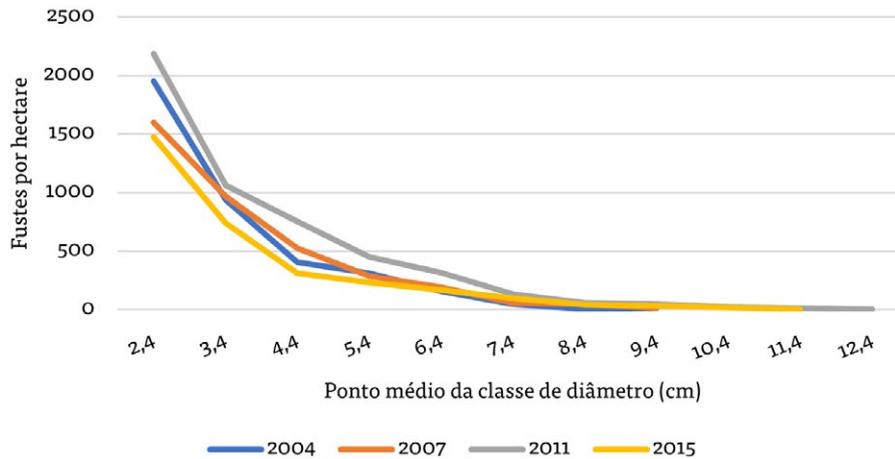
No tratamento CR da Fazenda Pedro Cândido, também houve ingresso de fustes nas classes superiores de diâmetro e, em 2007, a distribuição atingiu diâmetros na classe 14,9cm a 15,9cm, tendo uma brusca queda em 2011 e 2015, em que não foram mais registrados fustes nestas dimensões (Figura 24). Possivelmente houve alguma interferência na área, seja ela antrópica ou não, no entanto, não é possível identificar a causa.

Figura 24. Distribuição diamétrica do número de fustes por hectare no tratamento CR – FPC, Serra Negra do Norte.



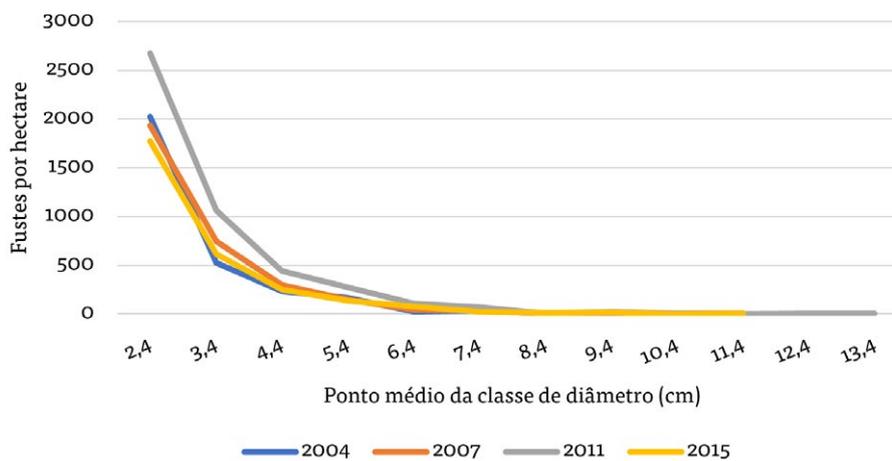
Na FPC, o tratamento CRD teve comportamento similar ao da ESEC, porém houve perda de indivíduos nas maiores classes de diâmetro de 2011 para 2015, e este tratamento não atingiu classes de diâmetro que superassem a classe de 11,9cm a 12,9cm (Figura 25).

Figura 25. Distribuição diamétrica do número de fustes por hectare no tratamento CRD – FPC, Serra Negra do Norte.



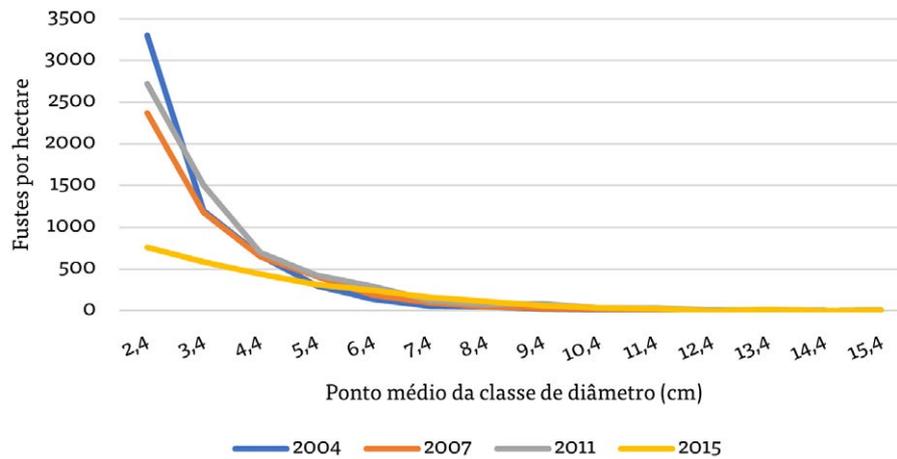
Em 2011 o CRQ, apresentou fustes nas classes de 12,9cm a 13,9cm; no entanto, houve mortalidade, sendo que não foram mais mensurados em 2015 (Figura 26). Assim, como tem sido observado em todos os tratamentos nas duas áreas, essa queda do número de fustes e diâmetros maiores, pode estar associada aos períodos de seca na região.

Figura 26. Distribuição diamétrica do número de fustes no tratamento CRQ – FPC, Serra Negra do Norte.



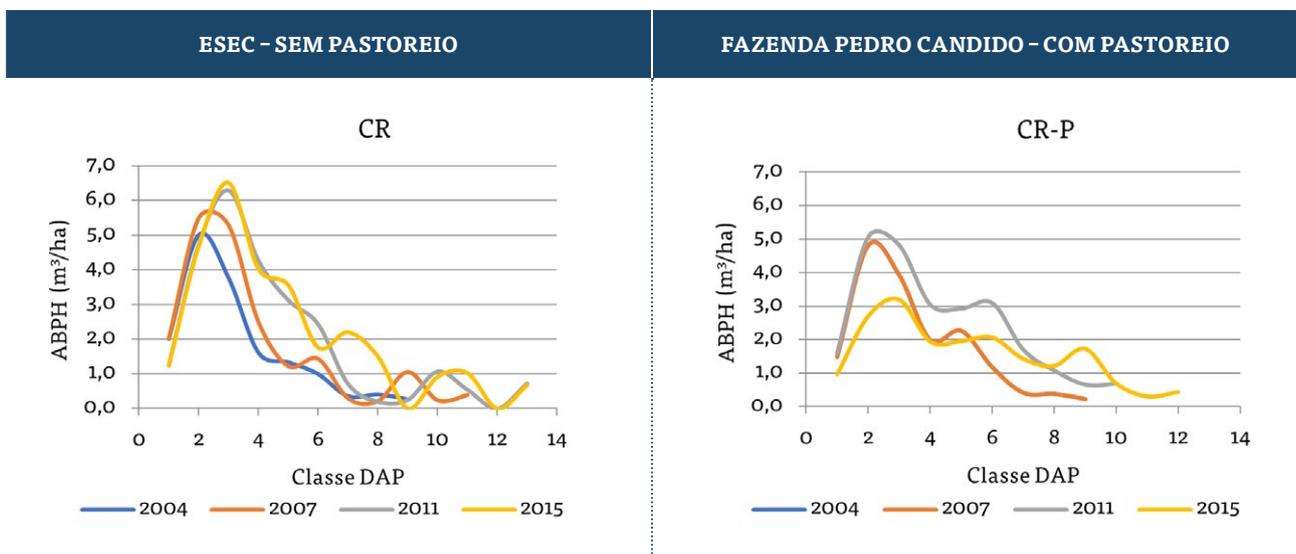
O CS apresenta também queda dos indivíduos nas classes inferiores e atingiu as maiores classes diamétricas, possivelmente porque alguns fustes maiores foram mantidos nas parcelas, quando da implantação do tratamento (Figura 27).

Figura 27. Distribuição diamétrica do número de fustes no tratamento CS - FPC, Serra Negra do Norte.



A Figura 28 apresenta a distribuição da ABPH por classe diamétrica por tratamento ao longo do tempo. Observa-se a concentração do volume nas classes de 2cm a 4cm de DAP até os 18 anos de idade. A partir daí e até os 26 anos, observa-se um ingresso gradativo nas classes diamétricas maiores, com o volume concentrado nas de 2cm a 10cm de DAP. Como era de se esperar, a distribuição do volume no CS está ligeiramente deslocada para as classes maiores, atingindo diâmetros de até 15cm.

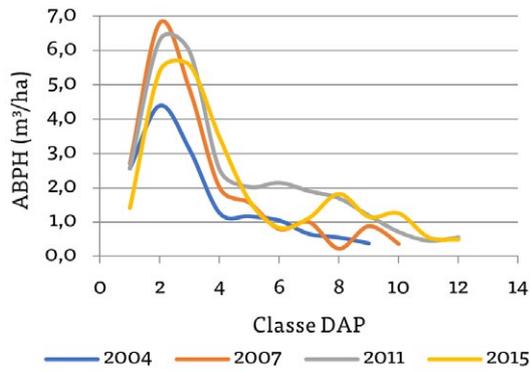
Figura 28. Distribuição de ABPH por classes diamétricas em medições sucessivas da ESEC e FPC.



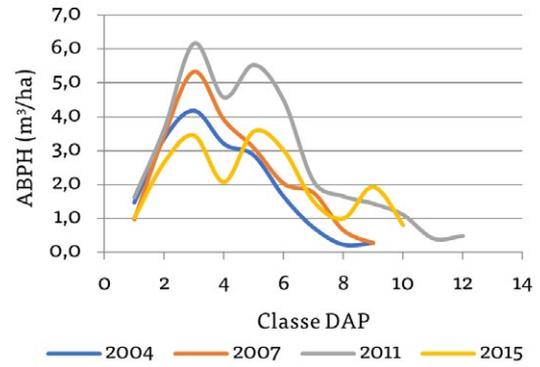
ESEC - SEM PASTOREIO

FAZENDA PEDRO CANDIDO - COM PASTOREIO

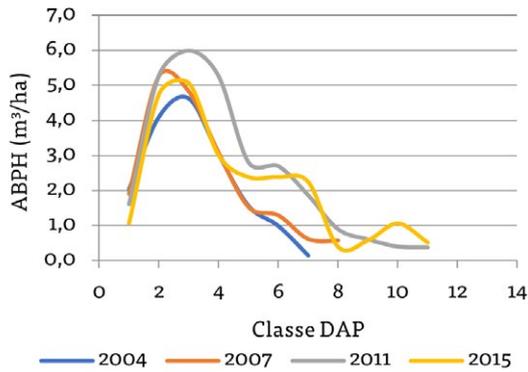
CRD



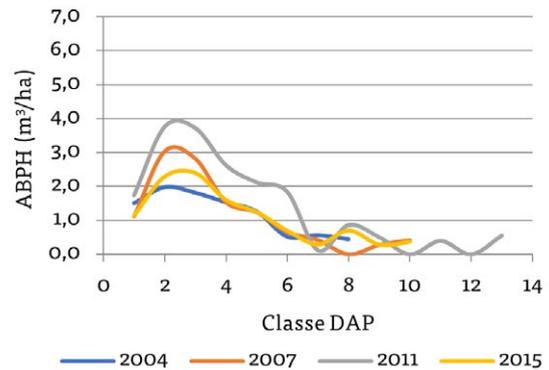
CRD-P



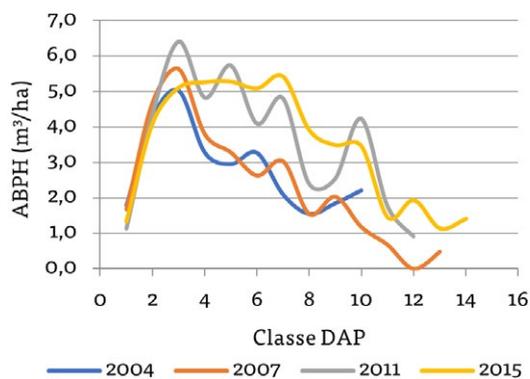
CRQ



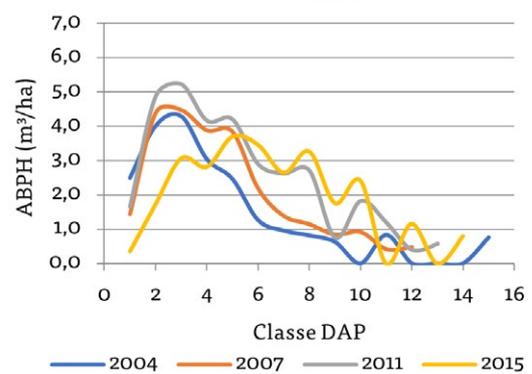
CRQ-P



CS



CS-P





4. RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DE PESQUISA

(a) Como variam a riqueza e diversidade do estrato arbóreo e da regeneração no tempo nas áreas manejadas e não manejadas? É possível comparar tratamentos e testemunhas?

Observou-se uma redução da riqueza e da diversidade arbórea em todos os tratamentos e nas duas subunidades da UE. Os valores do Índice de Shannon reduziram ao longo do tempo em todos os tratamentos, contrário ao esperado. A riqueza não foi analisada. Resultados da regeneração não foram avaliados. Não há parcelas testemunhas para comparar a diversidade com e sem tratamentos.

(b) Como variam as taxas de crescimento em função do tempo, do estoque original e de outros fatores? Quais são as taxas de crescimento, recrutamento e mortalidade?

Os valores de IMA sem pastoreio são maiores do que com pastoreio, independentemente do tratamento. Sem pastoreio, a média de IMA no CS é significativamente maior que nos outros três tratamentos. Com pastoreio, as médias de IMA são todas diferentes.

O IPA, de forma geral, aumentou no período de 18 a 22 anos de idade, para depois decrescer, até predominar valores negativos, mas não ultrapassou os $3\text{m}^3/\text{ha}/\text{a}$ em nenhum período. Os valores negativos no período de 22 a 26 anos pode ter ocorrido seja pelo impacto da seca excepcional de 2012 – 2015 ou pela idade avançada da vegetação.

O IMA e IPA encontrados são compatíveis com os calculados em função da PMA. (PAREYN *et al.*, 2022)

(c) É possível recuperar o estoque inicial dentro do ciclo de corte estipulado?

A recuperação do estoque inicial é altamente dependente do micro-sítio e pode ser igual, menor ou maior dentro de 22 a 26 anos.

(d) Como muda a distribuição da biomassa por classes de diâmetro ao longo do tempo?

Mais de 80% da biomassa lenhosa está nas classes de diâmetro de 2cm até 10cm de DAP. Apenas o CS atinge diâmetros de até 15cm até os 26 anos de idade.

(e) É possível recuperar a distribuição diamétrica original dentro do ciclo de corte?

Não foi possível recuperar a distribuição diamétrica original até 26 anos após o corte.

(f) Qual a duração do ciclo que maximiza as taxas de crescimento e de acumulação de biomassa?

O período com máxima taxa de crescimento e maior velocidade de acumulação de biomassa, vai de 15 a 22 anos. Depois ocorrem redução do crescimento e/ou perdas de biomassa acumulada.

.....

(g) Qual é o ciclo de corte ideal?

O ciclo ideal para maximizar a acumulação de biomassa é de 22 a 30 anos, independentemente dos tratamentos, mas altamente dependente dos micro-sítios. Contudo, com essa idade obtém-se somente uma fração menor do volume em pé como estacas no tratamento CS.

.....



5. RECOMENDAÇÕES PARA A PRÁTICA DO MFS

- > O CS se apresenta como um tratamento vantajoso pela maior taxa de crescimento e distribuição em classes diamétricas maiores. Contudo, apresenta maior dificuldade prática de implementação em campo.
- > As taxas de crescimento e o ciclo de corte esperado podem ser calculados com segurança adotando-se as estimativas de Pareyn *et al.* (2022).
- > O pastoreio reduz a recuperação da vegetação manejada, as taxas de crescimento, e o estoque final explorável.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. 2013.
- ARAÚJO, L. V. C. **Composição florística, fitossociologia e influência dos solos na estrutura da vegetação em uma área de caatinga no semiárido paraibano**. 2007. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba (CCA), Areia, PB, 2007. <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/8109/2/arquivototal.pdf>
- COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO DA REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA. **Rede de manejo florestal da Caatinga: protocolo de medições de parcelas permanentes**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. p. 21.
- DANTAS, J. G.; HOLANDA, A. C.; SOUTO, L. S.; JAPIASSU, ANDRÉ.; HOLANDA, E. M. Estrutura do componente Arbustivo/Arbóreo de uma área de Caatinga situada no Município De Pombal-PB. **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.1, p. 134-142, 2010. <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/253/253>.
- GUEDES, R. S.; ZANELLA, F. C. V.; COSTA JUNIOR, J. E. V.; SANTANA, G. M.; SILVA, J. A. Caracterização florístico-fitossociológica do componente lenhoso de um trecho de caatinga no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 99-108, 2012. <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2231>.
- PAREYN, F.G.C., RIEGELHAUPT, E.M., MARQUES, M.W.C.F., CRUZ FILHO, J.L.V., PEREIRA, W.E., ARAÚJO, E.L. A contribuição do manejo florestal da caatinga para a segurança energética: um estudo da produtividade de biomassa aérea. In: ARAÚJO, E.L., PAREYN, F.G.C. (Orgs.). **Manejo florestal sustentável da caatinga: contribuição para segurança energética, alimentar e hídrica**. Recife, APNE. 2022. p. 167-212.
- PESSOA, M. F.; GUERRA, A. M. N. M.; MARACAJÁ, P. B.; LIRA, J. F. B.; DINIZ FILHO, E. T. Estudo da cobertura vegetal em ambientes da Caatinga com diferentes formas de manejo no Assentamento Moacir Lucena, Apodi - RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.3, p. 40-48, 2008. <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/787/399>
- SALES, F. C. V.; ALVES, J. B.; SOUZA, M. P.; JUSTINO, S. T. P.; RAMOS, G. G. Vegetational characterization of the Natural Monument Vale dos Dinossauros in Sousa Paraíba, Brazil. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 17, p. e39101724134, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i17.24134.
- SANTANA, J. A. S. **Estrutura fitossociológica, produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte**. 2005. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba (CCA), Areia, PB, 2005. <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/8190/2/arquivototal.pdf>



A DINAMICA DA
VEGETAÇÃO DE CAATINGA
NA UNIDADE EXPERIMENTAL
DO ASSENTAMENTO
VENÂNCIO ZACHARIAS
MACAU/RN

Ana Luiza da Silva Lopes-Nunes |
Alan Cauê de Holanda | Allyson Rocha Alves



1. INTRODUÇÃO

O manejo florestal da Caatinga é frequentemente confundido com o desmatamento e sua sustentabilidade é questionada, provavelmente porque os tipos de corte aplicados são bastante intensivos, ao contrário dos empregados em florestas tropicais úmidas. Entretanto, duas considerações devem ser feitas ao analisar os impactos do manejo sobre a Caatinga: (1) cada tipo de vegetação tem características estruturais e fisiológicas peculiares; e (2) uma técnica que é vantajosa em determinado tipo florestal, pode não apresentar resultados satisfatórios em outra floresta (RIEGELHAUPT *et al.*, 2010).

No contexto florestal potiguar, o baixo número de PMFS, gera uma oferta sustentável de lenha que não supre a demanda atual (LOPES-NUNES *et al.*, 2022). No Rio Grande do Norte (RN), a normativa oficial adota um ciclo de corte mínimo de 15 anos, não considerando as estimativas de crescimento associadas à precipitação média anual do sítio, apesar das informações e inferências sobre recuperação do estoque volumétrico em áreas sob manejo sustentável, que vêm sendo obtidas e difundidas nos últimos dez anos (PAREYN *et al.*, 2015, 2020 e 2022).

Para contribuir nesse esforço de pesquisa experimental aplicada ao manejo florestal sob a ótica econômica, social e ambiental, um monitoramento tem sido realizado, durante 26 anos, na Unidade Experimental (UE) Assentamento Venâncio Zacarias, em Macau/RN.

Motivos que levaram a estabelecer esta UE

A Unidade Experimental foi instalada em 1995 em um plano de manejo comercial da então Fazenda Bela Vista, no município de Macau/RN. Sua implantação objetivou avaliar a dinâmica de crescimento florestal após a aplicação de diferentes tipos de corte e analisar seus impactos na estrutura e composição florística. Posteriormente, a Fazenda foi transformada em Projeto de Assentamento com paralização do Plano de Manejo. Contudo, a unidade experimental foi mantida permanentemente com medições das parcelas permanentes a cada três anos.

Perguntas de pesquisa que a Unidade Experimental pode responder

Esta UE pode responder às seguintes perguntas:

- (a) Como variam, nos diferentes tratamentos, a riqueza e diversidade do estrato arbóreo no tempo?

.....

- (b) Como variam as taxas de crescimento em função do tempo, do estoque original e de outros fatores?
.....
- (c) Quais são as taxas de crescimento, recrutamento e mortalidade?
.....
- (d) É possível recuperar o estoque inicial dentro do ciclo de corte estipulado?
.....
- (e) Como muda a distribuição da biomassa por classes de diâmetro ao longo do tempo?
.....
- (f) É possível recuperar a distribuição diamétrica original?
.....
- (g) Qual a duração do ciclo que maximiza as taxas de crescimento e de acumulação de biomassa?
.....
- (h) Qual é o ciclo de corte ideal?
.....

Hipóteses testadas

A hipótese testada é a nula, i.e., H_0 = as intensidades e formas de corte aplicadas não geram diferenças significativas na regeneração e no crescimento das árvores da caatinga manejada.

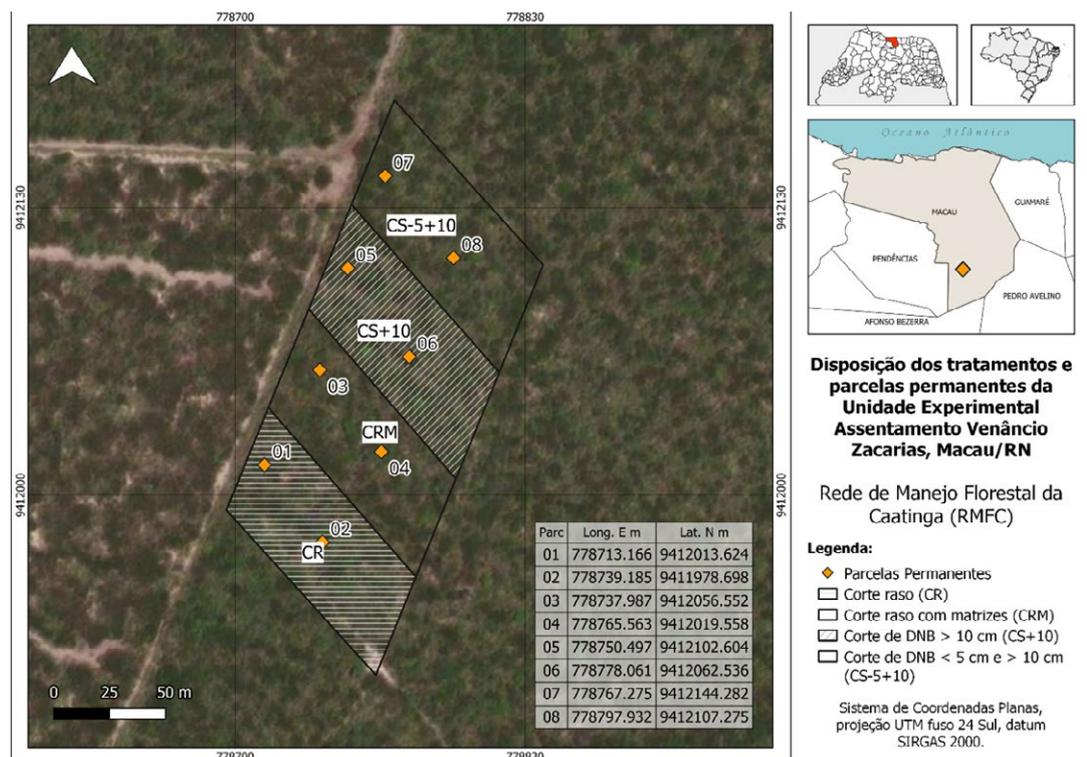


2. METODOLOGIA

2.1. Caracterização da área

A UE, situada sob as coordenadas 05°18'51,71" S e 36°29'07,62" O, está localizada no Projeto de Assentamento Venâncio Zacarias, no município de Macau, Rio Grande do Norte. A área consistia em uma grande propriedade rural, conhecida como Fazenda Bela Vista, que foi desapropriada para fins de reforma agrária e convertida em Projeto de Assentamento (Figura 1).

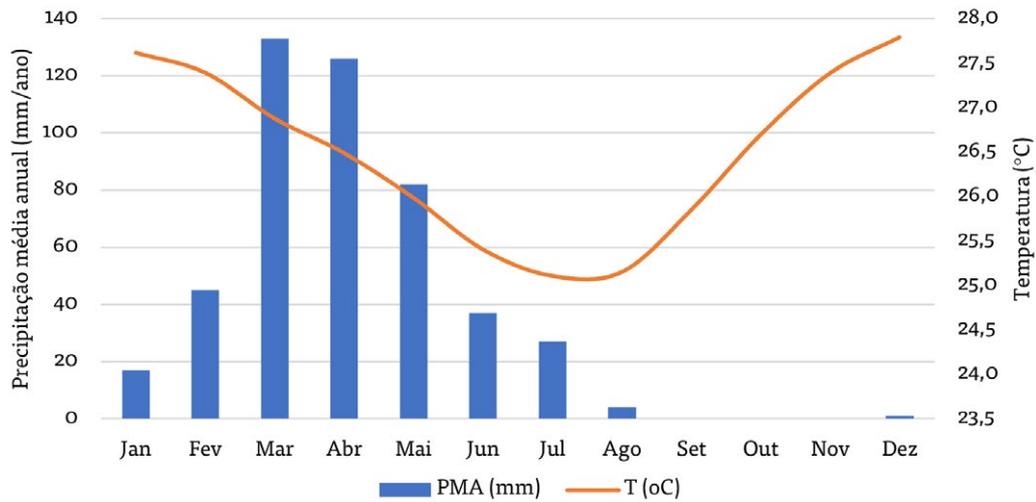
Figura 1. Mapa de localização e arranjo da Unidade Experimental Assentamento Venâncio Zacarias, em Macau/RN.



O município de Macau está situado na mesorregião Central Potiguar e na microrregião Macau, tendo em seus limites os municípios de Guamaré, Pedro Avelino, Afonso Bezerra, Alto do Rodrigues, Pendências, Caraúbas e Porto do Mangue, abrangendo uma área total de 747 km².

O clima local é do tipo BSh, semiárido quente, segundo classificação de Köppen (DUBREUIL *et al.*, 2018). A média histórica de precipitação no município é de 471,0mm, com período chuvoso de março a maio e temperatura média anual de 27°C, variando de 23°C a 32°C (Figura 2) (EMPARN, 2022; INMET, 2018).

Figura 2. Climograma do município de Macau/RN (ALVARES *et al.*, 2013).



O solo na área do experimento é classificado como Latossolo Amarelo típico, distrófico, de textura média com profundidade maior que um metro, ausência de pedregosidade e relevo plano.

2.2. Desenho do experimento e coleta dos dados

A UE, instalada em 1995, consiste em quatro blocos de 0,5 ha (100m x 50m) onde foram aplicados os seguintes tratamentos:

- > **CR:** corte raso, ou seja, remoção de todas as árvores;
- > **CRM:** corte raso com matrizes – preservando as árvores com diâmetro na base (DNB) maior do que 15cm;
- > **CS+10:** corte seletivo de árvores com DNB acima de 10cm; e
- > **CS₋₅₊₁₀:** corte seletivo de árvores com DNB menor do que 5cm e maior do que 10cm.

Na área de cada tratamento (Figura 1) foram instaladas duas parcelas fixas de 20m x 20m para medir diâmetro na base (DNB); diâmetro a altura do peito (DAP), altura total (HT), classe de vitalidade, qualidade do fuste e posição da copa.

As parcelas fixas foram convertidas em parcelas permanentes no ano de 2004, tendo sido realizadas cinco medições nos anos de 2004, 2007, 2011, 2015 e 2021, correspondendo a 9, 12, 16, 20 e 26 anos de regeneração.

Cada levantamento seguiu o protocolo de medições proposto pelo Comitê (2005), que define como critério de inclusão os fustes com circunferência a altura do peito (CAP) maior do que 6,0cm.

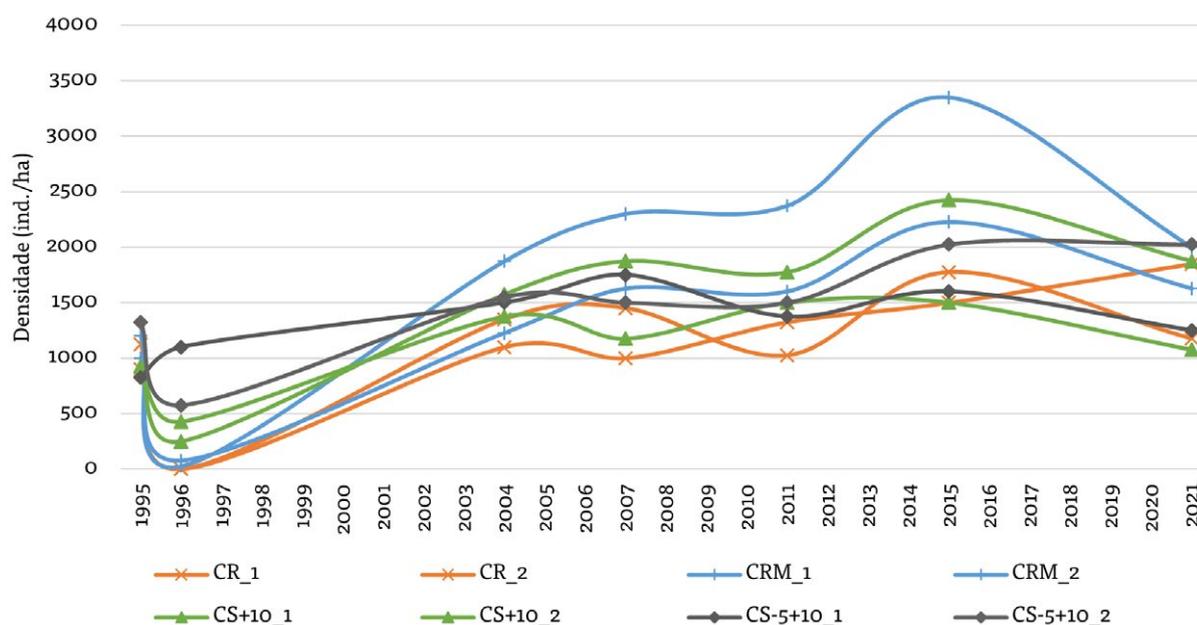
Para cada parcela foram estimados os valores de diversidade pelo índice de Shannon (H') e a equabilidade de Pielou (J), e calculados os dados volumétricos, assumindo-se um fator de forma de 0,9 (ZAKIA *et al.*, 1992) para converter volume cilíndrico (ABPH) em volume real; e fator de empilhamento de 3,32 (PAREYN *et al.*, 2015) para converter volume real (m³) em volume aparente (mst).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Estoque lenhoso

A densidade de fustes (N) demonstrou uma rápida recuperação em todos os tratamentos, superando os valores iniciais aos 9 anos pós-corte e atingindo valores máximos aos 19 anos (Figura 3). Já com 26 anos (em 2021), os valores de N são decrescentes ou estáveis, similares nos 4 tratamentos, e até duas vezes maiores que no ano 1995 (pré-corte). Não é possível estimar o erro padrão desta variável, por ter somente duas repetições em cada tratamento.

Figura 3. Densidade (fustes / hectare) de 1995 a 2021, por parcela, nos tratamentos da Unidade Experimental Assentamento Venâncio Zacarias, em Macau/RN.



A dinâmica de N foi bastante similar em todas as parcelas. A maior parte apresentou um máximo em 2015, seguido de queda na medição subsequente, porém, mantendo densidade superior ao ano pré-corte (1995). Apesar da grande variação de intensidade de corte nos tratamentos, em 2004 os valores de N igualam ou superam os encontrados no pré-corte. A distinção entre os tratamentos, a médio e longo prazo, foi pouco perceptível.

A dinâmica de ABPH apresentou diferenças importantes entre parcelas e entre tratamentos (Figura 4 e Tabela 1):

- > A aplicação do CS₅₊₁₀ resultou em baixa intensidade de extração, com efeitos iniciais diferentes nas duas parcelas; porém, observa-se recuperação de mais de 100% do estoque pré-corte, a partir de 2004, mantendo valores estáveis até 2021;
- > O CS₊₁₀, com alta intensidade de extração, apresentou recuperação importante, superando o estoque inicial em uma das duas parcelas em 2021;
- > No CRM, com intensidade média/alta de extração, uma parcela teve queda inicial de estoque similar ao CR (91%), enquanto a outra perdeu pouco mais da metade de seu volume. A primeira não recuperou o nível pré-corte até os 26 anos, e a segunda apresentou valores próximos ao estoque inicial em 2004. A morte das matrizes causou a redução da ABPH a partir de 2011;
- > As parcelas do CR apresentaram a maior queda inicial do volume, e tiveram uma recuperação contínua ao longo dos 26 anos (com períodos de maior e menor crescimento), porém, o CR não atingiu o nível pré-corte em 2021.

Figura 4. Dinâmica da ABPH, de 1995 a 2021, por parcela, nos tratamentos da Unidade Experimental Assentamento Venâncio Zacarias, em Macau/RN.

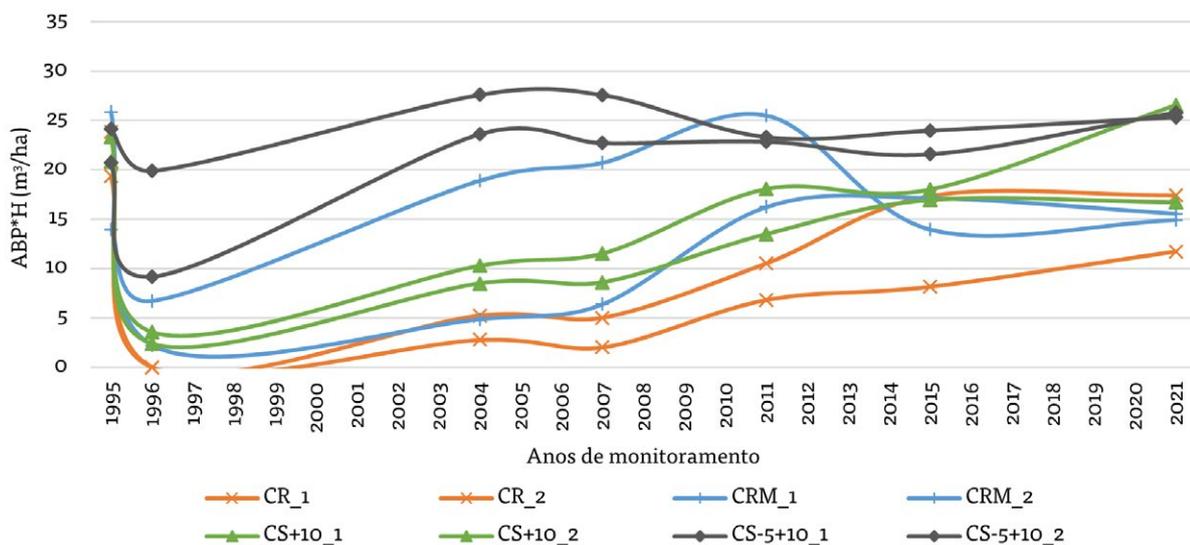


Tabela 1. Dinâmica de ABPH de 1995 a 2021, por parcelas e tratamentos da Unidade Experimental Assentamento Venâncio Zacarias, em Macau/RN.

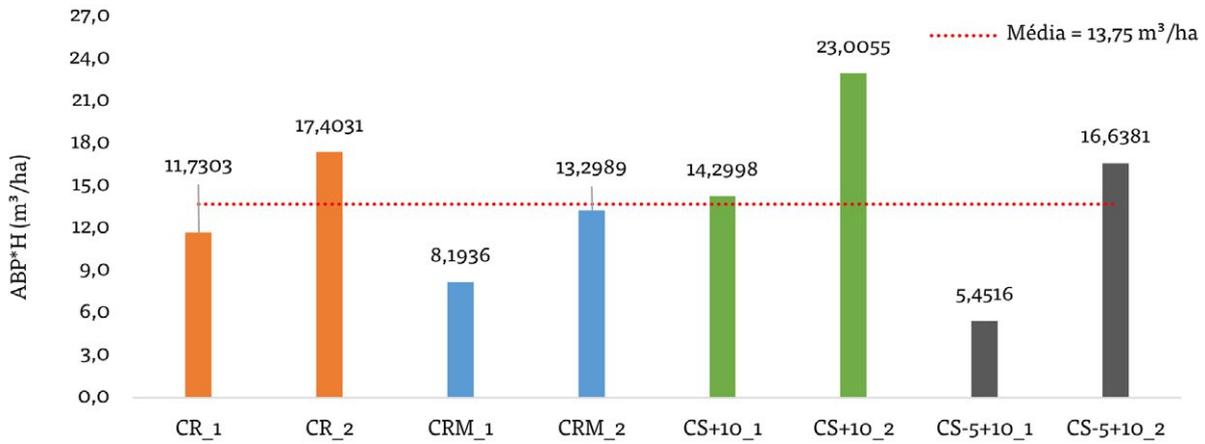
ABPH	1995	1996	2004	2007	2011	2015	2021
CR_1	19,355	0,000	2,778	2,021	6,820	8,162	11,730
CR_2	23,848	0,000	5,221	5,002	10,516	17,346	17,403
CRM_1	13,955	6,690	18,885	20,700	25,484	13,929	14,884
CRM_2	25,830	2,245	4,861	6,380	16,214	17,114	15,544
CS+10_1	20,823	2,388	28,918	12,293	27,068	20,663	34,627
CS+10_2	23,318	3,575	10,297	11,537	18,078	18,024	26,580
CS-5+10_1	24,160	19,888	27,591	27,575	23,310	23,973	25,339
CS-5+10_2	20,738	9,175	23,617	22,704	22,869	21,581	25,813
Média	21,503	5,495	15,271	13,527	18,795	17,599	21,490
DP	3,727	6,616	10,763	9,217	7,263	4,912	7,773
EP	1,318	2,339	3,805	3,259	2,568	1,737	2,748

DP = Desvio Padrão; EP = Erro Padrão

O CRM resultou em diferentes intensidades de corte com desenvolvimento também distinto em cada parcela. Uma, que manteve 48% do estoque inicial, mostrou recuperação rápida, igualando seu volume inicial em 2011. A outra, com volume remanescente de apenas 9%, não atingiu o nível original durante o monitoramento.

Nas parcelas de CS-5+10, os estoques foram recuperados a partir de 2004 (9 anos), mesmo com impactos iniciais diferentes e estoques remanescentes de 82 e 44%. As diversas intensidades de corte provocaram respostas distintas de crescimento: a parcela com maior remanescente teve um ganho (calculado como estoque final em 2021, menos o estoque remanescente em 1996) de 5,45 m³/ha (23%) e a segunda parcela atingiu um crescimento efetivo de 16,64 m³/ha, equivalente a 80% (Figura 5).

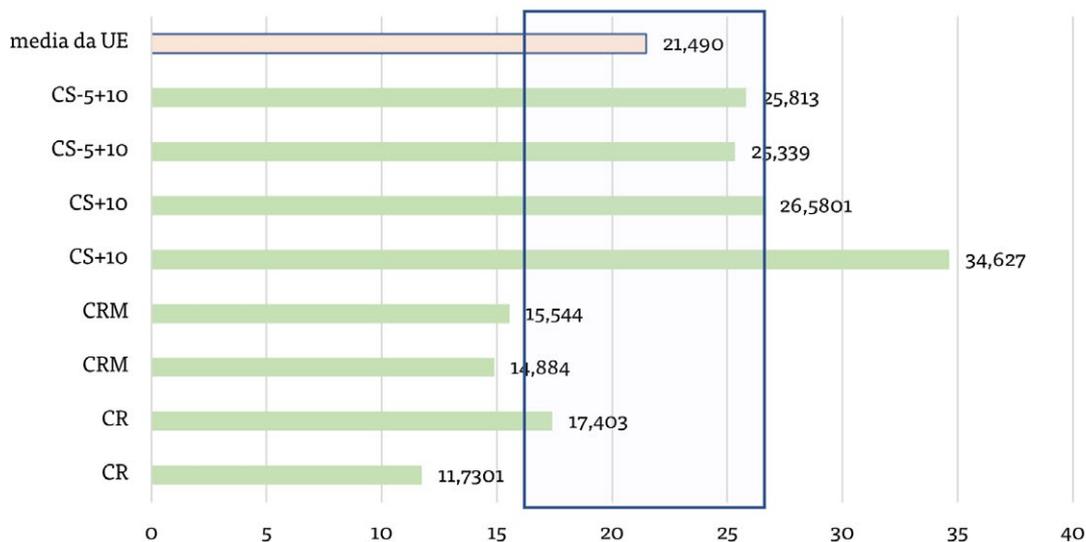
Figura 5. Crescimento efetivo de ABPH (m³/ha) por parcela em 2021, nos tratamentos da Unidade Experimental Assentamento Venâncio Zacarias, em Macau/RN.



Não existe um padrão definido de resposta aos tratamentos, considerando que ao menos uma parcela de cada tratamento, em 2021, teve crescimento efetivo igual ou maior à média da UE.

A média de ABPH da Unidade Experimental em 2021 (21,5 m³/ha) foi igual àquela antes da aplicação dos tratamentos, em 1995 (Tabela 1). Vale notar que as diferenças entre o valor da média geral e os valores das parcelas não são significativas em um nível de confiança de 90% (Figura 6), onde o intervalo de confiança está compreendido entre 16,3m³/ha e 26,7m³/ha.

Figura 6. ABPH nas parcelas da UE Venâncio Zacarias em 2021. O retângulo indica o intervalo de confiança ($p = 0,10$) da média das oito parcelas (+/- 5,2 m³/ha).



3.2. Dinâmica do Incremento Médio Anual (IMA)

O maior incremento médio geral foi registrado em 2004, com 1,697m³/ha/ano (Tabela 2). Nos anos subsequentes, houve redução gradativa na média do IMA, indicando uma fase inicial curta de alta produtividade, seguida de dois períodos com IMA menor, e ainda mais dois com valores inferiores.

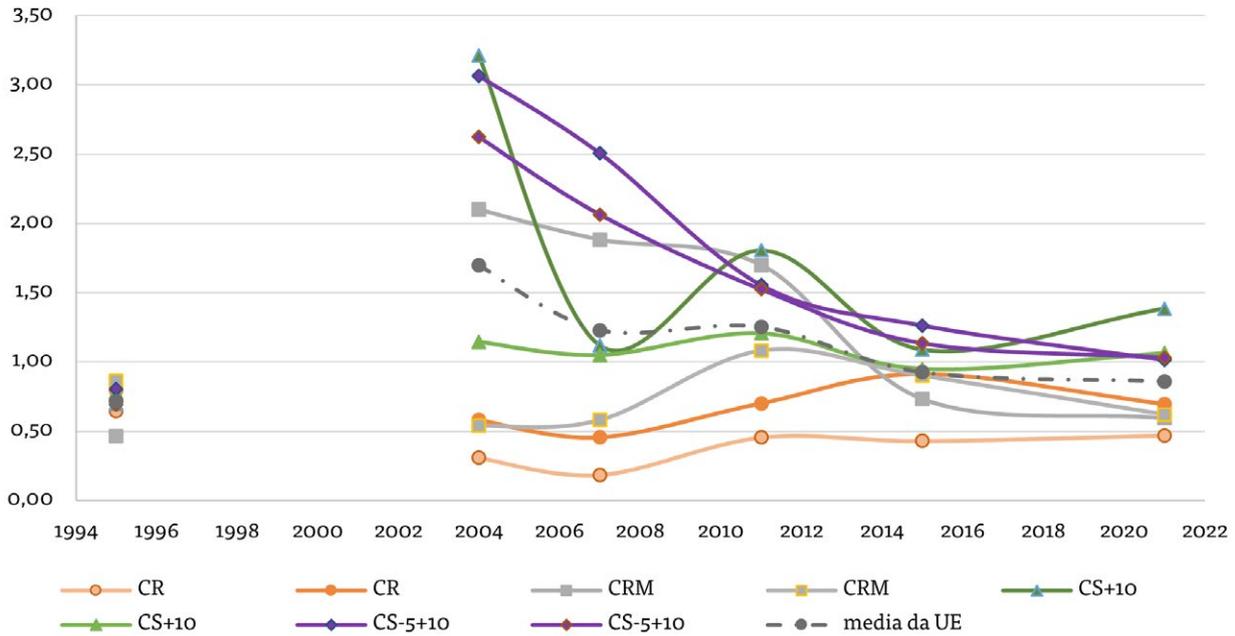
Entre os tratamentos, o CS-5+10 apresentou ambas as parcelas com valores de IMA mais altos durante todo o monitoramento.

Tabela 2. Valores de IMA em cada ano de medição (m³/ha/a) por parcela da UE Venâncio Zacarias.

PARCELAS	1995	2004	2007	2011	2015	2021
CR_1	0,6452	0,3087	0,1837	0,4547	0,4296	0,4692
CR_2	0,7949	0,5801	0,4547	0,7011	0,9129	0,6961
CRM_1	0,4652	2,0983	1,8818	1,6989	0,7331	0,5954
CRM_2	0,8610	0,5401	0,5800	1,0809	0,9007	0,6218
CS+10_1	0,6941	3,2131	1,1175	1,8045	1,0875	1,3851
CS+10_2	0,7773	1,1441	1,0488	1,2052	0,9486	1,0632
CS-5+10_1	0,8053	3,0657	2,5068	1,5540	1,2617	1,0136
CS-5+10_2	0,6913	2,6241	2,0640	1,5246	1,1358	1,0325
Média da UE	0,717	1,697	1,230	1,253	0,926	0,860
DP	0,124	1,196	0,838	0,484	0,259	0,311
EP	0,044	0,423	0,296	0,171	0,091	0,110
IC 90%	0,1	0,8	0,6	0,3	0,2	0,2

No último ano de medição, os tratamentos de corte seletivo apresentaram valores de IMA acima da média geral da UE (Figura 7). Por outro lado, as parcelas do CR e uma parcela do CRM mantiveram incrementos inferiores durante o monitoramento.

Figura 7. IMA observado nas parcelas da UE Venâncio Zacarias entre 2004 e 2021 (m³/ha/a).



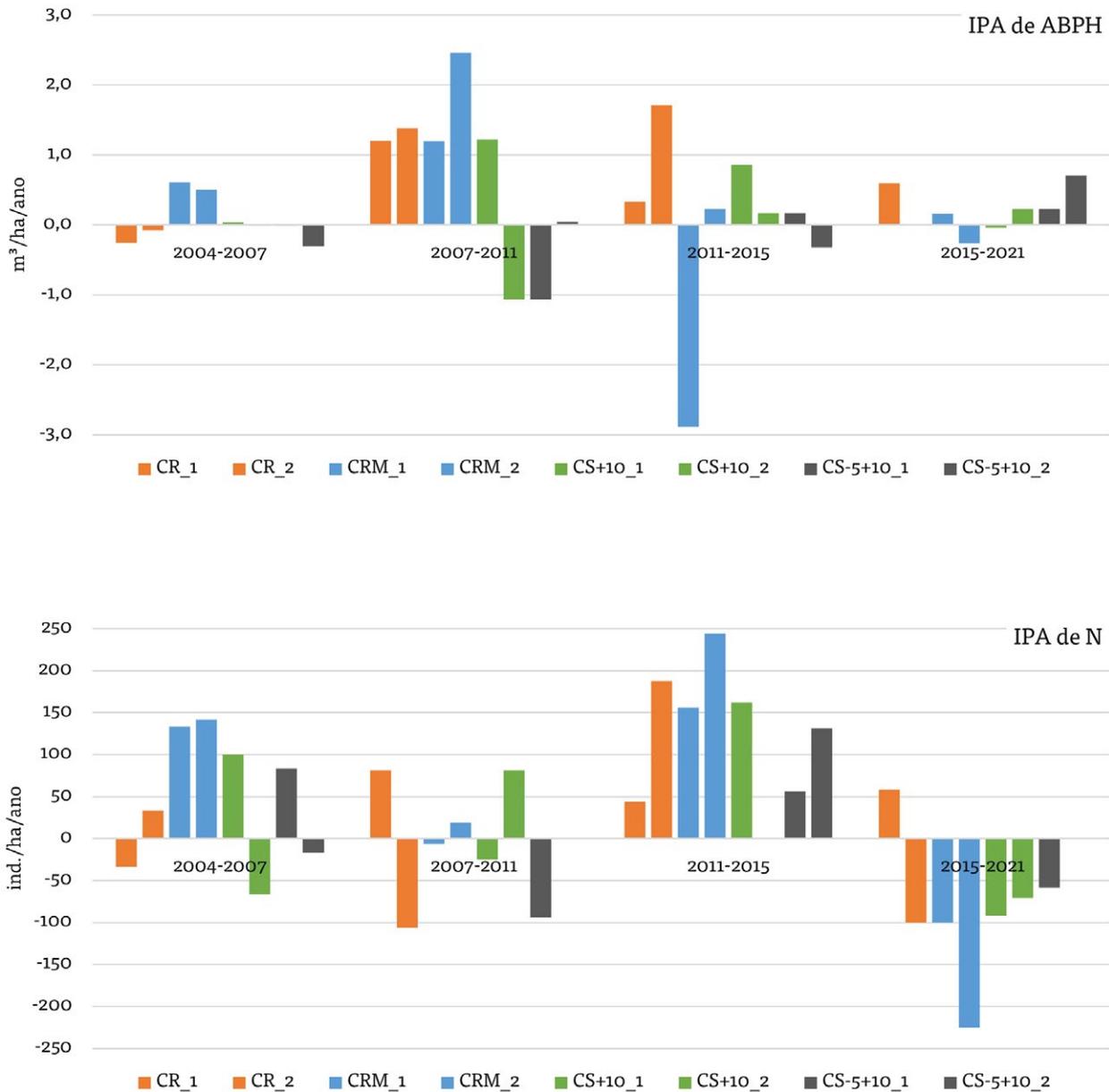
Pode-se observar que a tendência geral do IMA médio nesta unidade experimental é decrescente, sugerindo que o IMA máximo se deu antes de, ou na idade de 8 anos. Desse modo, é possível elencar três patamares de IMA: 1,7m³/ha/a até os 8 anos; 1,2m³/ha/a entre ano 10 e 16; e 0,9m³/ha/a entre os anos 18 e 26.

3.3. Incremento Periódico Anual (IPA)

Os valores do IPA da ABPH nos quatro períodos de medição desde 2004 até 2021 foram muito diferentes (Figura 9). Destaca-se o período 2007-2011, com valores altos e positivos em seis das oito parcelas. Nos restantes períodos os valores de IPA são pequenos, incluindo positivos e negativos nos mesmos tratamentos.

O IPA da N (Figura 9) teve uma dinâmica peculiar, com valores em geral positivos em 2004-2007; bastante heterogêneos em 2007-2011; elevados e positivos em 2011-2015; e muito negativos em 2015-2021. No último período de medição a queda do N foi acentuada em todas as parcelas, com exceção de uma parcela no CR.

Figura 8. Incrementos periódicos anuais de ABPH e de N, por parcela, nos tratamentos da Unidade Experimental Assentamento Venâncio Zacarias, em Macau/RN, entre 1996 e 2021.



Os valores negativos de IPA do N são devidos à mortalidade, e podem estar associados a diferentes fatores como escassez hídrica, competição de fustes múltiplos, e/ou morte das matrizes. Outro fator relevante é o pastoreio (durante o último levantamento foram encontrados indícios da presença de animais bovinos na área). Conforme constatado por Holanda *et al.* (2015) em duas áreas de Caatinga no município de Cajazeirinhas/PB, as atividades pastoris interferem na estrutura e diversidade da floresta.

Analisando as parcelas individualmente, não se encontram padrões consistentes de variação do IPA. Em períodos consecutivos se alternam valores altos e baixos, positivos e negativos, na mesma parcela. As causas mais prováveis destas variações são erros de medição e mortalidade aleatória.

3.4. Riqueza e Diversidade

No último levantamento, foram reconhecidas 11 espécies lenhosas nas parcelas permanentes da unidade experimental (Tabela 3).

Tabela 3. Lista das espécies lenhosas reconhecidas na Unidade Experimental Venâncio Zacarias, em Macau/RN, no ano de 2021.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	CR	CRM	CS ₊₁₀	CS ₋₅₊₁₀
Burseraceae	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	Imburana	x	x	x	x
Euphorbiaceae	<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Marmeleiro	x	x	x	x
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.	Marmeleiro-branco				x
Euphorbiaceae	<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Pinhão-bravo		x	x	x
Euphorbiaceae	<i>Manihot carthagenensis</i> (Jacq.) Müll.Arg.	Maniçoba	x	x	x	x
Fabaceae	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Mororó				x
Fabaceae	<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis	Catingueira	x	x	x	x
Fabaceae	<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.	Jurema-embira		x	x	x
Fabaceae	<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W.Jobson	Catanduva	x	x	x	x
Fabaceae	<i>Piptadenia retusa</i> P.G.Ribeiro, Seigler & Ebinger	Jurema-branca	x	x		x
Nyctaginaceae	<i>Guapira darwinii</i> (Hemsl.) E.C.O.Chagas & Costa-Lima	João-mole	x	x		

No CRM, após aplicação do manejo, as árvores remanescentes eram de Catanduva e ocupavam as maiores classes de DAP. Após 9 anos, houve reingresso de 3 espécies e recrutamento de 2 espécies novas (Tabela 4). Junto ao CS₋₅₊₁₀, o CRM obteve aos 26 anos uma riqueza de 9 espécies arbóreo-arbustivas.

Tabela 4. Dinâmica florística e estrutural entre 1995 e 2021, nos tratamentos da Unidade Experimental Assentamento Venâncio Zacarias, em Macau/RN.

ESPÉCIES	CR			CRM			CS+10			CS-5+10			
	N (fustes)	ABP (m ² /ha)	%	N (fustes)	ABP (m ² /ha)	%	N (fustes)	ABP (m ² /ha)	%	N (fustes)	ABP (m ² /ha)	%	
1995	Catingueira	8	0,1806	4,10	15	0,4958	13,10	14	0,4143	10,01	2	0,0560	1,27
	Catanduva	60	3,7385	84,75	37	2,6213	69,28	38	3,5137	84,89	72	3,6933	83,62
	Marmeleiro	18	0,1404	3,18	38	0,2935	7,76	26	0,2111	5,10	13	0,0658	1,49
	Jurema-branca	1	0,0157	0,36	2	0,1276	3,37						
	Imburana	1	0,3181	7,21									
	Mororó	2	0,0177	0,40									
	Marmeleiro-branco				10	0,2454	6,49						
	Embiratanha										1	0,6018	13,63
	Total							6	0,0903	13,26	7	0,0736	2,57
	Média das parcelas				4	0,7717	100,00	20	0,5910	86,74	59	2,7715	96,58
1996	Catingueira						6	0,0903	13,26	7	0,0736	2,57	
	Catanduva				4	0,7717	100,00	20	0,5910	86,74	59	2,7715	96,58
	Morta NI									1	0,0245	0,86	
	Total				4	0,7717	100,00	26	0,6813	100,00	67	2,8697	100,00
	Média das parcelas				2	0,3858	-	13	0,3407	-	34	1,4348	-
2004	Catingueira	8	0,0396	2,76	19	0,1202	4,87	29	0,2750	12,09	14	0,2704	6,12
	Catanduva	170	1,1450	79,70	66	1,6217	65,67	110	1,7228	75,71	65	3,6906	83,55
	Marmeleiro	52	0,2232	15,53	147	0,6602	26,74	61	0,2535	11,14	57	0,2749	6,22
	Jurema-branca	2	0,0156	1,09	1	0,0049	0,20	1	0,0049	0,21			

ESPÉCIES	CR			CRM			CS+10			CS-5+10		
	N (fustes)	ABP (m ² /ha)	%	N (fustes)	ABP (m ² /ha)	%	N (fustes)	ABP (m ² /ha)	%	N (fustes)	ABP (m ² /ha)	%
Maniçoba				1	0,0049	0,20	2	0,0192	0,84	4	0,0368	0,83
Imburana										2	0,1338	3,03
Jurema-embira	1	0,0049	0,34	1	0,0084	0,34						
Espinheiro	2	0,0085	0,59									
Pinhão-bravo				3	0,0491	1,99				1	0,0110	0,25
Total	235	1,4367	100,00	238	2,4693	100	203	2,2753	100	143	4,4174	100
Média das parcelas	118	0,0575	-	119	1,2347	-	102	0,0910	-	72	0,1767	-

Catingueira	23	0,1265	10,25	27	0,2302	8,12	41	0,3388	12,13	10	0,3309	7,06
Catanduva	113	0,7977	64,60	60	1,6801	59,25	102	1,8364	65,74	72	3,5577	75,87
Marmeleiro	55	0,2470	20,00	163	0,8099	28,56	65	0,3064	10,97	72	0,3986	8,50
Imburana	1	0,0090	0,73				2	0,2850	10,20	2	0,1517	3,23
Jurema-branca	6	0,0498	4,04	7	0,0467	1,65				4	0,1721	3,67
Maniçoba				2	0,0121	0,43	2	0,0268	0,96	3	0,0653	1,39
Pinhão-bravo				2	0,0566	2,00				1	0,0132	0,28
João-mole	1	0,0049	0,39									
Total	199	1,2349	100	261	2,8356	100	212	2,7933	100	164	4,6893	100
Média das parcelas	100	0,6175	-	131	1,4178	-	106	1,3967	-	82	2,3447	-

Catingueira	29	0,3077	12,62	55	0,8306	19,09	55	0,9081	24,34	19	0,5541	12,54
Catanduva	107	1,3810	56,66	36	1,5966	36,70	84	1,9484	52,23	35	2,5597	57,92
Marmeleiro	93	0,6640	27,24	246	1,7353	39,88	134	0,8369	22,43	104	0,8914	20,17
Jurema-branca	4	0,0756	3,10	6	0,0932	2,14				2	0,0338	0,77

ESPÉCIES	CR			CRM			CS+10			CS-5+10		
	N (fustes)	ABP (m ² /ha)	%	N (fustes)	ABP (m ² /ha)	%	N (fustes)	ABP (m ² /ha)	%	N (fustes)	ABP (m ² /ha)	%
Imburana							1	0,0283	0,76	3	0,2181	4,94
Maniçoba							1	0,0090	0,24	2	0,1452	3,28
Pinhão-bravo				3	0,0953	2,19				1	0,0168	0,38
João-mole	1	0,0090	0,37									
Total	234	2,4372	100	346	4,3510	100	275	3,7307	100	166	4,4190	100
Média das parcelas	117	1,2186	-	173	2,1755	-	138	1,8653	-	83	2,2095	-

Catingueira	46	0,4966	14,06	60	0,9291	23,89	58	0,7574	18,54	19	0,4868	10,33
Catanduva	130	2,1630	61,25	61	1,3406	34,47	96	2,6492	64,86	58	2,7567	58,52
Marmeleiro	62	0,4943	14,00	136	1,2186	31,33	67	0,5104	12,50	90	0,8631	18,32
Jurema-branca	9	0,2345	6,64	11	0,2805	7,21	2	0,0641	1,57	5	0,1601	3,40
Imburana	3	0,1105	3,13				1	0,0892	2,18	2	0,2386	5,06
Maniçoba							1	0,0143	0,35	2	0,1792	3,80
Pinhão-bravo				2	0,1081	2,78				1	0,0224	0,48
Mororó				2	0,0072	0,18				1	0,0042	0,09
João-mole	1	0,0081	0,23	1	0,0056	0,14						
NI3	3	0,0247	0,70									
Total	254	3,5316	100,00	273	3,8897	100,00	225	4,0845	100,00	178	4,7112	100,00
Média das parcelas	127	1,7658	-	137	1,9448	-	113	2,0423	-	89	2,3556	-

Catingueira	44	0,5004	13,71	70	1,2635	36,50	61	1,1437	27,89	28	0,6833	13,92
Catanduva	138	2,6437	72,43	48	1,3698	39,57	82	2,6306	64,14	55	3,3021	67,28
Jurema-branca	14	0,2226	6,10	27	0,6181	17,86				6	0,2357	4,80

ESPÉCIES	CR			CRM			CS+10			CS-5+10		
	N (fustes)	ABP (m ² /ha)	%	N (fustes)	ABP (m ² /ha)	%	N (fustes)	ABP (m ² /ha)	%	N (fustes)	ABP (m ² /ha)	%
Imburana	3	0,1524	4,17	1	0,0053	0,15	3	0,1064	2,59	3	0,2752	5,61
Marmeleiro	17	0,1012	2,77	10	0,0702	2,03	16	0,0994	2,42	23	0,1585	3,23
Jurema-embira				1	0,0056	0,16	2	0,0754	1,84	2	0,1789	3,64
Maniçoba	3	0,0216	0,59	3	0,0283	0,82	2	0,0404	0,99	3	0,0325	0,66
Pinhão-bravo				3	0,0826	2,39	1	0,0052	0,13	1	0,0209	0,43
João-mole	1	0,0081	0,22	1	0,0182	0,52						
Mororó										3	0,0210	0,43
Total	220	3,6500	100,00	164	3,4616	100,00	167	4,1012	100,00	124	4,9080	100,00
Média das parcelas	110	1,8250	-	82	1,7308	-	84	2,0506	-	62	2,4540	-

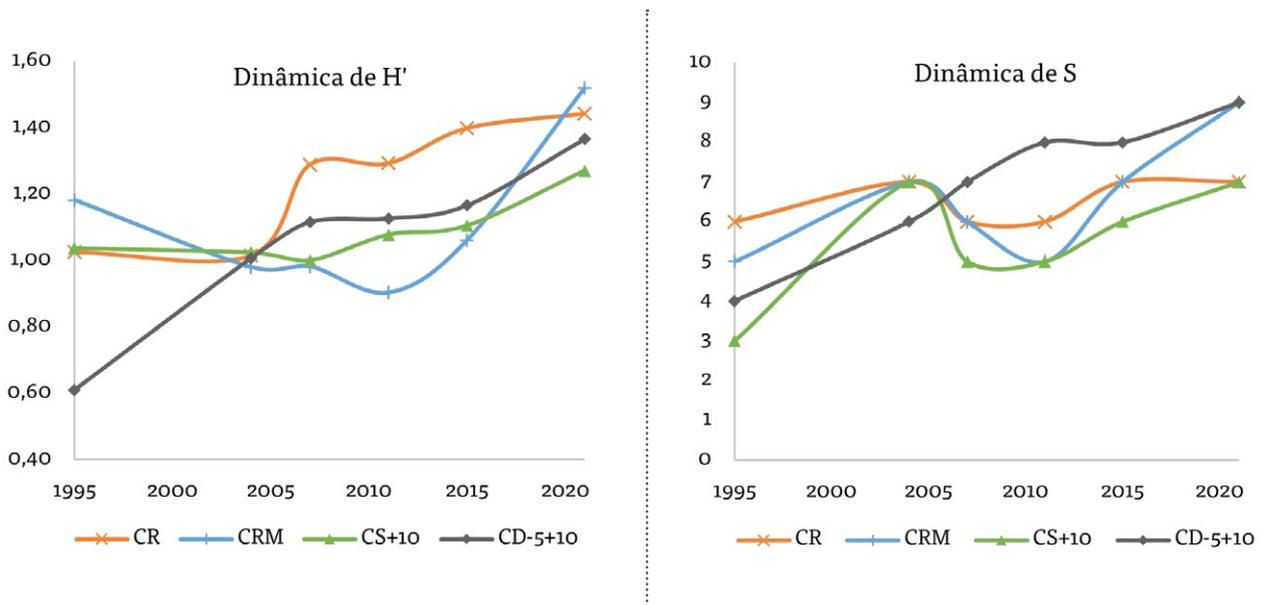
O CR alcançou, aos 9 anos, o reingresso de 4 das 6 espécies que possuía antes do corte, além do recrutamento de 2 novas espécies, resultando, assim como o CS+10, em uma riqueza de 7 espécies aos 26 anos.

O CS-5+10 teve baixa diversidade original (0,6 nats ind⁻¹ relacionada à sua baixa riqueza), que foi superada já aos 9 anos pós-corte, com o ingresso de 2 espécies (Figura 10).

Para CRM, os baixos valores de H' entre 9 e 20 anos podem ser atribuídos à elevada presença do Marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill.) que alcançou mais de 70% da densidade total de fustes na área, aos 16 anos. Essa espécie é reconhecida por sua tendência a alta ocorrência nos estágios iniciais de regeneração, sendo comumente encontrada em áreas sob intensa perturbação (PEREIRA *et al.*, 2001).

Os valores de H' eram baixos e bastante diferentes entre tratamentos no ano de 1995. Em 2021, o Índice de Shannon era 40% maior e quase igual em todos os tratamentos. Logo, a longo prazo, a diversidade aumentou e se uniformizou em todos os tratamentos aplicados (Figura 9).

Figura 9. Médias de Índice de Shannon (H') e da Riqueza (S) nos tratamentos da UE Assentamento Venâncio Zacarias, em Macau/RN, no período de 1995 a 2021.



Dentre os tratamentos, somente no CS+10 não foi registrada perda florística permanente em comparação à cobertura vegetal original. Ao longo dos levantamentos periódicos, não se observou reingresso de 3 espécies: *Bauhinia cheilantha* (Mororó) no CR; *Croton* sp. (Marmeleiro-branco) no CRM; e *Pseudobombax marginatum* (Embiritanha) no CS-5+10.

Em geral, houve ganhos de riqueza florística: CRM e CS-5+10 se destacaram pelo ingresso de 5 e 6 espécies, respectivamente, CS+10 ganhou 4 espécies e CR ganhou 2 espécies. O resultado final foi positivo em termos de diversidade e riqueza de espécies arbóreas, com aumento de S e H' em todos os tratamentos.

Outros fatores como características edáficas e a precipitação podem influenciar a regeneração da caatinga, porém, não puderam ser avaliados nesta Unidade, devido a seu desenho.

3.5. Distribuição diamétrica

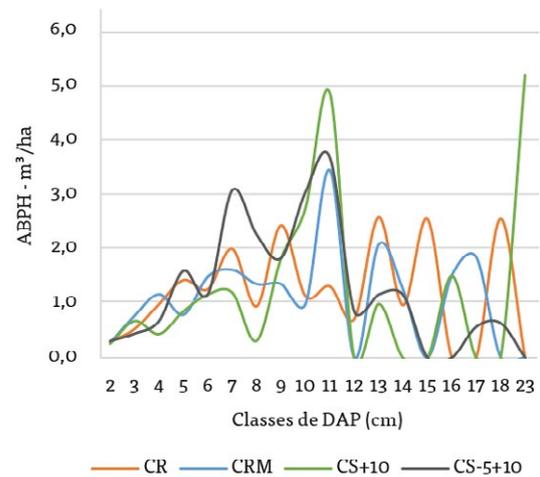
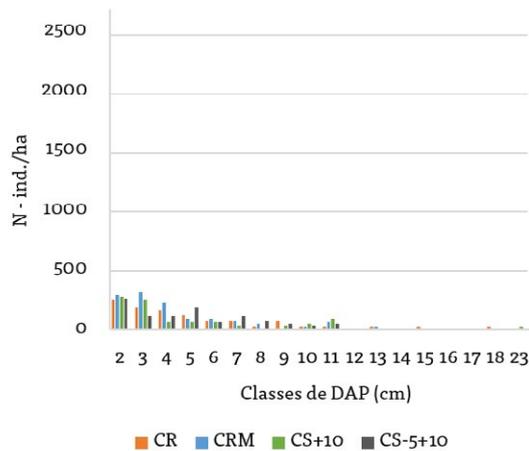
Antes da aplicação dos tratamentos, as árvores apresentavam volume bem distribuído ao longo das classes de DAP (Figura 10), com exceção de dois outliers na classe superior de CS+10. Após 16 anos, na área submetida ao corte raso, foi verificada uma estrutura diamétrica limitada, com concentração de 81,2% do volume nas classes de 2,5cm e 3,6cm. Aos 26 anos, o CR possuía a menor amplitude diamétrica, com classe superior de apenas 7,8cm, sendo duas vezes inferior ao centro de classe máximo da vegetação pré-corte, de 17,8cm.

Aos 20 anos foi observada a morte das matrizes não cortadas do CRM, o que aponta para a exploração desses indivíduos em até 16 anos, quando houve concentração nas classes de 10cm a 14cm.

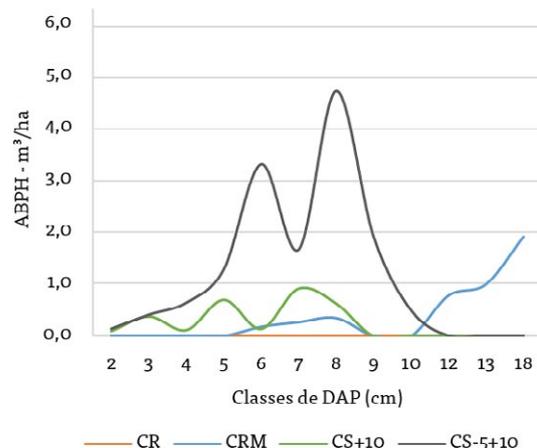
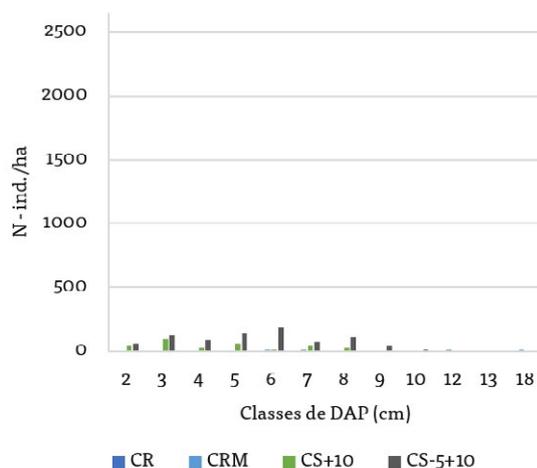
Após o egresso das árvores de maior DAP, 26 anos pós-corte, a estrutura diamétrica do CRM recuperou o padrão inicial com concentração do volume nas classes intermediárias. Entretanto, a amplitude diamétrica foi significativamente menor, com uma classe superior de 17,8 cm \pm 1, em 1995, para 9,1 cm \pm 0,7, em 2021.

Figura 10. Distribuição diamétrica de N (ind./ha), a esquerda, e de ABPH (m³/ha), a direita, por tratamentos da UE Assentamento Venâncio Zacarias, em Macau/RN, no período de 1995 a 2021.

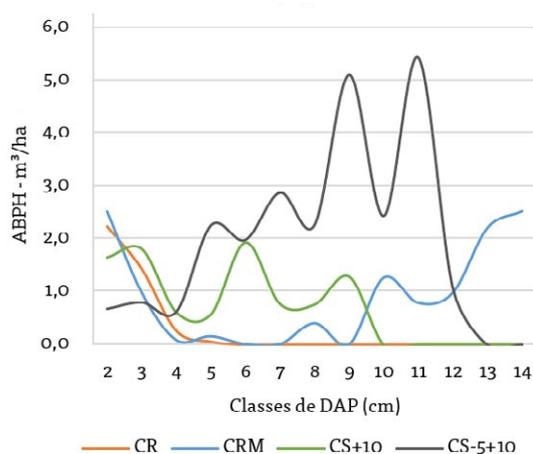
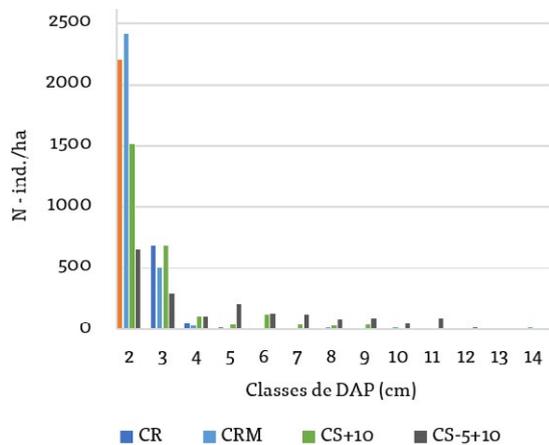
1995 (pré-corte)



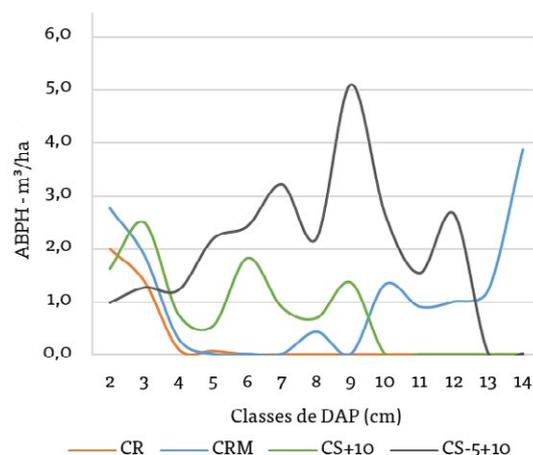
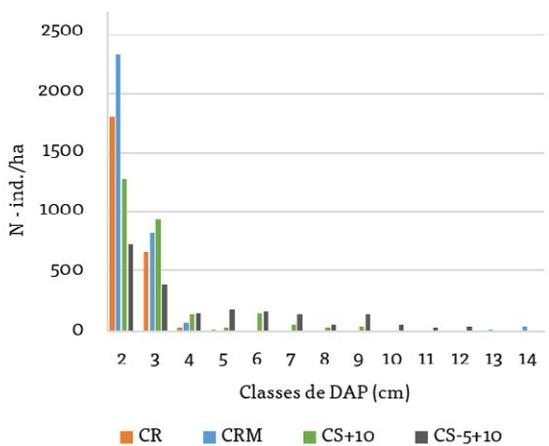
1996 (pós-corte)



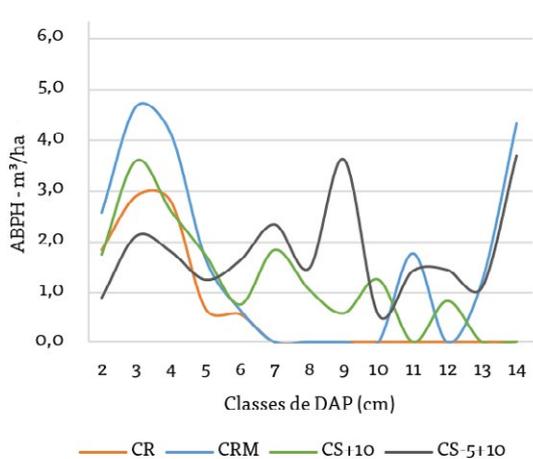
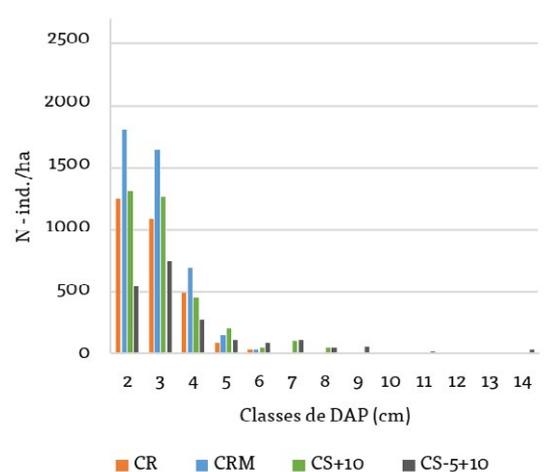
2004 - 9 anos



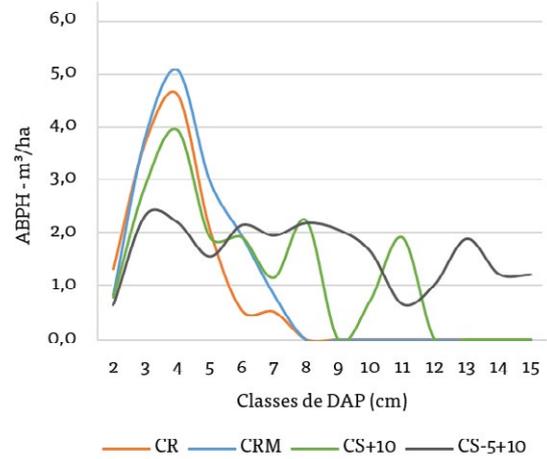
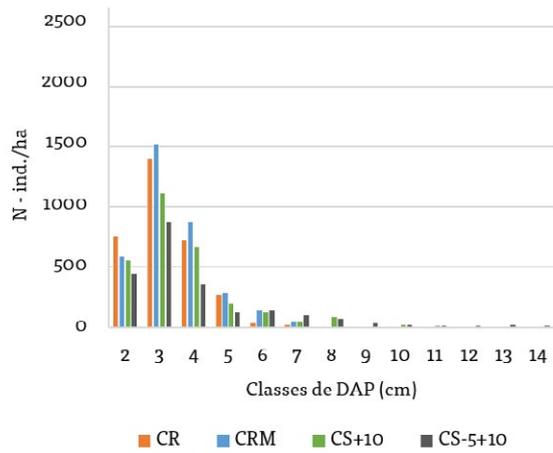
2007 - 12 anos



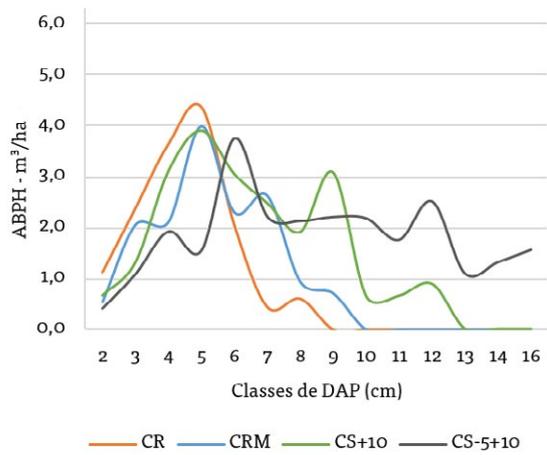
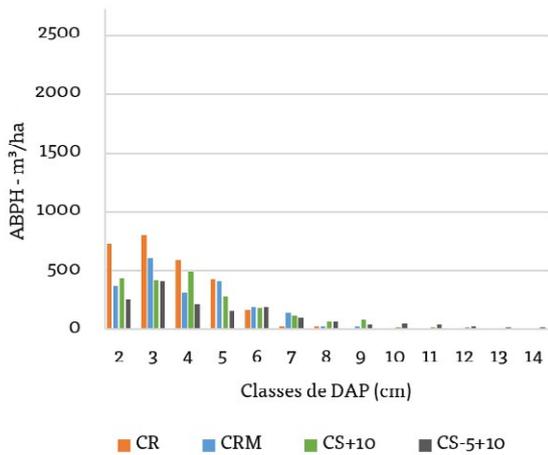
2011 - 16 anos



2015 - 20 anos



2021 - 26 anos



A recuperação do padrão original de estrutura diamétrica foi mais evidente no tratamento CS₋₅₊₁₀, após 26 anos de regeneração, quando houve maior acúmulo de volume nas classes intermediárias de diâmetro.

3.6. Recuperação do estoque inicial

A análise da recuperação de N e ABPH foi realizada a partir dos dados apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. N e ABPH por ano e por tratamento nas parcelas da Unidade Experimental Assentamento Venancio Zacarias.

ANO	N (fustes)	ABPH (m ³ /ha)						
1995	90	21,6015	102	19,8925	78	22,0705	88	22,4490
1996	0	0	4	4,4675	26	2,9815	67	14,5315
2004	235	3,9995	238	11,8730	203	19,6075	143	25,6040
2007	199	3,5115	261	13,5400	212	11,9150	164	25,1395
2011	234	8,6680	346	20,8490	275	22,5730	166	23,0895
2015	254	12,7540	273	15,5215	225	19,3435	178	22,7770
2021	220	14,5665	164	15,2140	167	30,6035	124	25,5760
Incremento Bruto 2021/1995	244%	67%	161%	76%	214%	139%	141%	114%
Incremento Líquido 2021/1996	-	67%	-	54%	-	125%	-	49%

Em 1995, antes de aplicar os tratamentos, os valores de ABPH eram muito similares, variando entre 19,9m³/ha e 22,4m³/ha. O número de fustes existentes nas parcelas também era similar, entre 78 e 102. Em 2021, o número de fustes era muito maior, superando em 41% a 144% do inicial, enquanto os valores de ABPH eram menores em CR e CRM (67% e 76%) e maiores em CS+10 e CS-5+10 (139% e 114%). Em 2011, com 16 anos de idade, todas as parcelas de tratamento tinham igualado ou superado os valores de ABPH de 1995, exceto as de CR.

Para ABPH, a recuperação do estoque inicial no ano de 2021 é resumida na Figura 7. Sua dinâmica ao longo do período de medição é apresentada nas Figuras 11 e 12.

Observou-se que as parcelas de CR não recuperaram completamente o estoque volumétrico inicial, mesmo após 26 anos de regeneração. Aos 16 anos (2011), essas parcelas haviam recuperado apenas 35 e 44% do volume original. Com isso, denota-se os efeitos do corte raso sobre o estrato lenhoso e a inviabilidade desse sistema em ciclos de 15 anos nesta área, assim como em sítios semelhantes a este.

O tratamento CS+10 iniciou e terminou o período de medições com o maior volume, o que poderia sugerir que esse sistema de corte seletivo seja utilizado como técnica de desbaste para favorecer a produção e colheita de árvores de maiores diâmetros em áreas semelhantes. Contudo, esse tratamento teve o menor incremento líquido de ABPH e a menor produtividade de biomassa nos 26 anos transcorridos (Tabela 5).

Figura 11. Dinâmica do número de fustes nos tratamentos da Unidade Experimental Assentamento Venancio Zacarias.

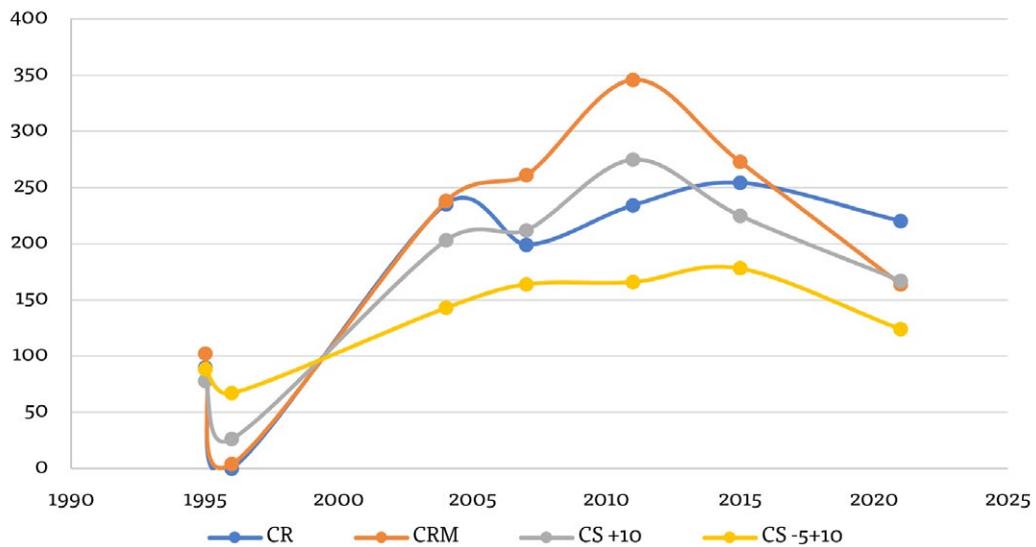
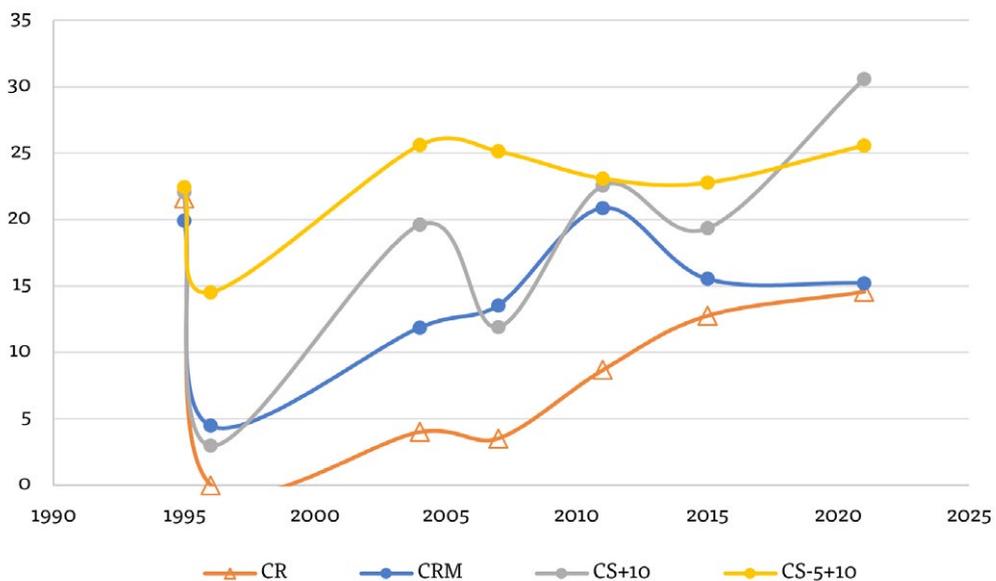


Figura 12. Dinâmica de ABPH (m³/ha) por Tratamentos da Unidade Experimental Assentamento Venancio Zacarias.



Ao se observar que o volume em CS_{+10} e CS_{-5+10} em 2021 supera o do pré-corte em 1995, se evidencia que os estoques originais não correspondem ao potencial máximo na área (LOPES *et al.*, 2020). Acerca disso, Riegelhaupt *et al.* (2010) já haviam questionado o uso exclusivo do estoque inicial como meta do ciclo de corte, tendo em vista, entre outras considerações, a ausência de provas de que o valor encontrado em uma certa área corresponde ao estoque máximo que o sítio pode atingir.

De fato, a área atualmente ocupada pela Unidade Experimental foi cultivada com algodão até a década de 1980. Assumindo essa data como final das lavouras na propriedade e início do processo de regeneração natural, a vegetação mensurada no ano de 1995 consistiria, na verdade, em uma cobertura vegetal secundária, não ultrapassando 15-20 anos de idade.

Logo, se o estoque inicial amostrado correspondia a uma vegetação ainda em regeneração, cuja estabilidade/maturidade provavelmente ainda não havia sido atingida, por que utilizá-lo como um nível a ser alcançado? No aspecto econômico, a produtividade anual estaria sendo pautada em um critério deficiente.

Em razão disso, Lopes *et al.* (2020) sugerem que a definição dos ciclos de corte deveria ser sustentada pela avaliação da biodiversidade e a ocorrência de biomassa nas classes superiores de diâmetro. Outros autores (PAREYN *et al.*, 2015; PAREYN *et al.*, 2020; PAREYN, *et al.*, 2022) após medir as taxas de crescimento pós-corte em 150 talhões de 17 PMFS, comprovaram que a produtividade e os ciclos de corte podem ser estimados, com grande exatidão, em função da precipitação média anual do local, e que outros fatores têm muito pouca influência nestes aspectos.



4. CONCLUSÕES

O experimento demonstrou que a área manejada está em processo de regeneração. Após 26 anos o estoque original foi recuperado, e superado, nos tratamentos CS_{+10} e CS_{-5+10} . Este período não foi suficiente para que a área submetida ao corte raso recuperasse o volume e estrutura florestal original. Contudo, o baixo número de repetições não permite assegurar que as diferenças encontradas entre tratamentos sejam significativas.

Considerando o incremento líquido, o tratamento CS_{+10} , com 100% ou mais de recuperação do volume extraído, se destaca pela alta eficiência. Em segundo lugar, está o CR com 60% a 70% de recuperação. O CRM é menos eficiente (50 a 60%) porém bastante uniforme entre parcelas. O tratamento CS_{-5+10} teve um desempenho muito variável, de 23 e 80%, principalmente devido ao impacto inicial muito diferente do corte seletivo, nas duas parcelas. O IMA médio da área experimental teve tendência decrescente entre 8 e 26 anos de idade. Isto sugere que a fase inicial de rápida acumulação de biomassa foi de curta duração.

Todavia, é necessário enfatizar que os resultados demonstraram uma elevada variabilidade estrutural entre as duas parcelas de cada tratamento, resultando em diferentes intensidades efetivas de corte e consequentes impactos. As inferências nesse cenário podem ser inconsistentes. Logo, é recomendável que, em unidades experimentais, para a avaliação da dinâmica do manejo florestal sob corte seletivo, sejam utilizadas parcelas permanentes maiores e em maior quantidade.

A ampliação desta pesquisa e avaliação dos efeitos dos tratamentos testados sobre a produção e recuperação florestal, poderá subsidiar sua aplicabilidade em áreas de manejo florestal.



5. RECOMENDACOES APLICÁVEIS NA PRÁTICA DO MANEJO FLORESTAL

A partir dos resultados e observações obtidas até a medição do ano 2021, pode-se formular as seguintes recomendações práticas.

- (a) Considerando que as taxas de crescimento encontradas nesta UE se aproximam às estimadas por PAREYN *et al.* (2022) para a zona de precipitação < 500mm (entre 0,7m³/ha/a e 1,8 m³/ha/a), recomenda-se alongar o ciclo de corte além dos 15 anos, sendo mais seguro considerar 20 anos ou mais para recuperar o estoque inicial;
.....
- (b) A manutenção de árvores matrizes não é recomendada como técnica de intervenção positiva tanto para produção de biomassa quanto para manutenção da biodiversidade;
.....
- (c) O Corte Seletivo de árvores com DNB acima de 10cm pode ser efetivo para colher madeira de maiores diâmetros, se for aceitável uma redução da produtividade da ordem de 50%;
.....
- (d) Nesta unidade, a área experimental dos tratamentos foi de apenas 0,5ha em um único tipo de caatinga e, assim, seus resultados têm sérias restrições de extrapolação. É altamente recomendável intensificar iniciativas de pesquisa com esse tratamento.
.....

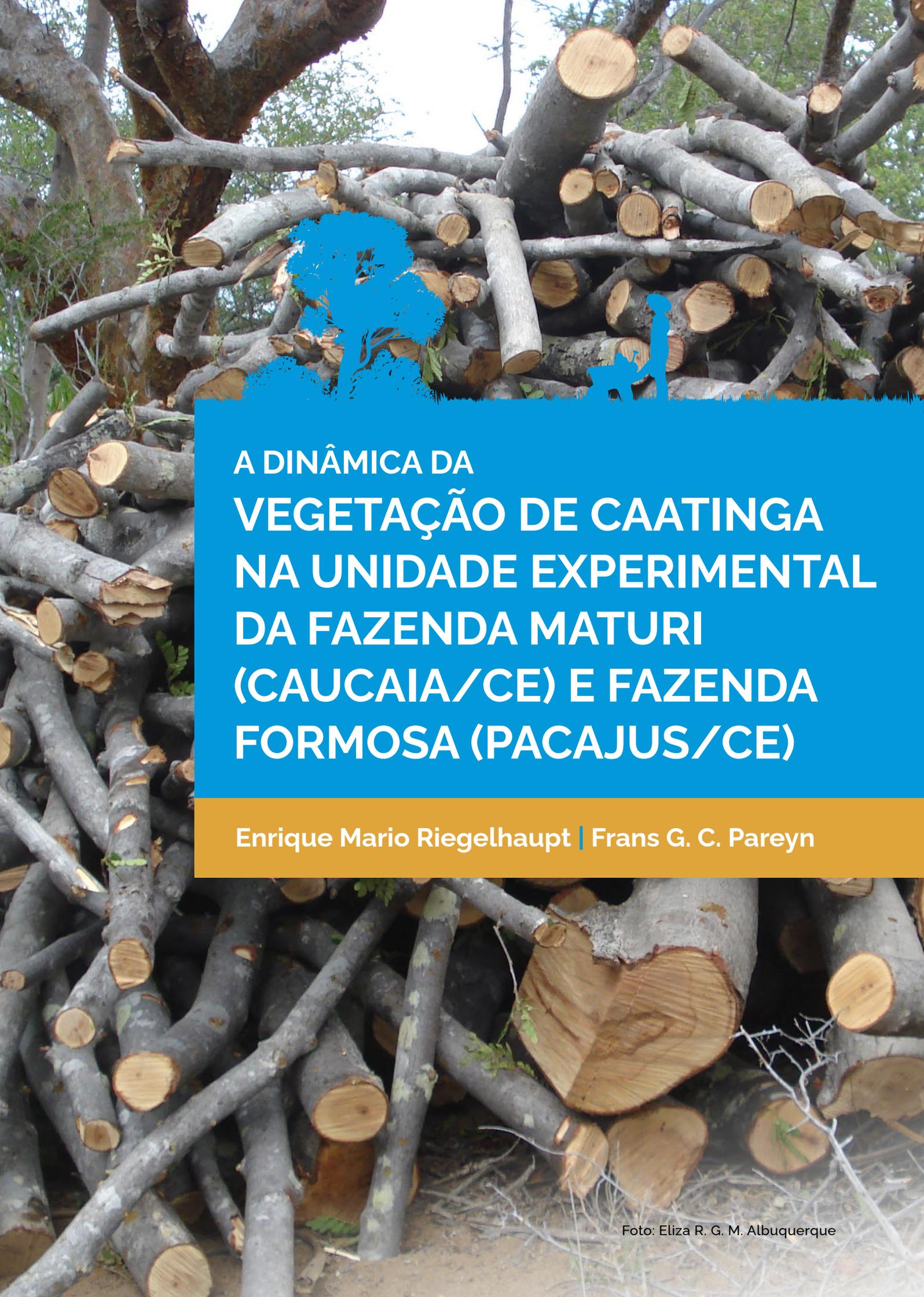
REFERÊNCIAS

- ALVARES C.A.; STAPE J.L.; SENTELHAS P.C.; GONÇALVES J.L. M.; SPAROVEK G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6. p. 711– 728, 2014. doi:10.1127/0941-2948/2013/0507.
- COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO DA REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA. **Rede de manejo florestal da Caatinga: protocolo de medições de parcelas permanentes**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. 21 p.
- DUBREUIL, V.; FANTE, K.P.; PLANCHON, O.; SANT'ANNA NETO, J.L. Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. **Revista Confins**, v.37, n.37, 2018. doi:10.4000/confins.15738.
- EMPARN – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. Relatório Pluviométrico: Macau-RN. Disponível em: <http://meteorologia.emparn.rn.gov.br/relatorios/relatorios-pluviometricos> Acesso em: 16 out. 2022.
- HOLANDA, A.C.; LIMA, F.T.D.; SILVA, B.M.; DOURADO, R.G.; ALVES, A.R. estrutura da vegetação em remanescentes de Caatinga com diferentes históricos de perturbação em Cajazeirinhas (PB). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 142, 2015. doi:10.1590/1983-21252015v28n416rc
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas do Brasil. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377> Acesso em: 16 out. 2022.
- LOPES, J.F.B.; ANDRADE, E.M.; PEREIRA, E.C.B.; CAMPOS, D.A.; AQUINO, D.N. Cut cycles and soil carbon potential stocks in a managed forest in the Caatinga domain in Brazil. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 3, 2020. doi:10.1590/1983-21252020v33n317rc
- LOPES-NUNES, A.L.S.; NUNES, L.J.; SILVA, M.K.G.; HOLANDA, A.C.; COSTA, M.P. Balance between biomass supply and demand in the red ceramics sector of Rio Grande do Norte, Brazil. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 52, n. 2, p. 284-293, 2022. doi:10.5380/uf.v52i2.76998
- PAREYN, F.G.C.; PEREIRA, W.E.; SALCEDO, I.H.; RIEGELHAUPT, E.M.; GOMES, E.C.; CRUZ FILHO, J.L.V. A influência da precipitação sobre o crescimento e os ciclos de corte da Caatinga manejada – Uma primeira aproximação. In: PAREYN, F.G.C.; VIEIRA, J.L.; GARIGLIO, M.A. (Orgs.). **Estatística Florestal da Caatinga**, v. 2, 2015, p.30-19.
- PAREYN, F.G.C., RIEGELHAUPT, E.M., MARQUES, M.W.C.F., CRUZ FILHO, J.L.V., PEREIRA, W.E., ARAÚJO, E.L. A contribuição do manejo florestal da caatinga para a segurança energética: um estudo da produtividade de biomassa aérea. In: ARAÚJO, E.L., PAREYN, F.G.C. (Orgs.). **Manejo florestal sustentável da caatinga: contribuição para segurança energética, alimentar e hídrica**. Recife, APNE. 2022. p. 167-212.
- PAREYN, F.G.C., PEREIRA, W.E., SALCEDO, I.H., RIEGELHAUPT, E.M., GOMES, E.C., MENECHÉLI, H.T.F., SKUTSCH, M. **What controls post-harvest growth rates in the caatinga forest?** Agricultural and Forest Meteorology, vol. 284. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.107906>
- PEREIRA, I.M.; ANDRADE, L.A.; COSTA, J.R.M.; DIAS, J.M. Regeneração Natural em um remanescente de Caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no Agreste paraibano. **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, n. 3, p. 413-426, 2001. doi:10.1590/S0102-33062001000300010.

PRADO, D. As caatingas da América do Sul. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (eds) **Ecologia e Biogeografia da Caatinga** (pp. 3-73). Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

RIEGELHAUPT, E.M.; PAREYN, F.G.C.; BACALINI, P. O Manejo Florestal na Caatinga: Resultados da Experimentação. In: GARIGLIO, M. A. *et al.* (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 256-275.

ZAKIA, M. J. B.; PAREYN, F. G.; RIEGELHAUPT, E. Equações de peso e de volume para oito espécies lenhosa nativas do Seridó, RN. In: IBAMA. **Plano de manejo florestal para a região do Seridó do Rio Grande do Norte**. Natal: PNUD/FAO/IBAMA – Governo do Rio Grande do Norte, 1992. p. 1-92. cap. 4.



A DINÂMICA DA VEGETAÇÃO DE CAATINGA NA UNIDADE EXPERIMENTAL DA FAZENDA MATURI (CAUCAIA/CE) E FAZENDA FORMOSA (PACAJUS/CE)

Enrique Mario Riegelhaupt | Frans G. C. Pareyn



1. INTRODUÇÃO

A Unidade Experimental Fazenda Maturi (Caucaia/CE) e Fazenda Formosa (Pacajus/CE), também chamada “2º Ciclo”, foi estabelecida para avaliar, em um PMFS, os efeitos do manejo florestal sobre a vegetação, o solo e a biodiversidade local. Na época (2005), as preocupações principais eram ajustar a duração do ciclo de corte e avaliar possíveis efeitos negativos do manejo sobre a estrutura e diversidade dos povoamentos regenerados, assim como sobre as propriedades do solo.

A Unidade foi chamada de “2º Ciclo” porque os dois Planos de Manejo sendo avaliados estavam finalizando a sua primeira intervenção em todos os talhões, para, em seguida, iniciar o seu segundo ciclo de exploração na mesma área.

O desenho escolhido foi de crono-sequência, entendendo-se que uma série de talhões diferentes submetidos ao mesmo tratamento ao longo de uma série de anos, poderia representar os efeitos do corte ao longo do tempo e assim avaliar as dinâmicas pós-corte. Vale notar que naquele momento, a maior parte das UE da RMFC tinham medições sucessivas em períodos relativamente curtos, de menos de 10 anos, enquanto alguns PMFS estabelecidos no início dos anos 1990 já tinham perto de 15 anos e, portanto, ofereciam maiores oportunidades para a realização desta avaliação.

Assim, os sítios escolhidos foram dois PMFS comerciais mais antigos, explorados de forma contínua, sem fogo, sem perturbações e próximos a finalizar o primeiro ciclo de corte. Considerou-se que nestes dois casos, a exploração tinha sido controlada, respeitando-se as espécies isentas de corte, áreas de Reserva Legal (RL) e Área de Preservação Permanente (APP). Disponha-se dos resultados do inventário inicial da área manejada, mas não havia um inventário específico para as áreas de Reserva Legal.

Optou-se por estabelecer Parcelas Permanentes (PP) para realizar as medições, habilitando assim medições repetidas nos anos seguintes e possibilitando comparar a eficiência relativa de crono-sequências e medições repetidas.

As perguntas de pesquisa da RMFC que a UE Fazenda Formosa e Fazenda Maturi podem responder são:

- (a) Como variam a riqueza e diversidade do estrato arbóreo e da regeneração no tempo?
.....
- (b) Pode-se comparar medições repetidas e crono-sequências de sítios diferentes?
.....

- (c) Como variam as taxas de crescimento em função do tempo, do estoque original, do solo e de outros fatores?
.....
- (d) Quais são as taxas de crescimento, recrutamento e mortalidade?
.....
- (e) É possível recuperar o estoque inicial dentro do ciclo de corte estipulado?
.....
- (f) Como muda a distribuição da biomassa por classes de diâmetro ao longo do tempo?
.....
- (g) É possível recuperar a distribuição diamétrica original?
.....
- (h) Qual a duração do ciclo que maximiza as taxas de crescimento e de acumulação de biomassa?
.....
- (i) Qual é o ciclo de corte ideal?
.....

Considerando que esta UE consta de duas unidades de manejo comercial, em diferentes locais, diversas composições iniciais de vegetação e histórias de uso do solo, as respostas podem ser diferentes.

Nesta UE se aplicou um único tratamento: todos os talhões foram submetidos ao corte raso com restrições, respeitando as espécies imunes ao corte e as impróprias para lenha.

A única variável controlada na UE é o tempo transcorrido desde o corte de cada talhão até o momento de sua medição. Não há, portanto, hipóteses sobre tratamentos silviculturais ou técnicas de manejo que possam ser testadas estatisticamente. Na análise e interpretação dos resultados, assume-se que a única variável independente é o tempo desde o corte.

Também foi assumido que:

- > os talhões e parcelas da mesma idade tinham a mesma condição inicial em termos de estoque e composição da vegetação;
- > o estoque e a composição do estrato arbóreo nos talhões e na Reserva Legal antes do corte eram iguais.

Porém, estes pressupostos não poderiam ser verificados antes da instalação da UE. Depois de várias medições ficou evidente que não eram aceitáveis, porque a RL e os talhões tinham composição muito diferente e porque talhões da mesma idade provavelmente não tinham a mesma composição inicial devido à sua posição topográfica entre outros fatores.



2. METODOLOGIA

2.1. Desenho experimental, tratamentos e repetições, variáveis chave

O desenho experimental é de crono-sequência incompleta. A série de talhões medidos inclui os explorados em 1991, 1994, 1996, 1997, 1998 e 2000. Os dados são organizados em séries temporais, considerando o tempo desde o corte como “idade” do povoamento. As análises estatísticas são de regressão, com a idade como variável independente.

Após o estabelecimento de parcelas permanentes, o desenho permitiu fazer análises de medições repetidas nas mesmas parcelas. O número de PP por cada idade variou de 3 (na RL) até 7 (em alguns talhões). Cada parcela permanente foi tratada como uma repetição. As PP da RL são consideradas como testemunhas, visto que nelas não foi realizada nenhuma intervenção. Assim, as comparações entre as RL e os talhões de cada Fazenda são pouco representativas, tanto em termos de composição quanto do estoque.

As variáveis chave consideradas são:

SÍMBOLO	NOME	UNIDADE	FONTE
N	Número de fustes com no mínimo um CAP > 6 cm, utilizado como estimador da densidade	n/ha	medida
CAP	Circunferência na Altura do Peito	cm	medida
DAP	Diâmetro na Altura do Peito	cm	calculada
ABP	Área Basal na Altura do Peito	cm ²	calculada
H	Altura total do maior fuste	m	medida
ABPH	Volume cilíndrico	m ³	calculado
SPP	Espécie, nome vulgar		observado
CD	Classe diamétrica (DAP)	cm	calculado
Ingresso	Novos indivíduos na população	n/ha	medido
Egresso	Indivíduos mortos ou desaparecidos	n/ha	medido

2.2. Medições realizadas, protocolo adotado, período estudado.

Foram realizadas quatro medições seguindo o Protocolo de Medições da RMFC, nos anos de 2005, 2008, 2011 e 2015. O período pós-corte iniciou-se de 1992 até 2002, segundo a data do corte de cada talhão, finalizando em 2015. O lapso de tempo analisado variou de 13 a 23 anos após o corte. Os dois PMFS são identificados pelo nome das fazendas: Maturi e Formosa.

2.3. Localização da UE, clima e solos.

A Fazenda Maturi localiza-se no município de Caucaia e a Fazenda Formosa no município de Pacajus, do Estado do Ceará (Figura 1).

De acordo com Araújo *et al.* (2005), as Fazendas Maturi e Formosa estão em uma região de transição entre duas fitofisionomias: Caatinga (savana estépica) e Mata litorânea (savana arborizada). A fitofisionomia savana estépica refere-se ao município de Pecém e à classificação geomorfológica Dunas Costeiras; a fitofisionomia savana arborizada refere-se ao município de Fortaleza e à classificação geomorfológica Formação Barreiras (ARAÚJO *et al.*, 2005).

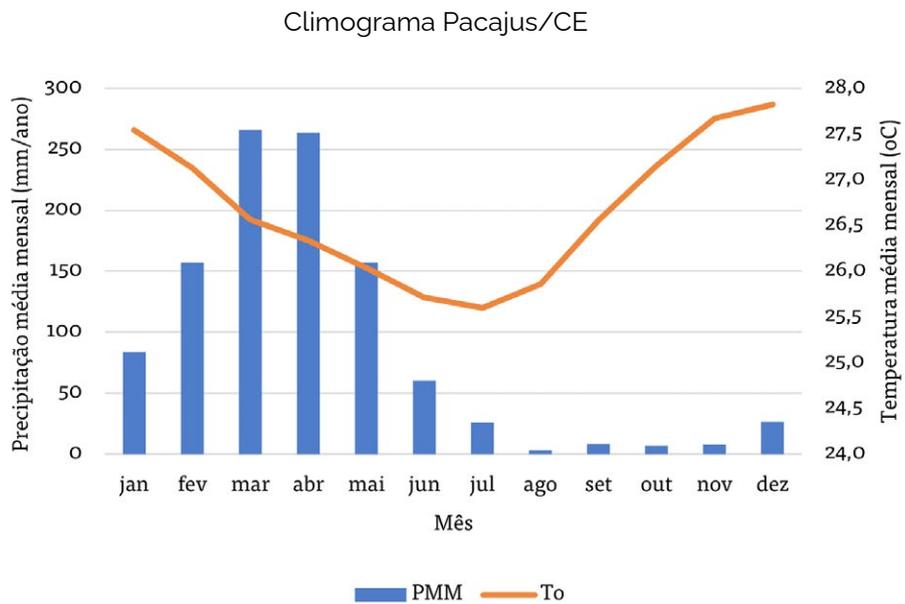
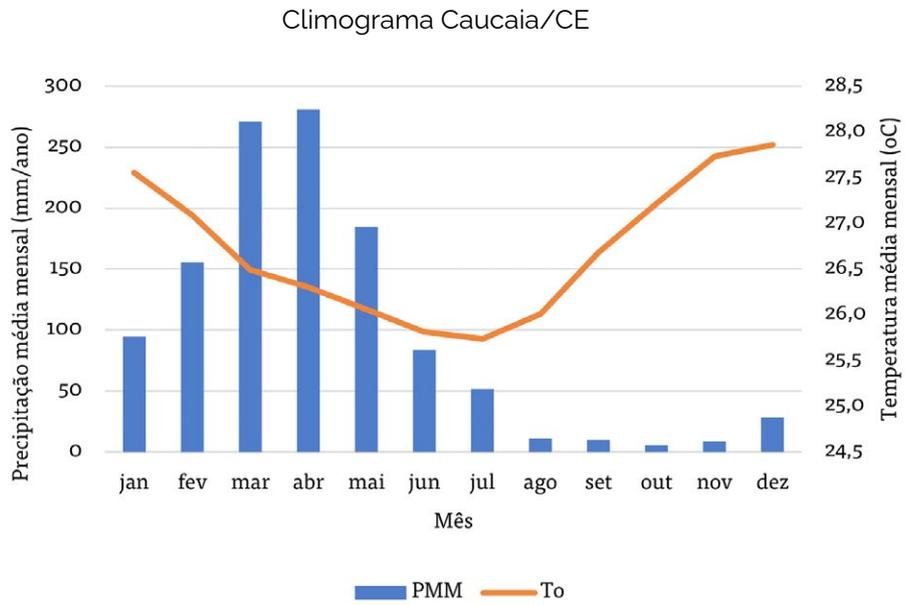
Figura 1. Localização das Fazendas Formosa e Maturi.



O clima nos dois municípios é do tipo As na classificação de Köppen, descrito como clima tropical de savana com estação seca no verão (ALVARES *et al.*, 2013). A média anual de temperatura situa-se em torno de 26°C, enquanto a precipitação média anual é de aproximadamente 1.185mm para Caucaia (Figura 2) e 1.067mm para Pacajus. A evapotranspiração

potencial é de 1.600mm, ficando um déficit hídrico estimado em 500mm a 600mm. O trimestre mais chuvoso corresponde aos meses de março, abril e maio.

Figura 2. Climograma dos municípios de Caucaia e Pacajus/CE.



O relevo apresenta-se predominantemente plano com trechos suave-ondulados.

As áreas de Reserva Legal (aqui considerada como testemunha ou referência da vegetação original) não tinham sofrido intervenção nos 45 anos anteriores a 2005. Nas duas fazendas foram estabelecidas parcelas permanentes em 2005 com remedições em 2008, 2011 e 2015 totalizando 4 medições. A Tabela 1 apresenta o número de repetições por cada talhão (Figura 3) e o tipo de solo.

Tabela 1. Número de parcelas permanentes por talhão em cada Fazenda

TALHÃO (ANO DE CORTE)	FORMOSA	PARCELAS PERMANENTES	CLASSE DE SOLO*	MATURI	CLASSE DE SOLO*
T1991		MPP01		5	ARGISSOLO AMARELO Eutrófico plintossólico
		MPP02			
		MPP03			
		MPP04			
		MPP05			
T1994		MPP06		3	Não identificado
		MPP07			
		MPP13			
T1996		MPP08		4	ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico fragipânico
		MPP09			
		MPP10			
		MPP11			
T1997	7	FPP01	PLINTOSSOLO PÉTRICO concrecionário típico		
		FPP02			
		FPP03			
		FPP11			
		FPP12			
		FPP13			
		FPP21			

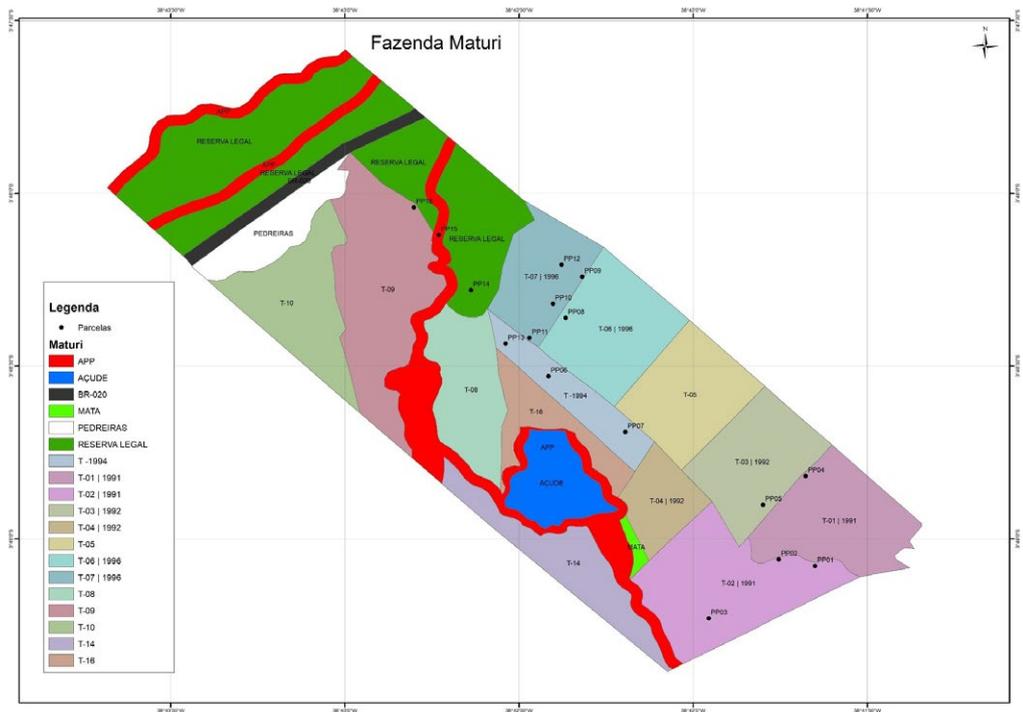
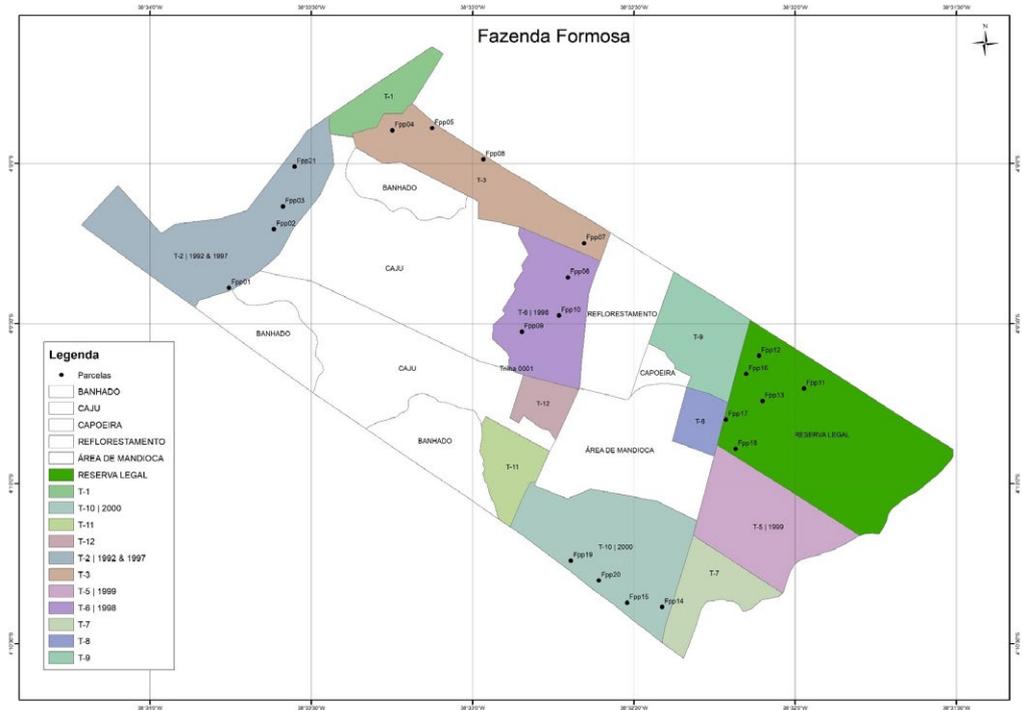
TALHÃO (ANO DE CORTE)	FORMOSA	PARCELAS PERMANENTES	CLASSE DE SOLO*	MATURI	CLASSE DE SOLO*
T1998	7	FPP04	Não identificado		
		FPP05			
		FPP06			
		FPP07			
		FPP08			
		FPP09			
		FPP10			
T2000	4	FPP14	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico típico e ARGISSOLO AMARELO Eutrófico plintossólico		
		FPP15			
		FPP19			
		FPP20			
RL	3	MPP14	PLINTOSSOLO PÉTRICO concrecionário típico	3	PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico
		MPP15			
		MPP16			
		FPP16			
		FPP17			
		FPP18			
Total	21			15	

* De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al, 2018).

O tratamento aplicado foi o corte raso com restrições, tendo sido preservadas as árvores de Surucucú, Pitomba e Pau-d'arco. Essas árvores não foram consideradas nas análises.

No último período entre medições (2011 a 2015) ocorreu uma forte seca que assolou o semi-árido como um todo. Em todo o bioma observou-se mortalidade alta na vegetação natural que, sem dúvida, também influenciou na regeneração das áreas manejadas.

Figura 3. Talhões e localização das parcelas permanentes nas Fazendas Formosa e Maturi.





3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir se apresenta os resultados encontrados nas quatro avaliações temporais realizadas (2005, 2008, 2011 e 2015).

Os resultados da primeira avaliação realizada em 2005, focados na crono-sequência e nos impactos ambientais (flora, fauna e solo) foram detalhadamente apresentados por Pareyn *et al.* (2009) e no Capítulo 5 (Manejo Florestal Sustentável e Biodiversidade – Um estudo de caso) do livro Conservação e Uso Sustentável dos Recursos Florestais da Caatinga – (GARIGLIO *et al.*, 2010).

3.1. Estoques

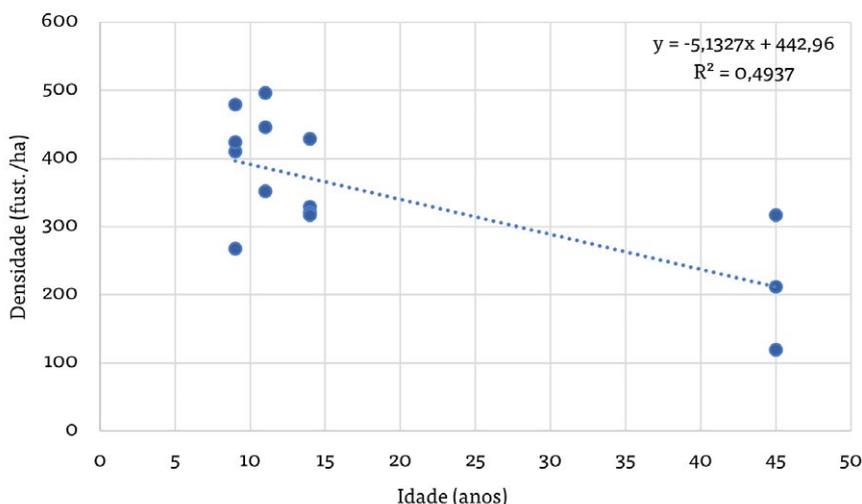
Três variáveis do estoque são analisadas nas duas unidades experimentais: N, ABP e ABPH

3.1.1. Dinâmica da regeneração no PMFS da Fazenda Maturi

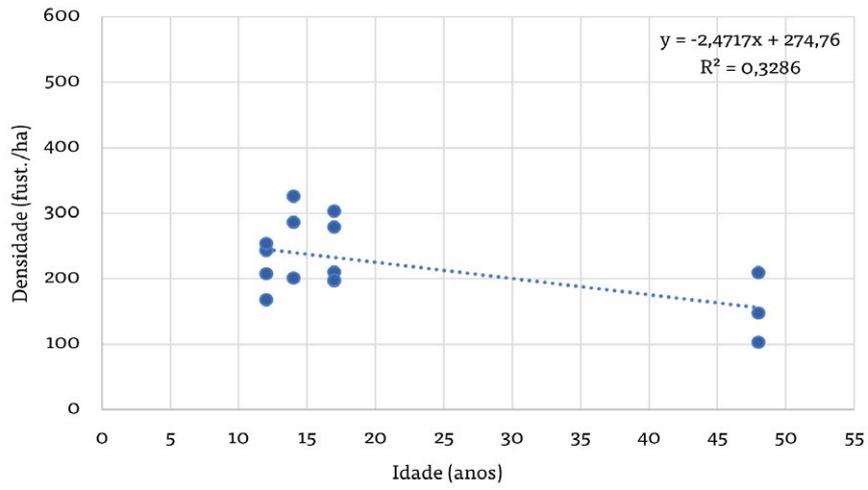
Nos talhões explorados, a densidade (número de fustes com pelo menos uma CAP > 6 cm) caiu, de 300-500 fustes/ha em 2005, para 150-250 fustes/ha em 2015 (Figura 4 e 5). A diferença entre talhões e RL vai se reduzindo com o tempo e praticamente desaparece em 2015. Os valores de R² nas respectivas regressões também se reduzem ao longo da série de medições, indicando que o tempo é um fator cada vez menos importante como fonte de variação do número de fustes.

Figura 4. Densidade versus idade nos talhões e RL na UE de Maturi nas diversas medições realizadas.

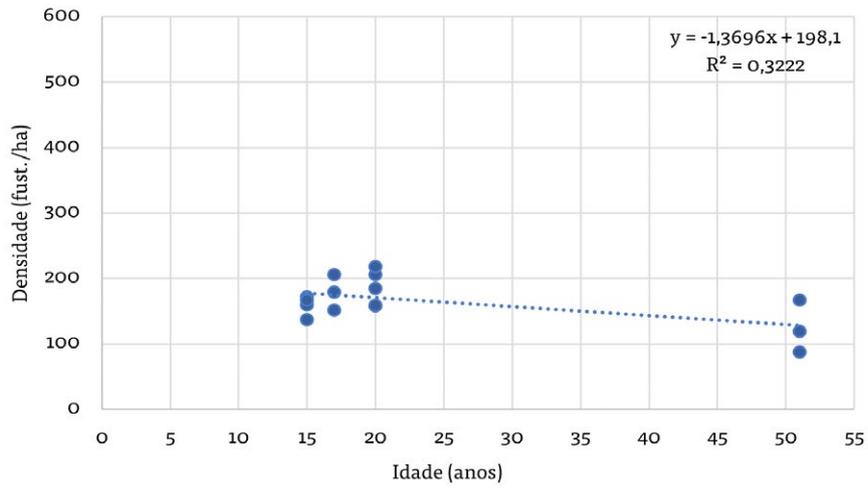
2005



2008



2011



2015

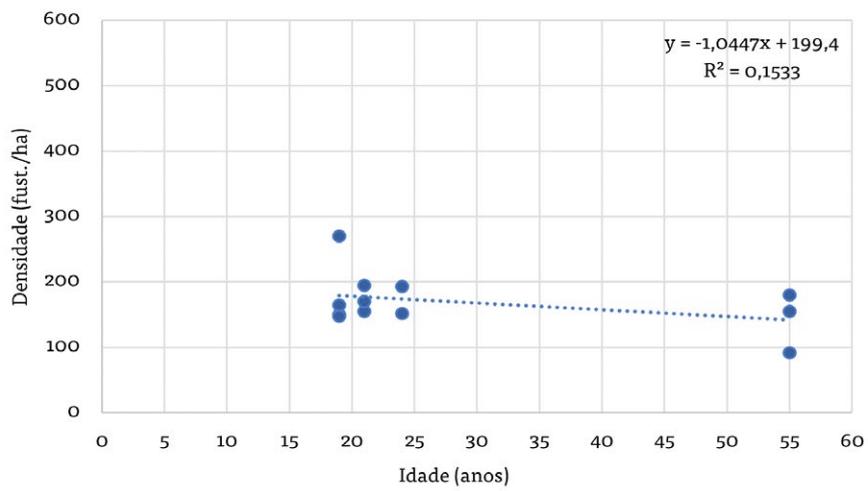
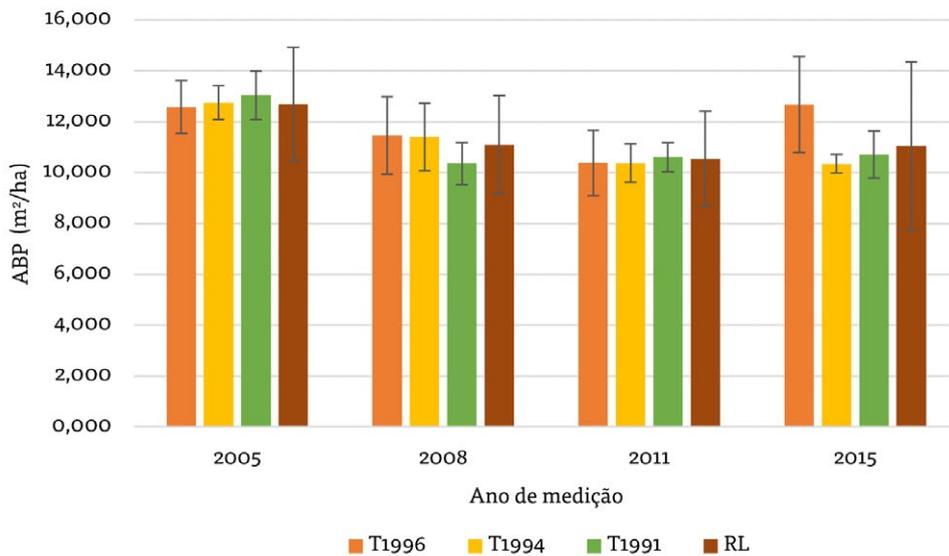
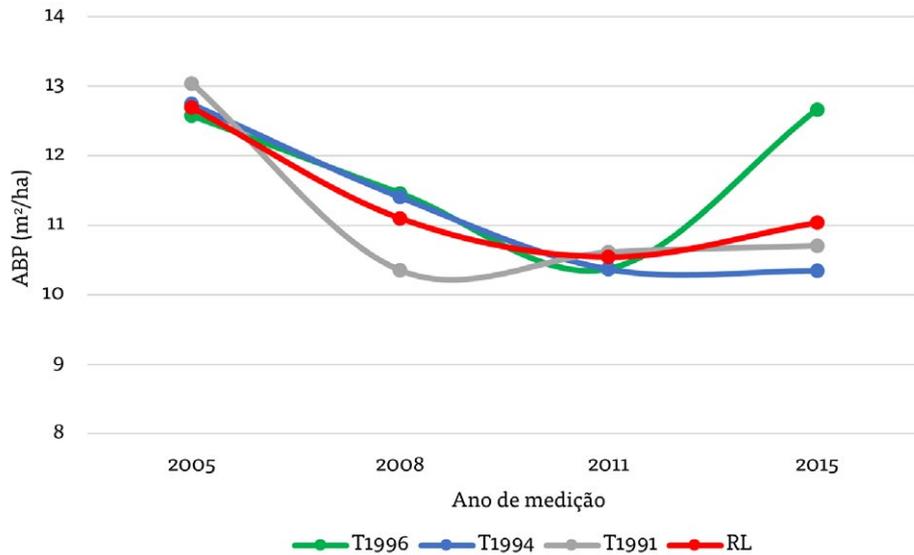


Figura 5. Dinâmica da densidade (ind./ha) na UE Maturi de 2005 a 2015.



A dinâmica da ABP nos talhões e na RL foi de queda contínua desde 2005 até 2011. Entre 2011 e 2015 observa-se uma estagnação ou aumento da ABP. O aumento (T1996 e RL) coincide com o sutil incremento da densidade (Figura 5) nesses talhões.

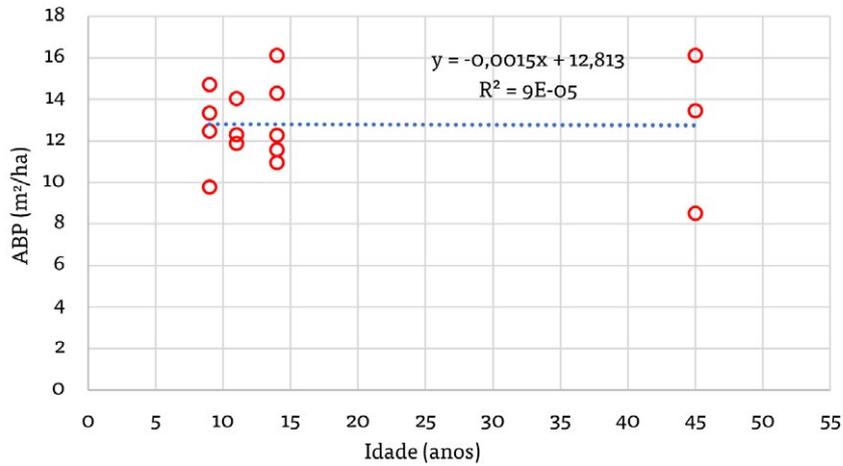
Figura 6. Dinâmica de ABP (m^2/ha) na UE Maturi de 2005 a 2015.



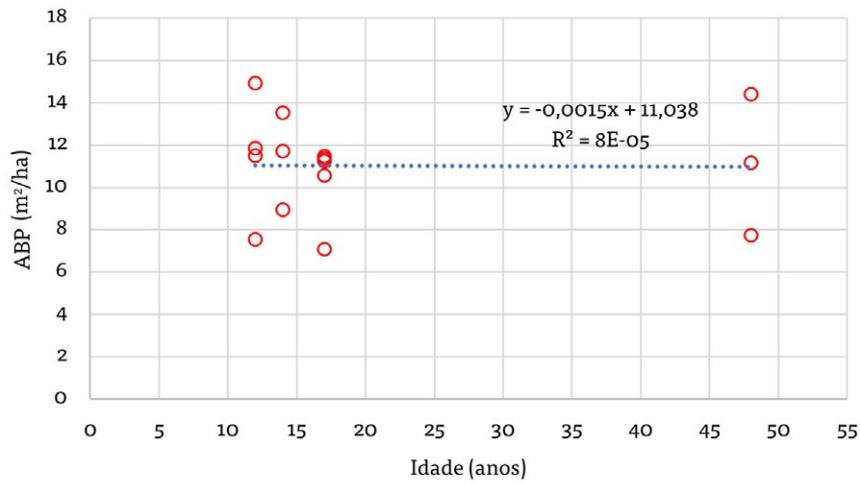
Analisando a dinâmica da ABP nas parcelas individuais, não se observa correlação com o tempo. Os valores encontrados nos talhões não são estatisticamente diferentes da RL (Figura 7). Logo, nesta UE, a ABP, nove anos após o corte, já se assemelha à da RL com variações posteriores mais ou menos aleatórias, em torno de $10m^2/ha$ a $12m^2/ha$.

Figura 7. ABP versus idade nos talhões e RL na UE Maturi nas diversas medições realizadas.

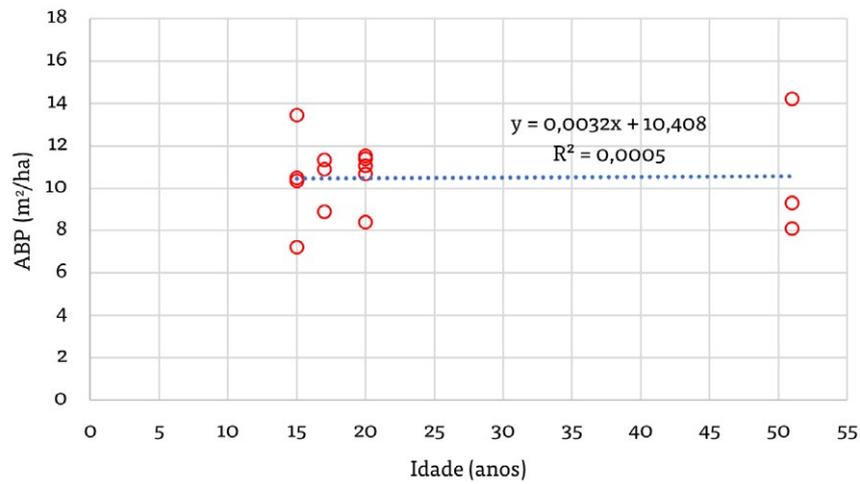
2005

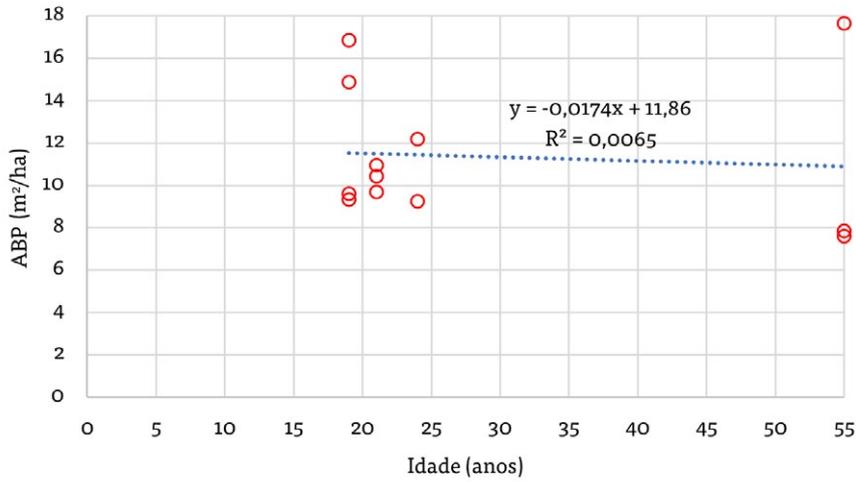


2008



2011



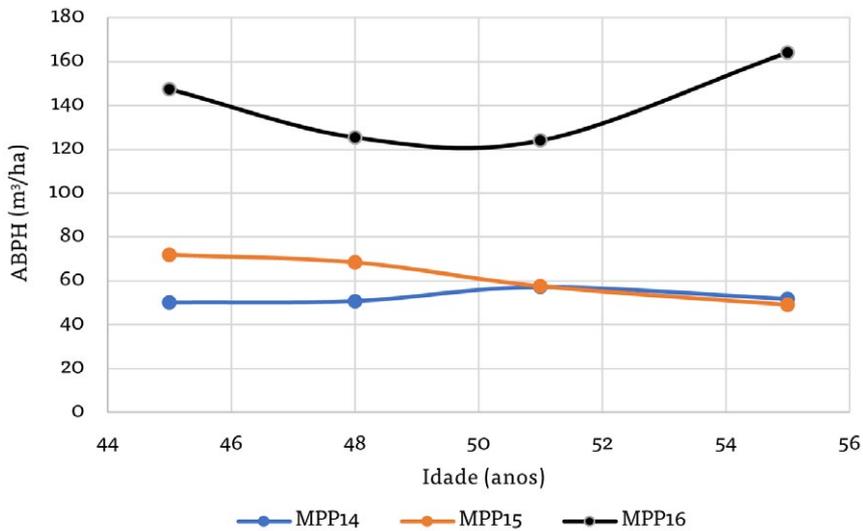


A dinâmica do volume cilíndrico teve um padrão diferenciado nas 12 parcelas: a maioria manteve níveis baixos e mais ou menos constantes ao longo dos 10 anos, no intervalo de 60m³/ha a 80m³/ha. Porém, duas parcelas do talhão 1996 se destacaram por níveis altos e crescentes de ABPH, com 80 m³/ha - 100 m³/ha no início do período e com 140m³/ha - 160m³/ha no final. Este valor é similar ao maior estoque nas parcelas da RL e resulta alto em termos absolutos (aproximadamente 60tMS/ha - 80tMS/ha) (Figura 8 e 9). Estes dados indicam diferenças muito importantes entre sítios, de forma que a recuperação do estoque deve ser considerada individualmente em cada parcela.

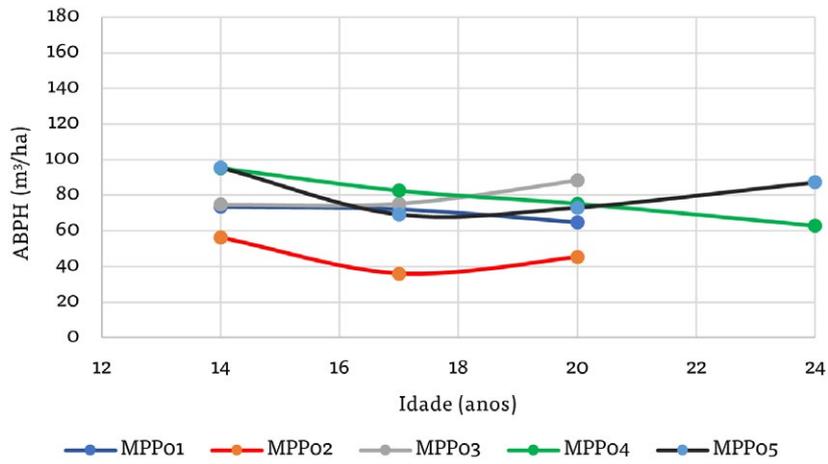
Os valores de ABPH nas parcelas aumentam nas medições sucessivas e em 2015 ficam entre os limites dos valores da RL. Porém, não existe correlação significativa, pela alta dispersão.

Figura 8. Dinâmica do Volume Cilíndrico (ABPH) nas parcelas de talhões e da RL na UE Maturi

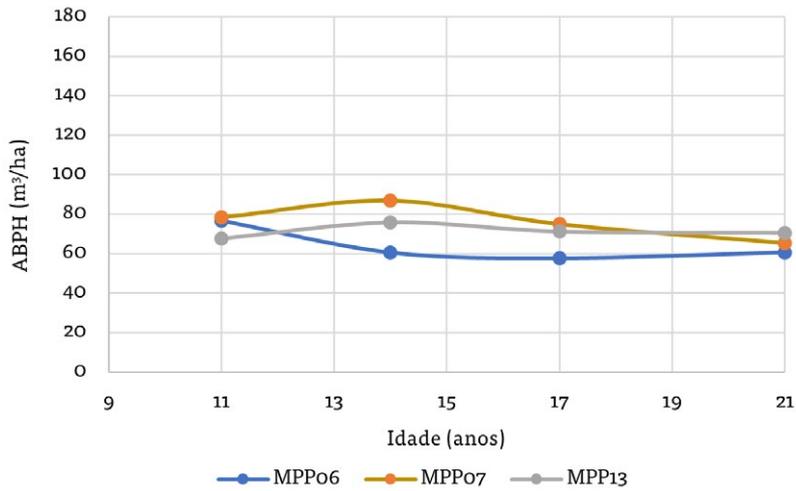
Reserva Legal



Talhão 1991



Talhão 1994



Talhão 1996

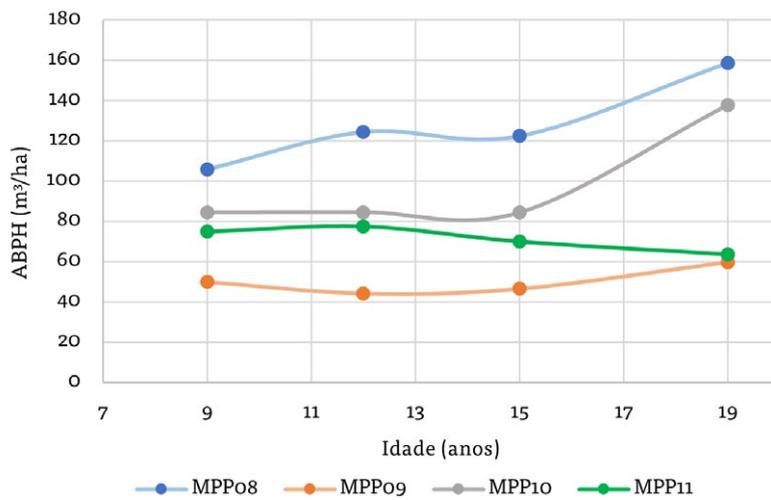
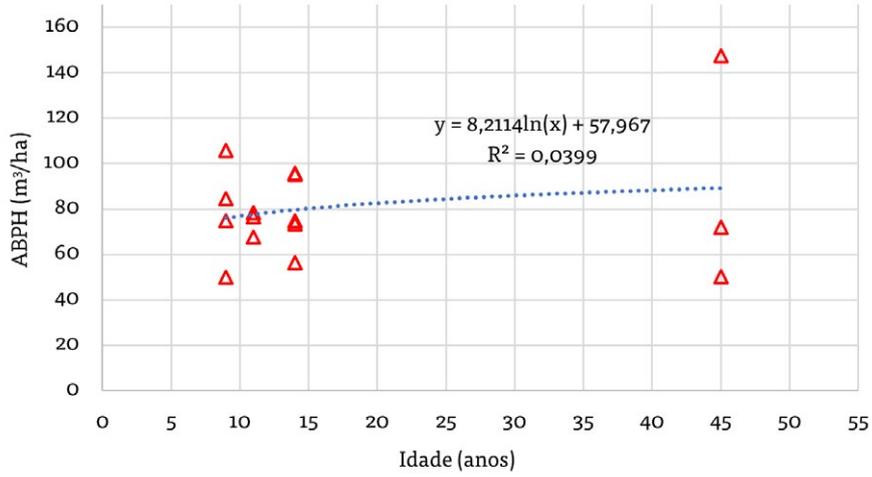
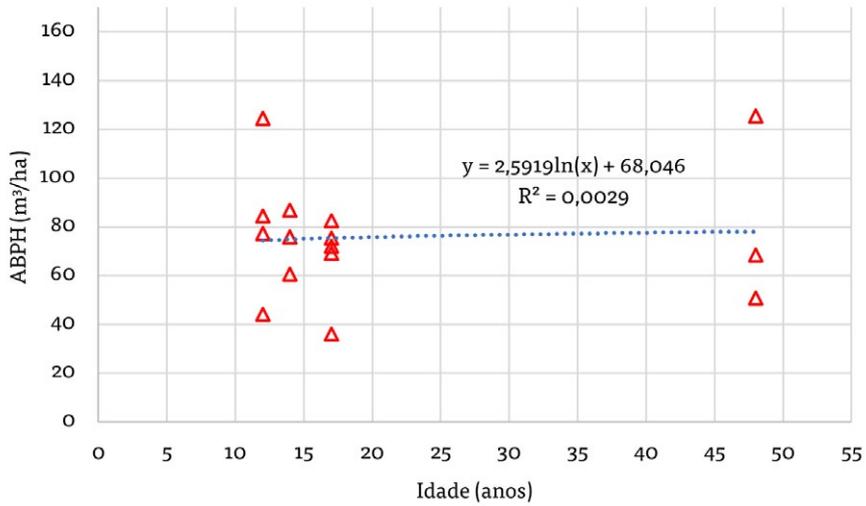


Figura 9. ABPH nas parcelas permanentes da UE Maturi.

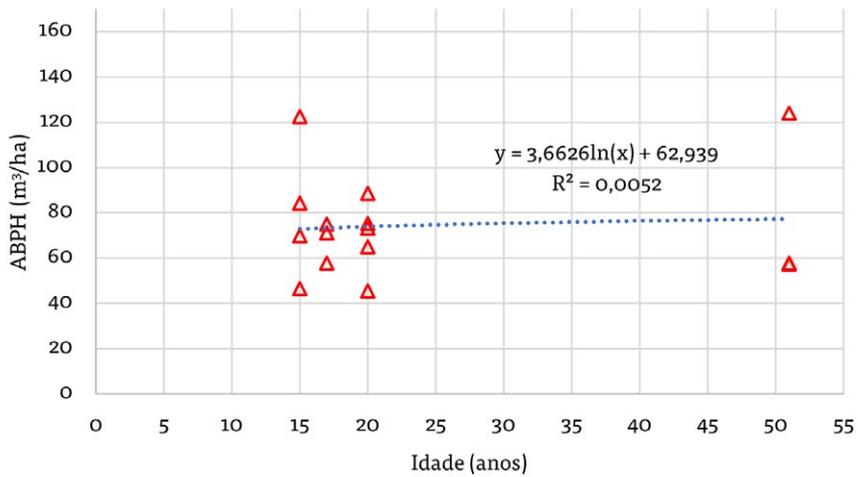
2005



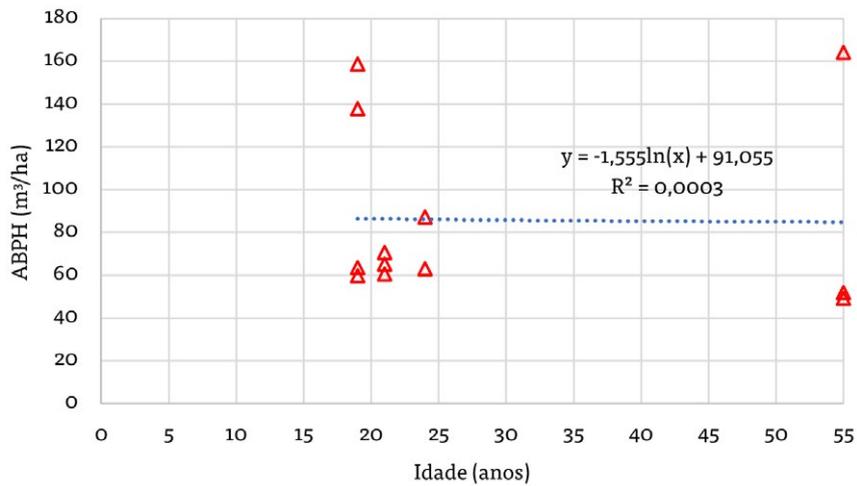
2008



2011



2015



Em resumo, a dinâmica dos talhões na Fazenda Maturi ao longo dos 10 a 15 anos após o corte é caracterizada por:

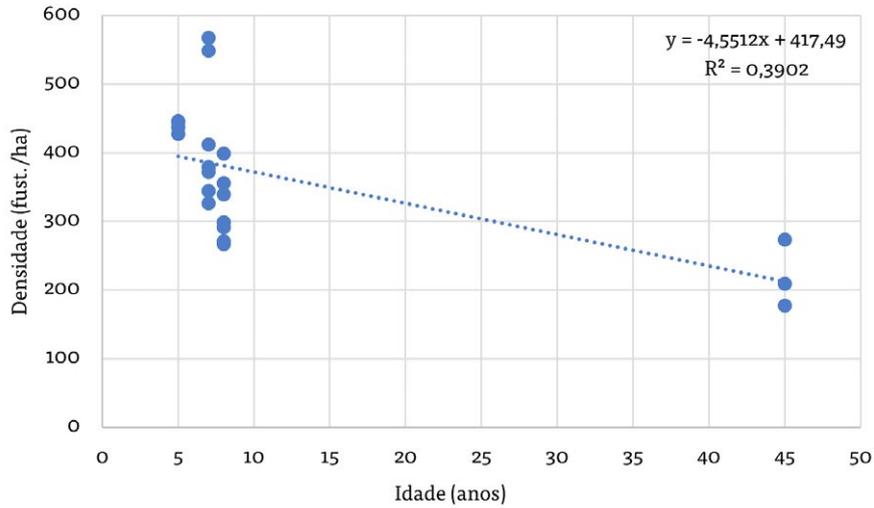
- > grande redução de número de fustes;
- > estagnação da Área Basal, com exceção de duas parcelas;
- > estagnação ou leve aumento do Volume Cilíndrico, exceto em duas parcelas;
- > alta variabilidade entre parcelas ou micro sítios.

3.1.2. Dinâmica da regeneração no PMFS da Fazenda Formosa

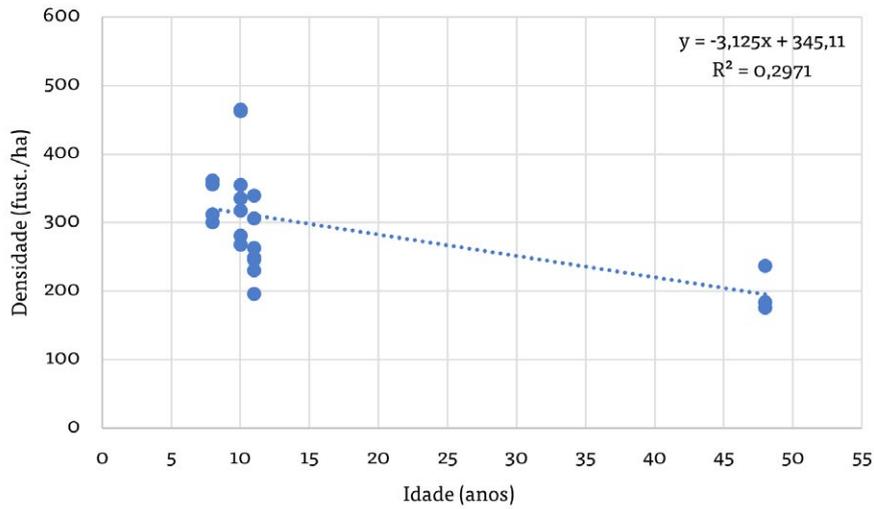
Nos talhões, o número de fustes caiu de 300-600 ind./ha em 2005 para 100-250 ind./ha em 2015. Na RL, o N caiu pouco: de 200-300 em 2005 para 150-200 em 2015. Evidentemente, a mortalidade foi alta nos talhões e muito baixa na RL. Em 2015 o N nos talhões (com idades de 15 a 18 anos) e na RL (com 55 anos) já era muito similar (Figuras 10 e 11).

Figura 10. Densidade versus idade nos talhões e RL na UE Formosa nas diversas medições realizadas.

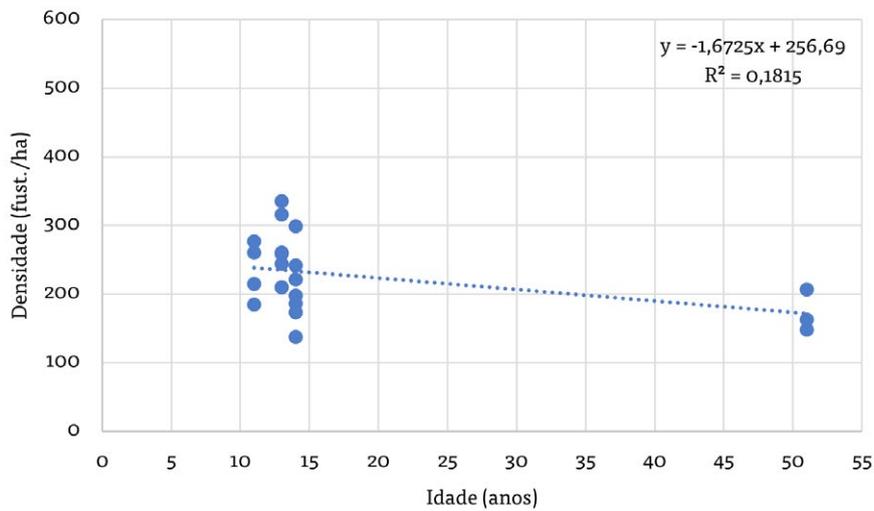
2005



2008



2011



2015

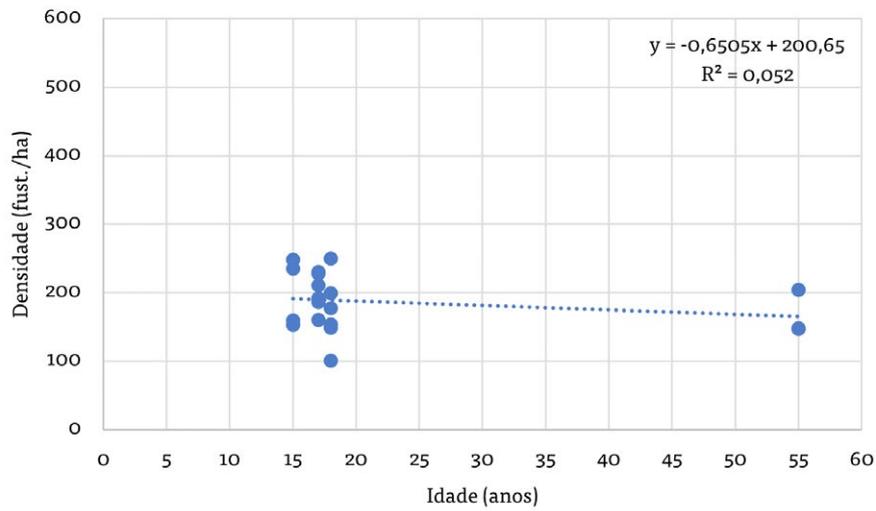
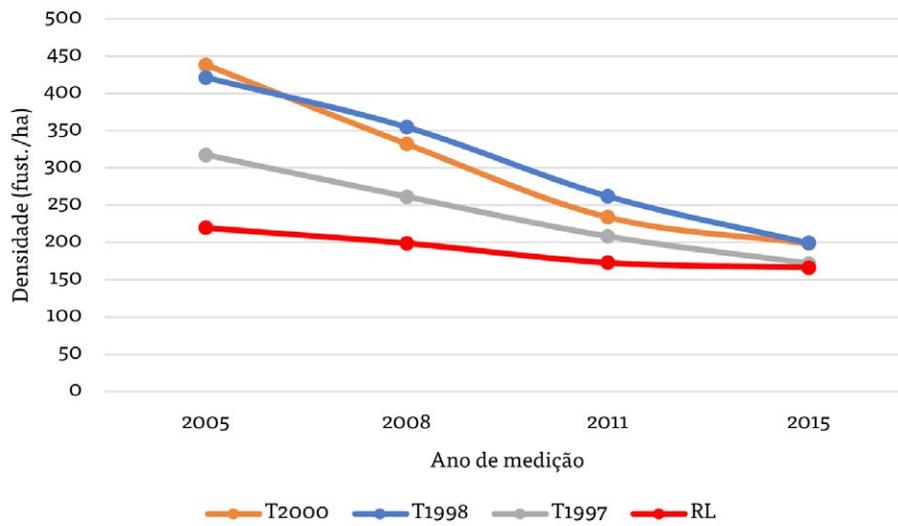
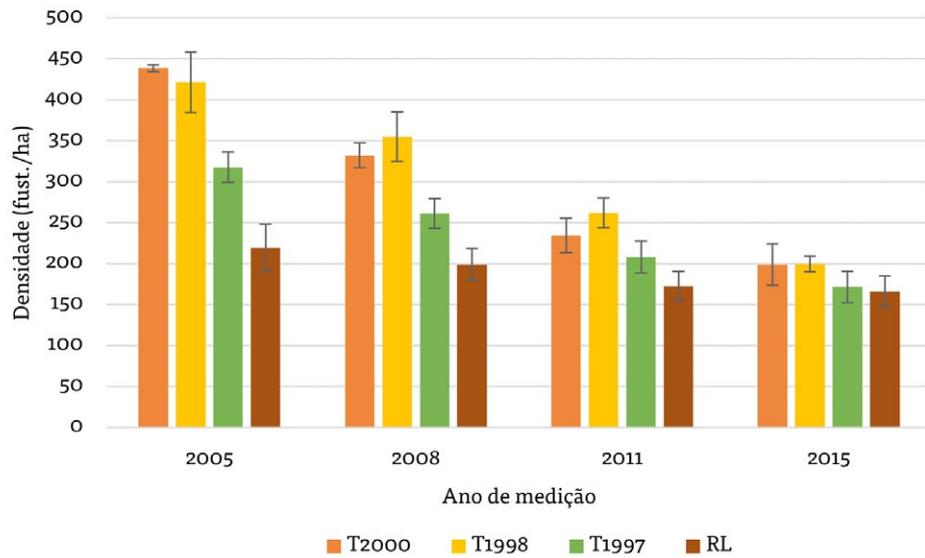


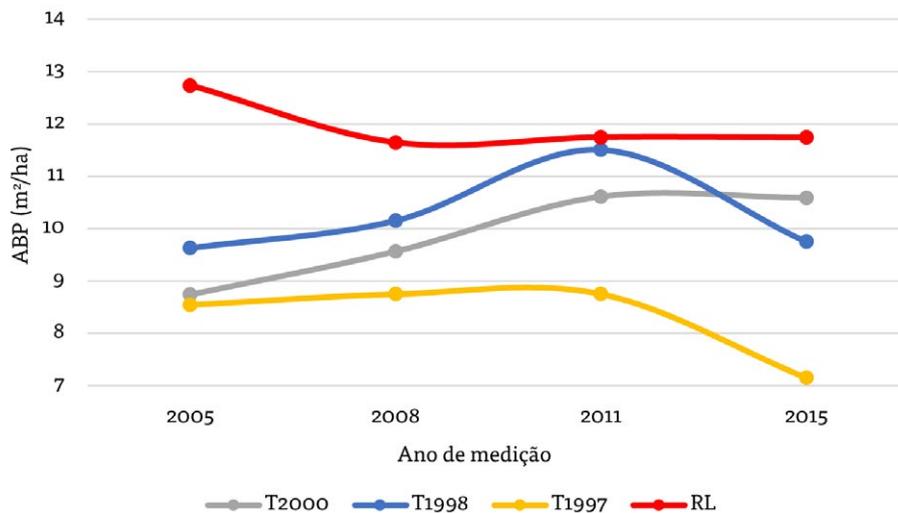
Figura 11. Dinâmica da densidade (ind./ha) na UE Formosa de 2005 a 2015.





Apesar da contínua queda do N nos talhões, a Área Basal (ABP) se manteve constante (7m²/ha a 11m²/ha). ABP também foi constante na RL, em um nível algo maior (de 12m²/ha a 13m²/ha). Não existe correlação significativa entre a idade das parcelas e a área basal, sugerindo que entre 6 e 20 anos pós-corte o tempo já não é um fator determinante para o estoque de biomassa. Evidentemente, a mortalidade é compensada pelo crescimento das árvores sobreviventes (Figura 12 e 13).

Figura 12. Dinâmica da ABP (m²/ha) na UE Formosa de 2005 a 2015.



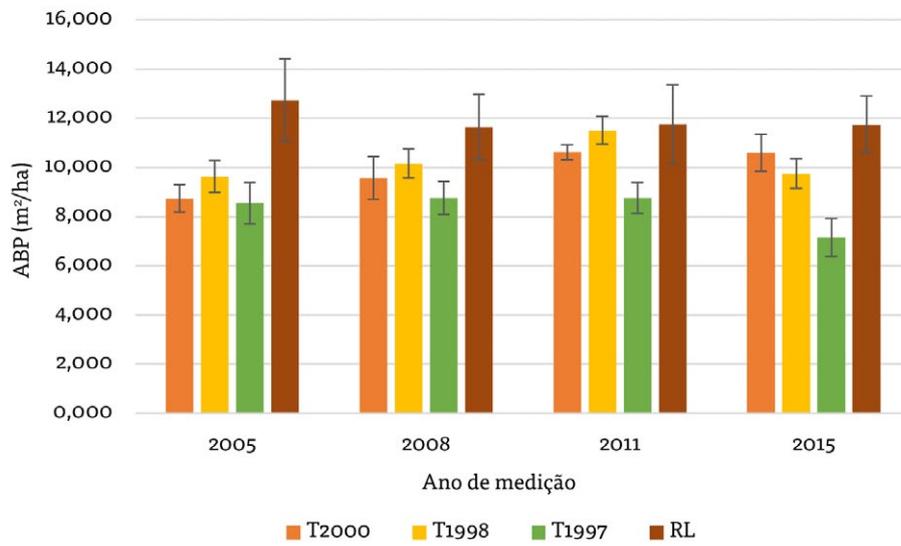
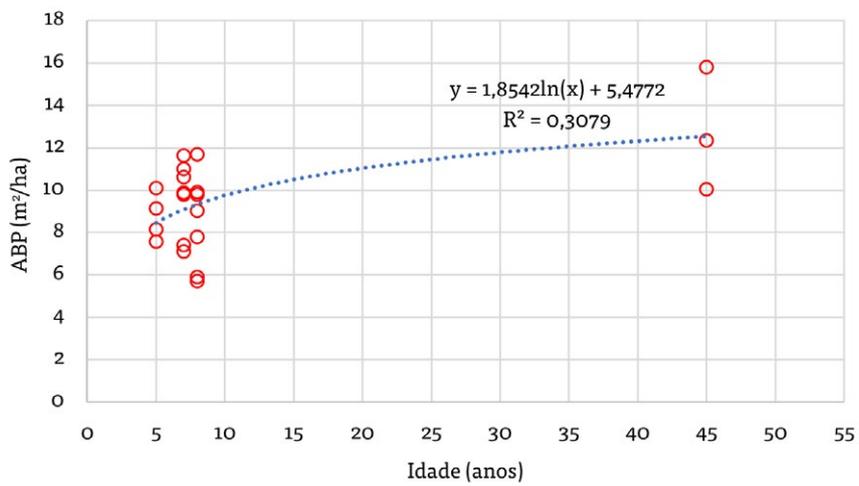
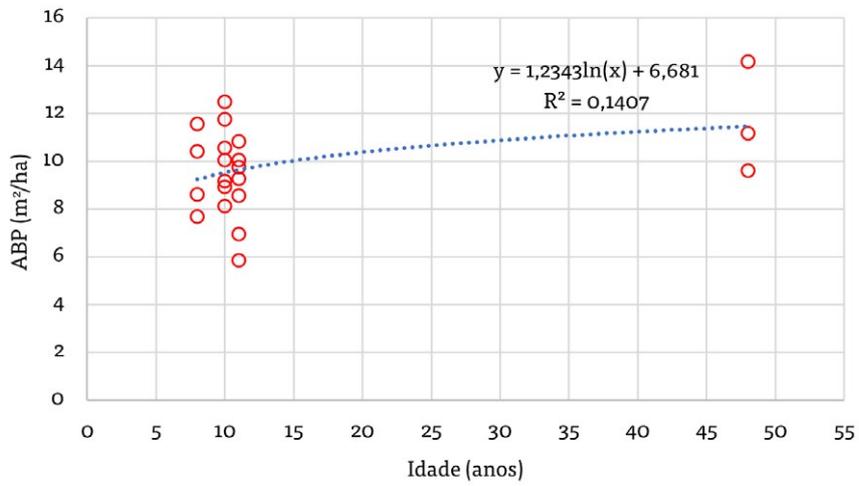


Figura 13. ABP versus idade nos talhões e RL na UE Formosa nas diversas medições realizadas

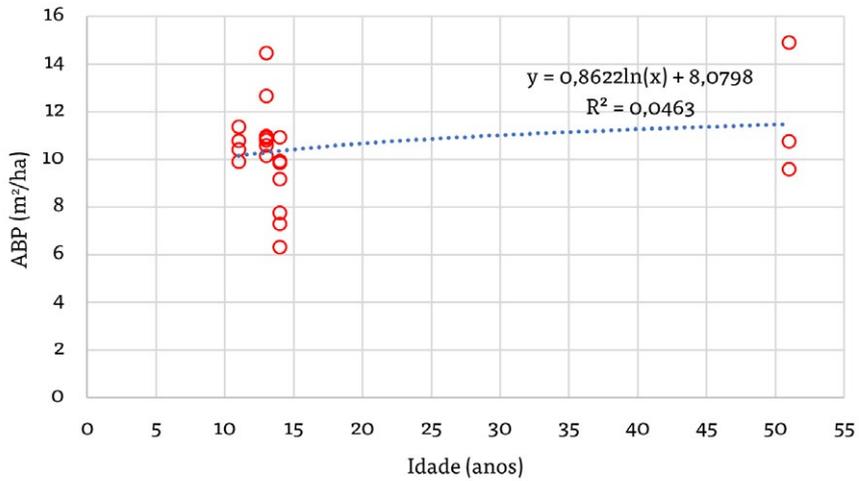
2005



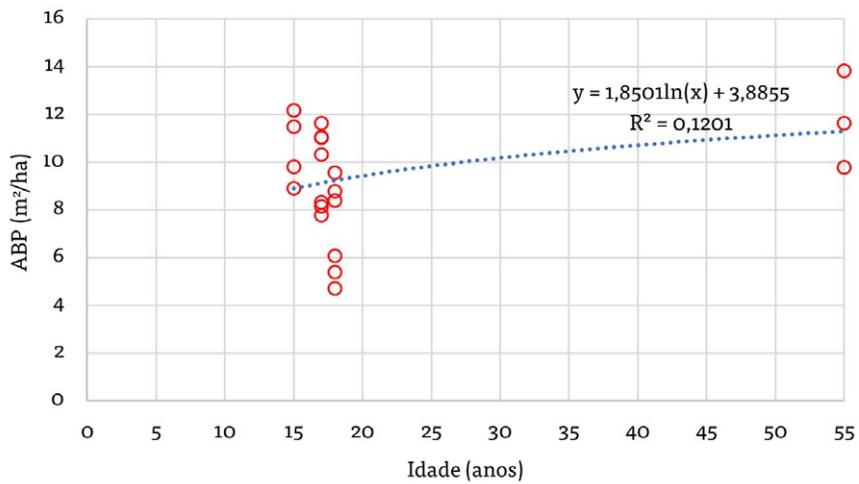
2008



2011



2015

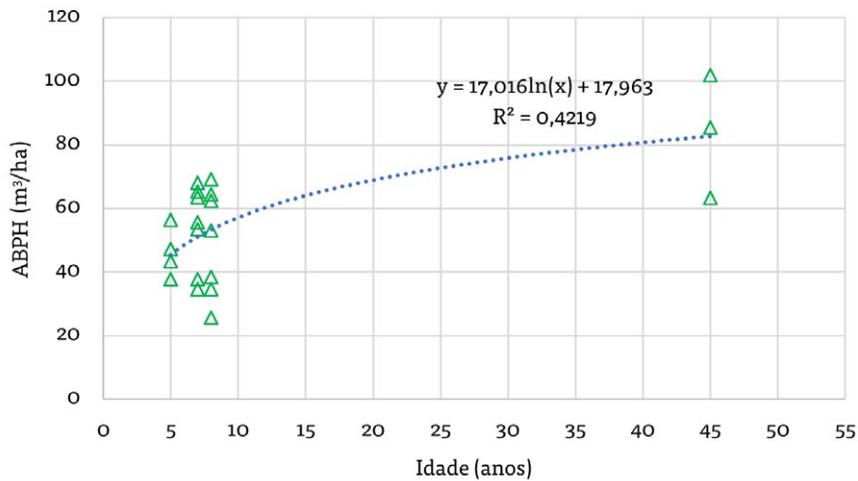


A dinâmica do volume cilíndrico (ABPH) teve um padrão diferenciado ao longo do período (Figura 14):

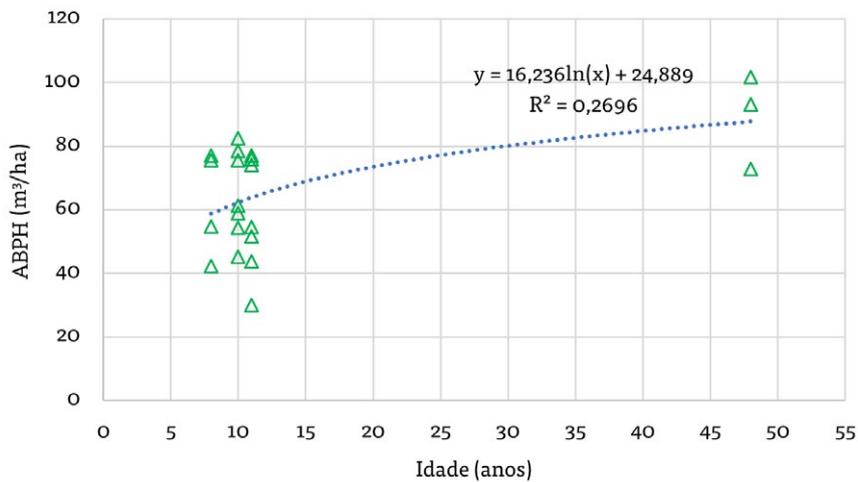
- > em um grupo de parcelas (Talhão 1997), a ABPH ficou estagnado entre 40 e 60 m³/ha;
- > em outro grupo, a ABPH progrediu continuamente de 60-70 m³/ha para 80-100 m³/ha em 2015;
- > as três parcelas da RL mantiveram o nível de 80 a 100 m³/ha.

Figura 14. ABPH (m³/ha) nas parcelas permanentes da UE Formosa.

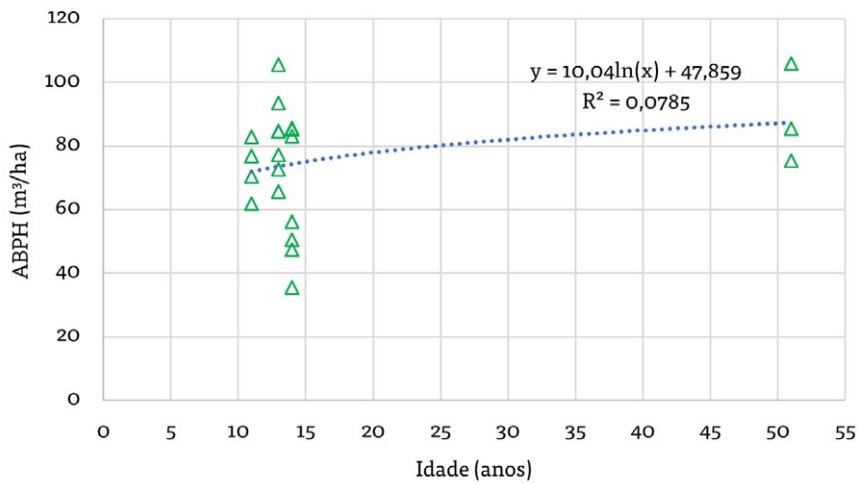
2005



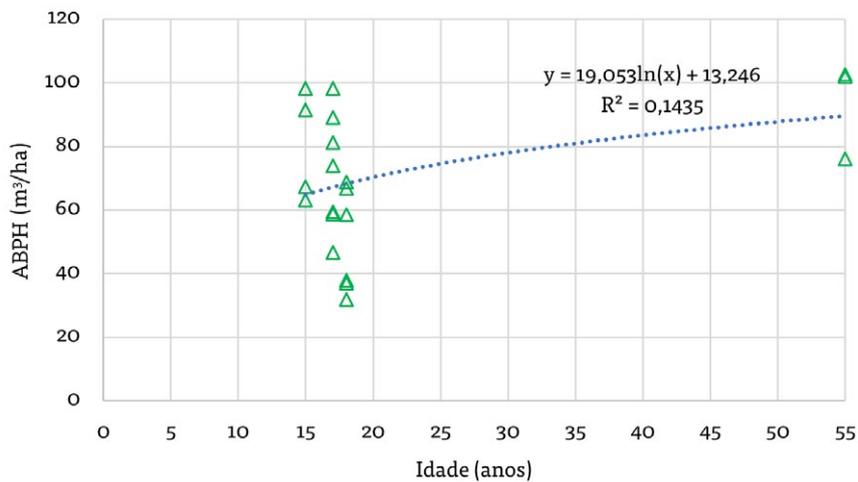
2008



2011



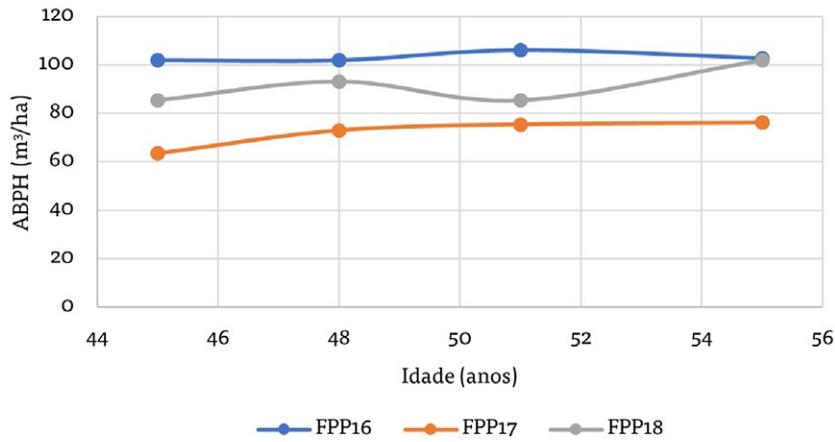
2015



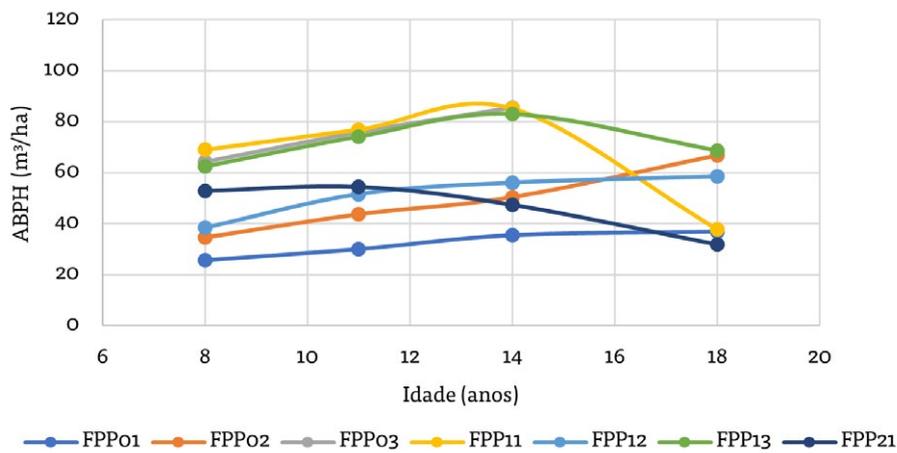
A dinâmica do volume (ABPH) nas parcelas da fazenda Formosa é apresentada na Figura 15. É notável a queda do estoque na maioria das parcelas dos talhões mais velhos, devida à crescente mortalidade da espécie Sabiá após 13 anos de idade. Em Formosa, diferente de Maturi, uma proporção alta do volume em pé corresponde ao Sabiá, uma árvore que, nessa localidade, segundo observações de campo, é de vida curta.

Figura 15. Dinâmica do Volume Cilíndrico (ABPH) nas parcelas de talhões e da RL na UE Formosa.

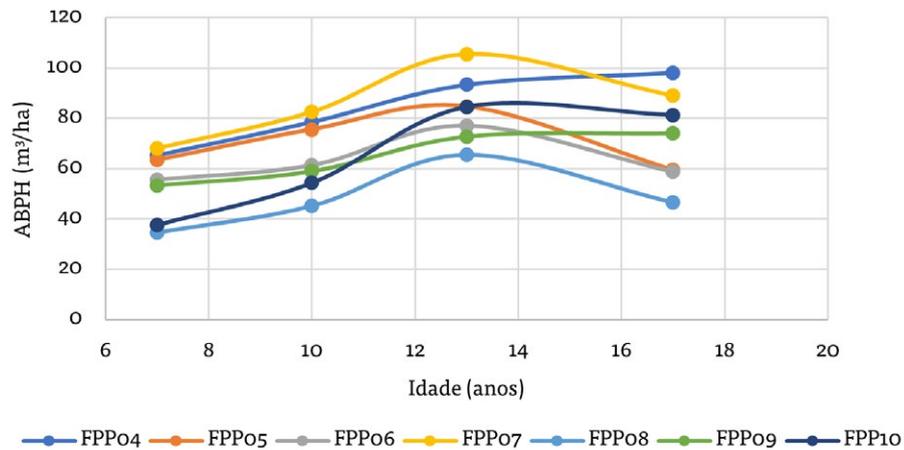
Reserva Legal



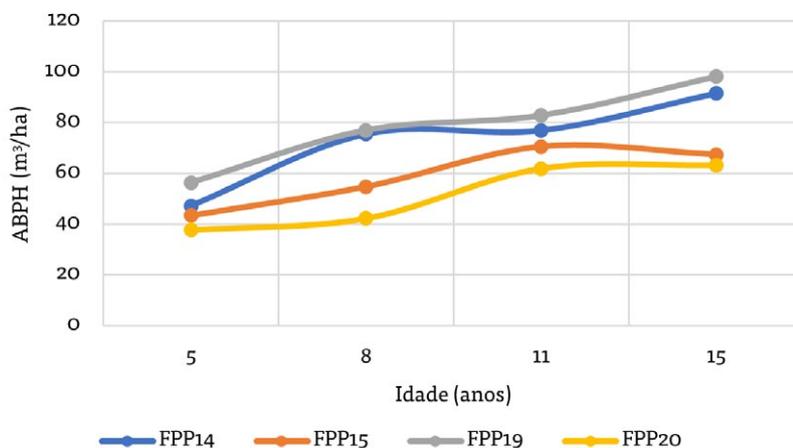
Talhão 1997



Talhão 1998



Talhão 2000



A progressiva redução do R^2 nas sucessivas medições sugere que o tempo desde o corte é um fator cada vez menos determinante do estoque nos talhões. Isto se deve à crescente dispersão dos dados, que indica grandes diferenças entre micro sítios em sua capacidade de acumulação de biomassa.

A dinâmica da vegetação arbórea na Fazenda Formosa nos 10 anos posteriores ao corte é caracterizada por:

- > grande redução de número de fustes nos talhões e manutenção na RL;
- > estagnação da Área Basal nos talhões e na RL;
- > estagnação ou queda do Volume Cilíndrico nos talhões com 17 e 18 anos;
- > crescimento ou estagnação do Volume Cilíndrico nos talhões com 15 anos;
- > estagnação do Volume Cilíndrico - ou leve aumento - na RL;
- > grande heterogeneidade entre parcelas ou micro sítios, tanto nos talhões quanto na RL.

3.2. Crescimento: dinâmica do IMA e IPA em Maturi

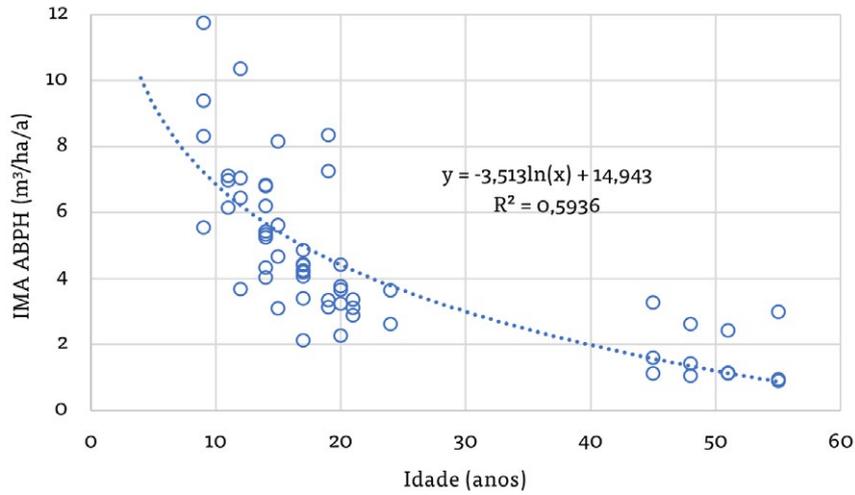
Para avaliar o crescimento da caatinga manejada foram considerados dois indicadores: IMA e IPA. As idades dos talhões são conhecidas e seus valores de IMA podem ser calculados sem erro. Para a Reserva Legal, foi assumida uma idade de 45 anos no início da série de medições.

3.2.1. Incremento Médio Anual em Maturi

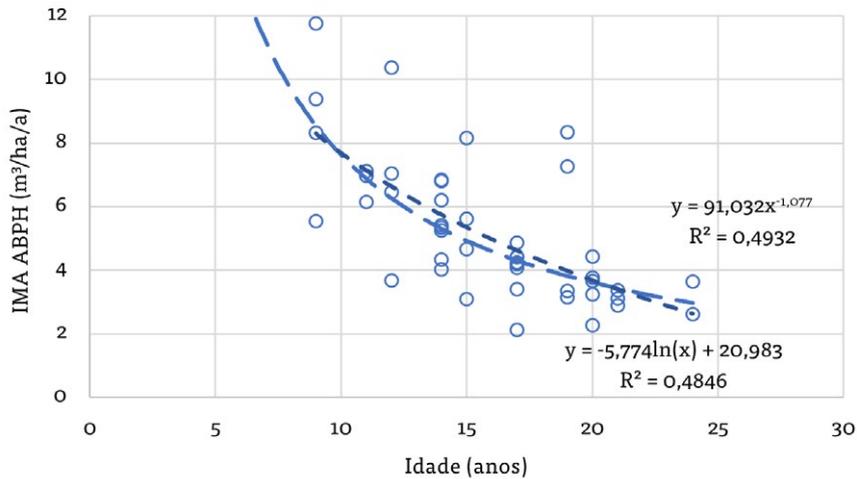
A Figura 16 apresenta os valores de IMA de cada parcela em 2015. O valor de R^2 indica que a idade pode explicar entre 48% e 59% da variação do IMA. Desconsiderando os valores da RL, o índice de correlação é menor, porém resulta ainda medianamente significativo. Após 20 anos, o IMA nos talhões se assemelha ao da RL.

Figura 16. IMA na UE Maturi na medição de 2015.

IMA nos talhões e RL



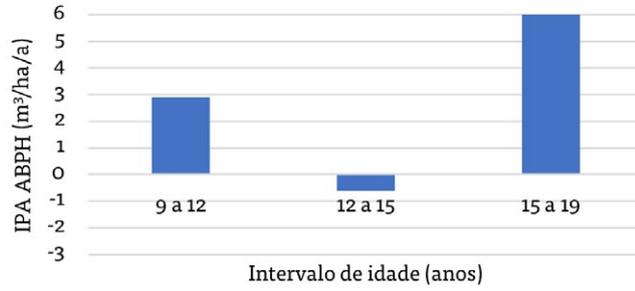
IMA nos talhões



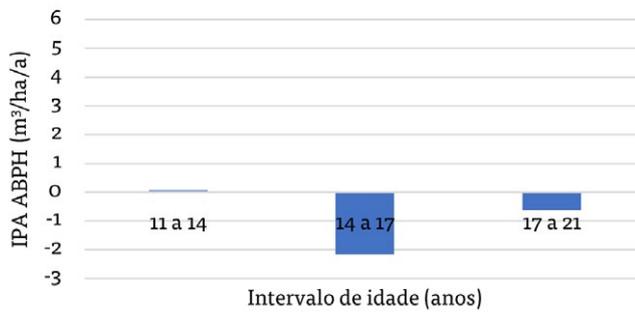
O IPA nos talhões e na RL de Maturi teve um padrão pouco consistente, que incluiu valores negativos, próximos a zero e positivos nos mesmos períodos de medição (Figura 17).

Figura 17. IPA nos talhões e Reserva Legal da UE Maturi nos três períodos de medição.

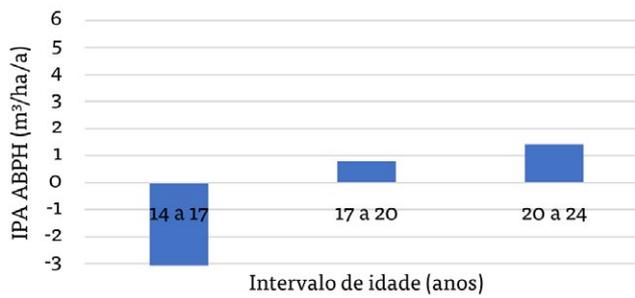
T1996



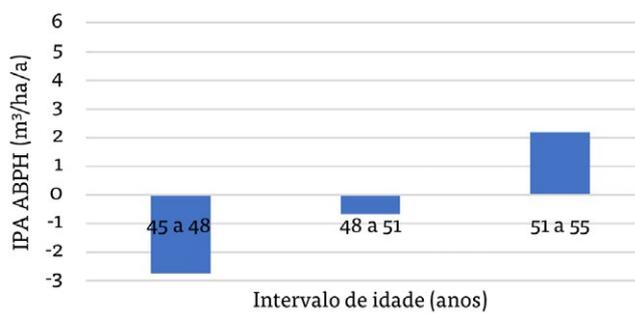
T1994



T1991



RL

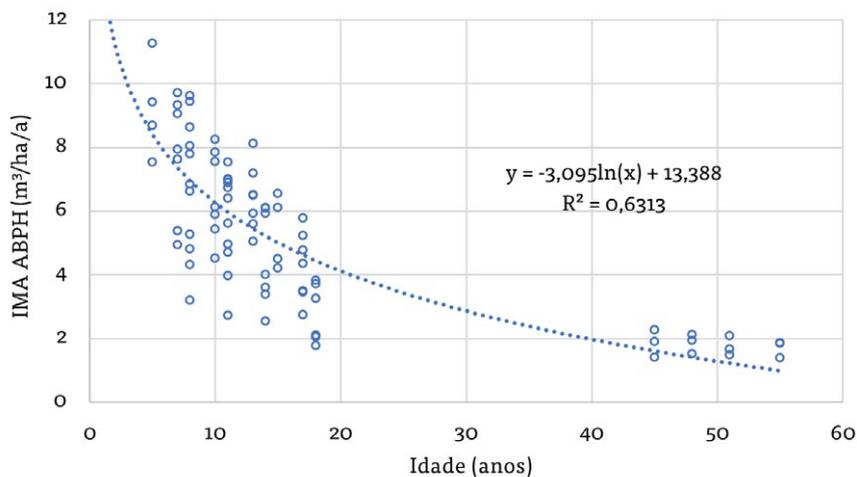


3.2.2. Incremento Médio Anual em Formosa

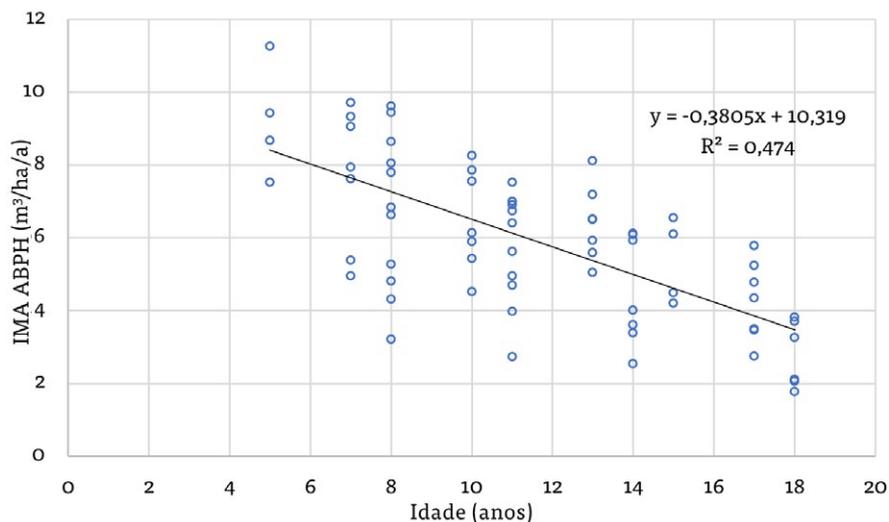
A Figura 18 apresenta os valores de IMA de cada parcela em 2015. O IMA caiu consistentemente desde os 5 até os 18 anos de idade. O alto valor de R^2 indica que o tempo desde o corte é a causa principal da queda do IMA ao longo do período de medição, como lógica consequência de dividir estoques constantes por idades crescentes.

Figura 18. Dinâmica do IMA na UE Formosa na medição de 2015.

IMA nos talhões e RL



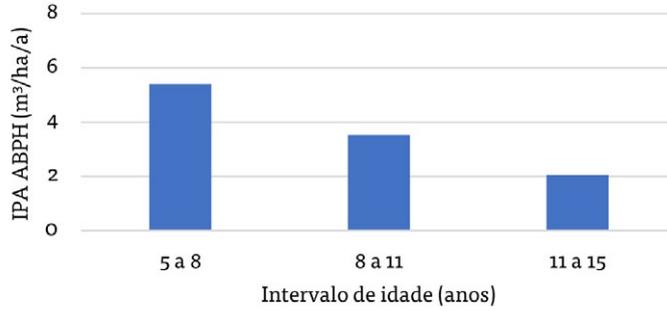
IMA nos talhões



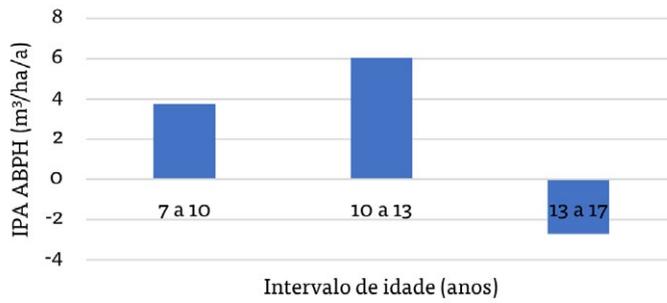
A Figura 19 ilustra a dinâmica do IPA em Formosa, com valores sempre positivos no Talhão 2000 e negativos no último período dos talhões 1998 e 1997. Na RL, o IPA tem valores pequenos, alternando positivos e negativos.

Figura 19. IPA nos talhões e Reserva Legal da UE Formosa nos três períodos de medição.

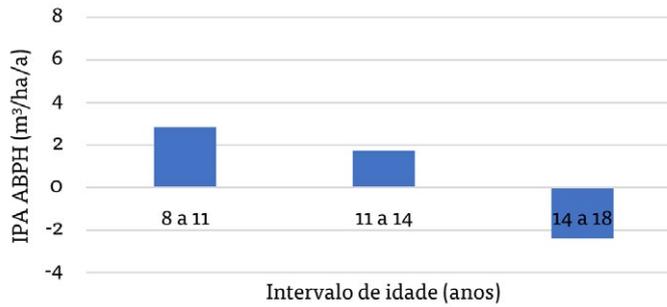
T2000



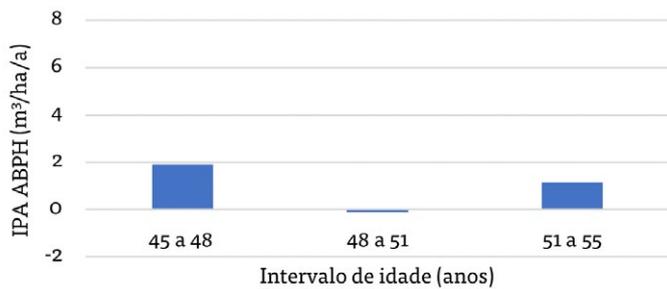
T1998



T1997



RL



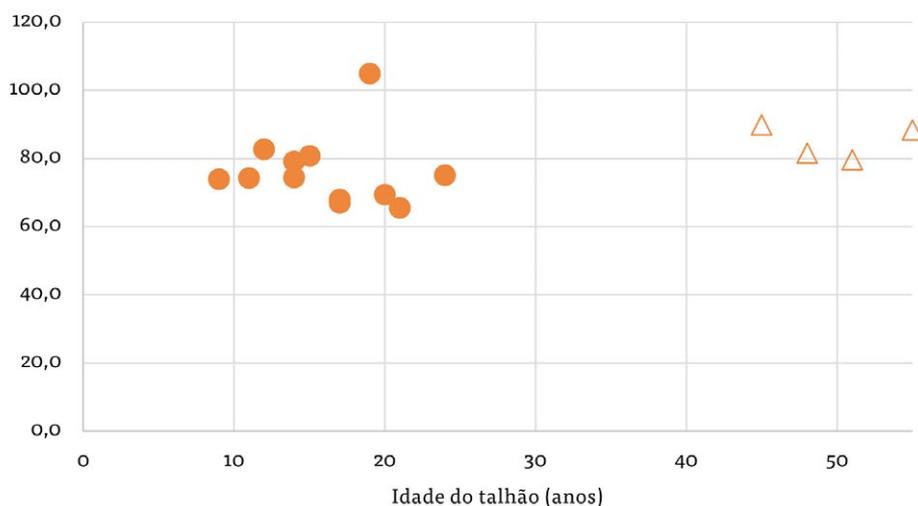
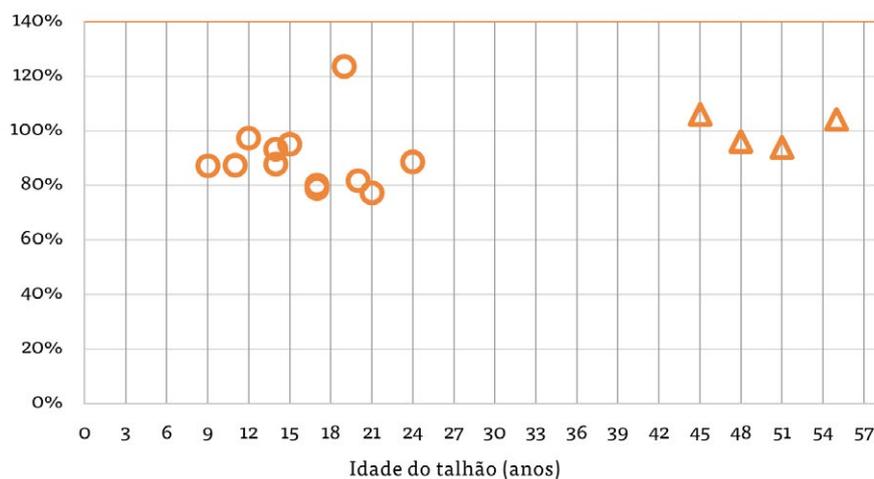
3.3. Recuperação do estoque

3.3.1. Recuperação do estoque em Maturi

Por falta de informação sobre o estoque pré-corte, compararam-se os estoques dos talhões como percentuais dos estoques da Reserva Legal. Não há correlação com a idade (Figura 20). Avaliar a recuperação de estoques comparando sítios diferentes não parece justificado, visto que na própria RL existem três níveis de estoque original. Para calcular a relação entre talhões e RL foi utilizada a média das parcelas da RL.

Os estoques médios dos talhões foram mais ou menos constantes entre 9 e 24 anos de idade, ficando entre 80% e 100% dos valores da RL, com um talhão atingindo 124% o.

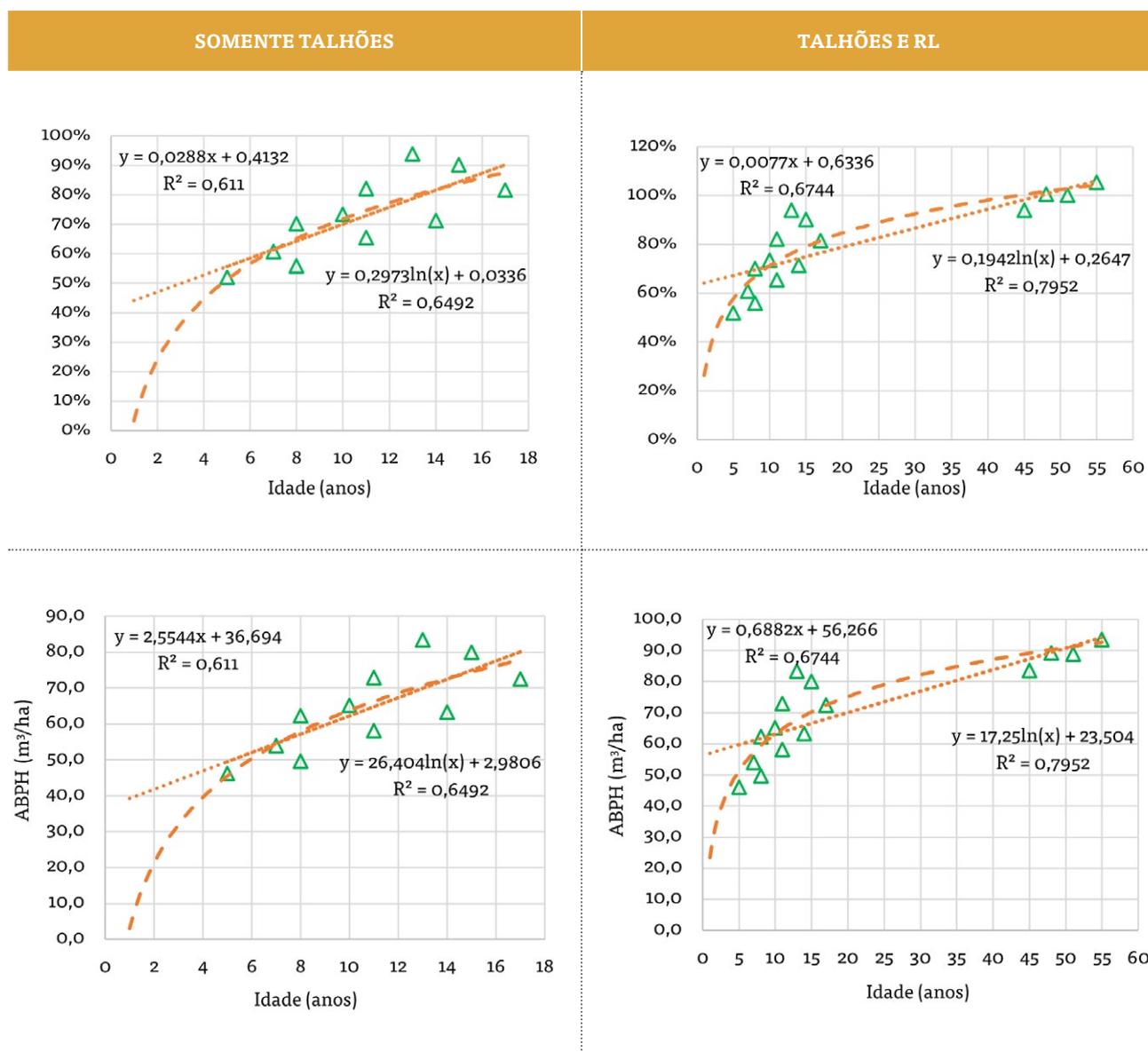
Figura 20. Recuperação do estoque na UE Maturi em função da idade.



3.3.2. Recuperação do estoque em Formosa

A Figura 21 mostra a relação percentual entre estoques dos talhões e da RL em função da idade. Em Formosa, com talhões de menor idade, a correlação é maior que em Maturi, porque os estoques continuaram aumentando entre 10 e 15 anos de idade, quando atingiram valores próximos aos da RL. A função logarítmica tem menor ajuste que a linear, porém é biologicamente mais plausível.

Figura 21. Dinâmica dos estoques (ABPH% e m³/ha) nos talhões em relação com a RL, Formosa, 2005 a 2015.



3.4. Distribuição diamétrica: situação pré-corte e dinâmica posterior

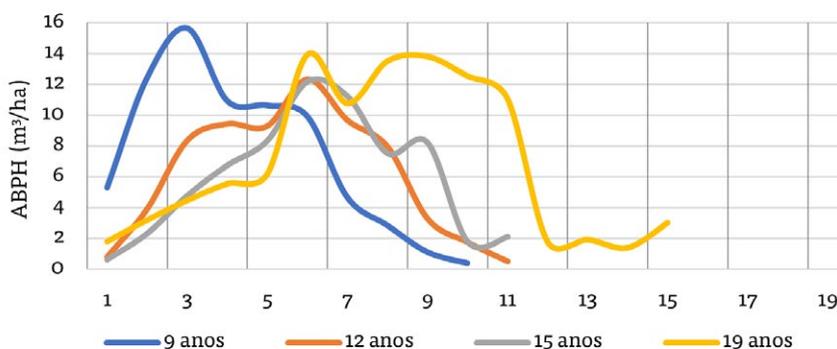
3.4.1. Distribuição diamétrica em Maturi.

A Figura 22 apresenta a distribuição do volume cilíndrico em classes de diâmetro de 01cm nas medições sucessivas dos três talhões e da RL. Na RL, a distribuição do volume é mais ou menos homogênea e as diferenças entre as curvas das medições sucessivas parecem aleatórias. Vale notar que o volume em classes de DAP maiores que 12cm é 52% do total, mesmo depois de 45 anos.

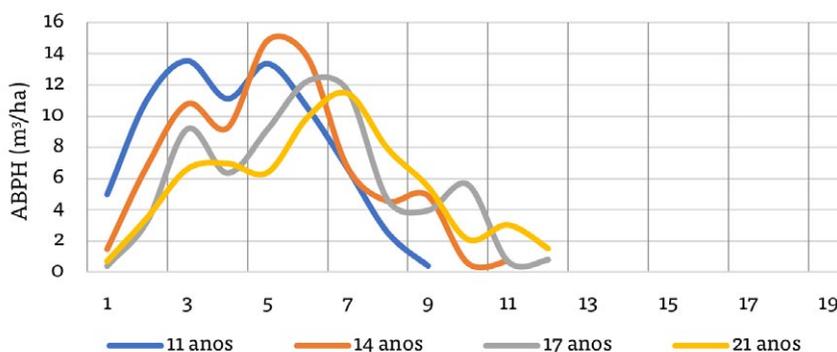
Nos talhões, as curvas de distribuição se deslocam para diâmetros maiores nas sucessivas medições, com dominância das classes de 7cm a 12cm em 2015. As áreas abaixo das diferentes curvas são similares porque o volume total foi bastante constante ao longo do período de medição. O volume em classes menores que 13cm varia entre 97% e 82% do total.

Figura 22. Distribuição do Volume Cilíndrico por classe de diâmetro (DAP, em cm) na UE Maturi.

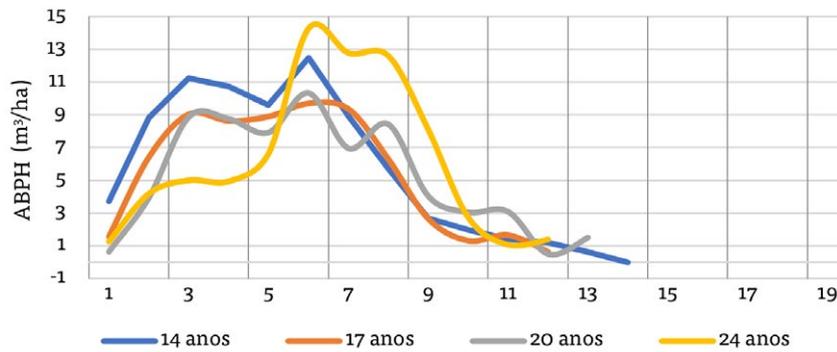
T1996



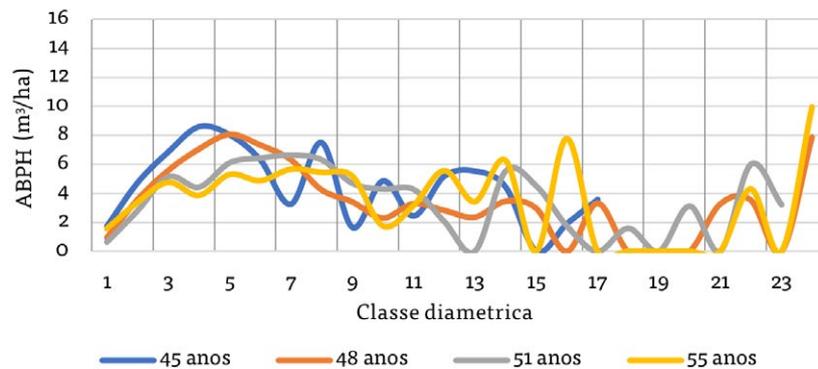
T1994



T1991



RL

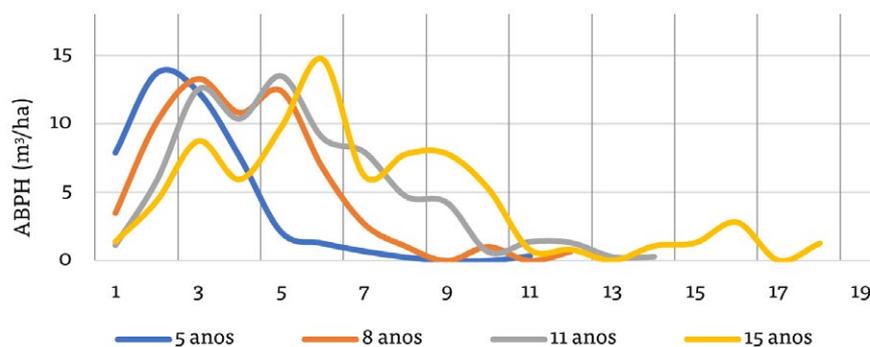


3.4.2. Distribuição diamétrica em Formosa

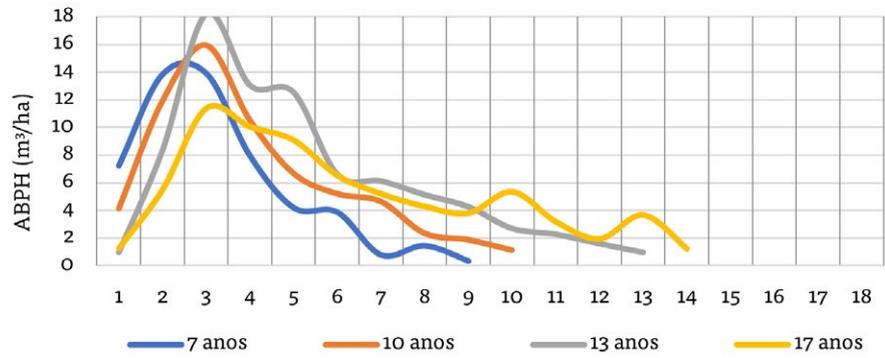
A distribuição diamétrica pré-corte não é conhecida. As medições sucessivas do mesmo talhão mostram deslocamento das curvas de distribuição no sentido dos diâmetros maiores (Figura 23). Em 2015, a maior parte do volume (90% a 91%) está abaixo dos 12cm de DAP, dependendo do talhão. A distribuição na RL é mais homogênea, com 63% do volume até 12cm de DAP.

Figura 23. Distribuição do Volume Cilíndrico por classe de diâmetro (DAP, em cm) em Formosa.

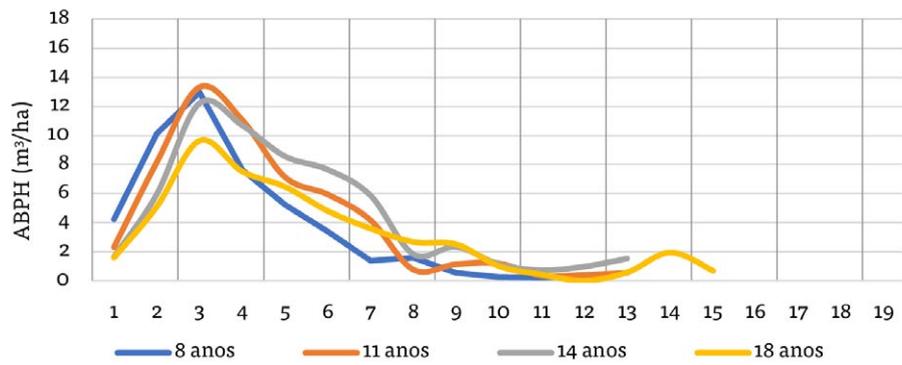
T2000



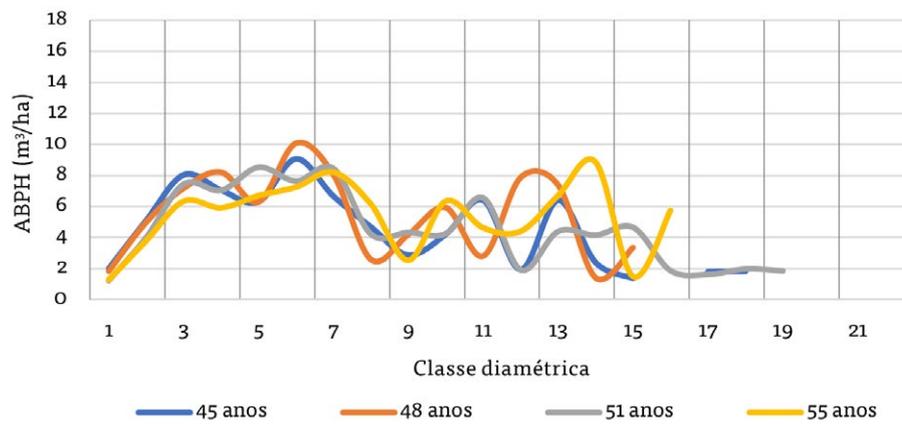
T1998



T1997



RL

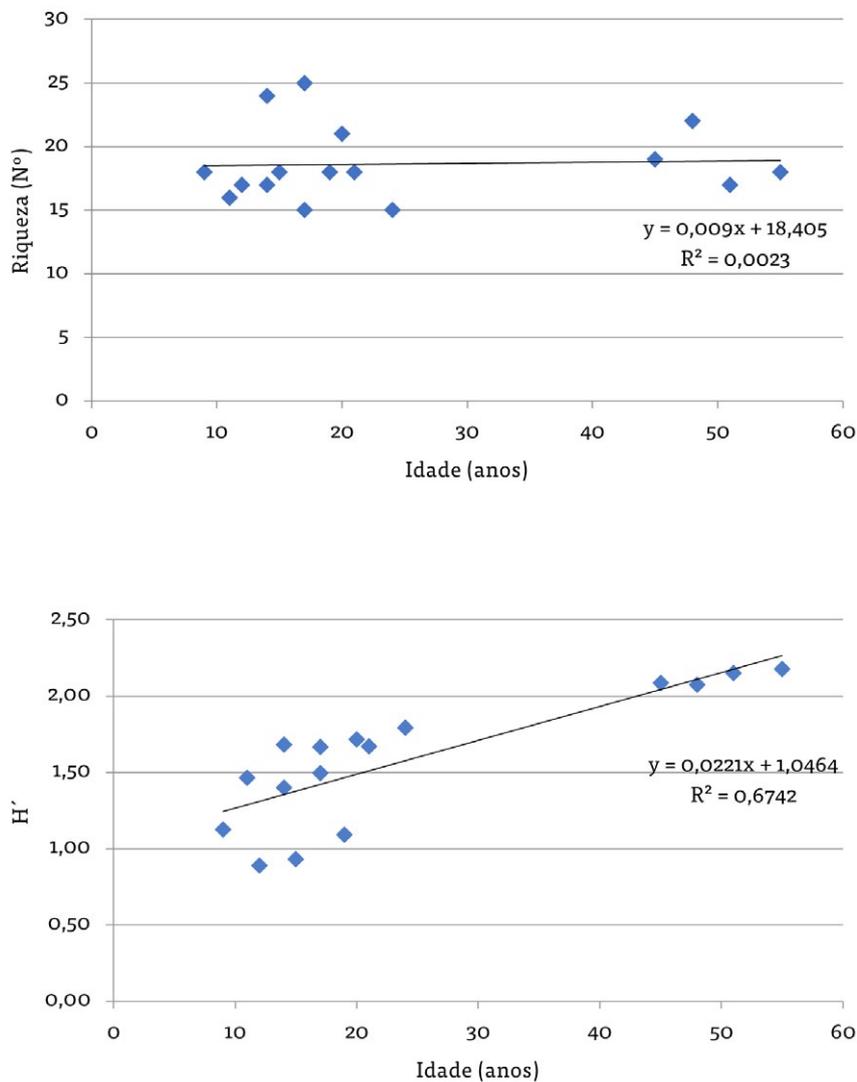


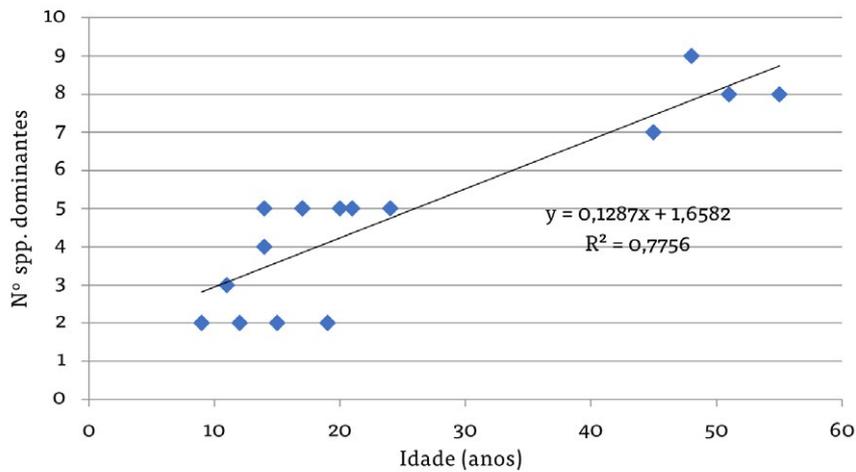
3.5. Diversidade: dinâmica da riqueza e dominância

3.5.1. Diversidade em Maturi

A Figura 24 apresenta as dinâmicas de riqueza, Índice de Shannon e número de espécies dominantes. A riqueza variou de 15 a 25 espécies nos talhões e de 16 a 22 na RL. O Índice de Shannon foi maior na RL, onde o número de espécies dominantes é mais alto (7 a 9, contra 2 a 5 nos talhões). O efeito do corte foi manter ou aumentar o número de espécies presentes nos talhões, porém concentrando a biomassa em poucas espécies dominantes.

Figura 24. Dinâmica da riqueza e diversidade nos talhões e RL na UE Maturi.



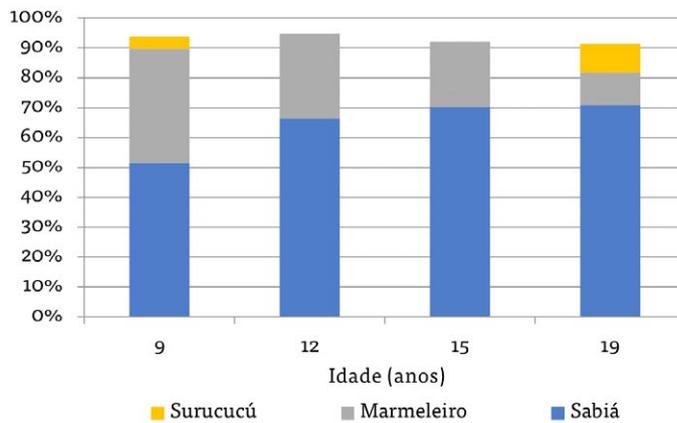


A dominância é muito diferente nos três talhões: cada um tem o seu arranjo de espécies dominantes, com Sabiá em primeiro lugar, sem evidências de sucessão. Na RL, a dominância de Pau-branco aumentou, o Marmeleiro reduziu e o Sabiá está ausente.

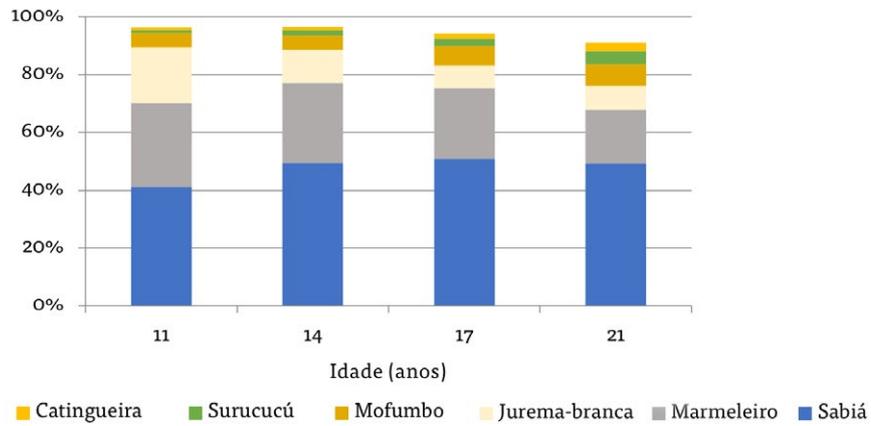
A Figura 25 apresenta os dados das espécies dominantes (que acumulam 90% ou mais da dominância). Os dados completos são apresentados no Anexo I.

Figura 25. Dinâmica da dominância em três talhões e na RL na UE Maturi.

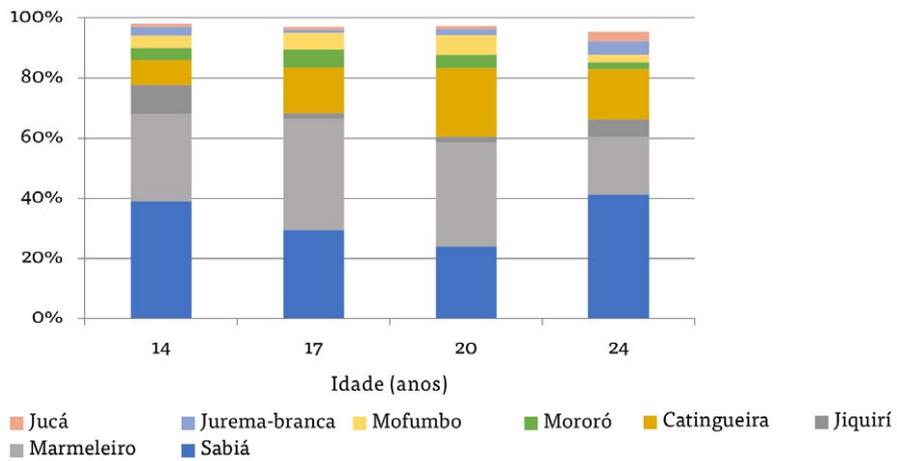
T1996



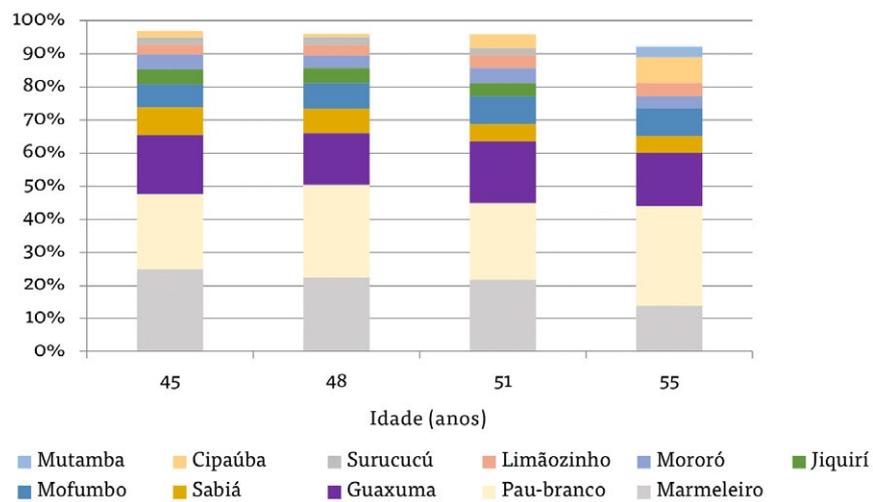
T1994



T1991



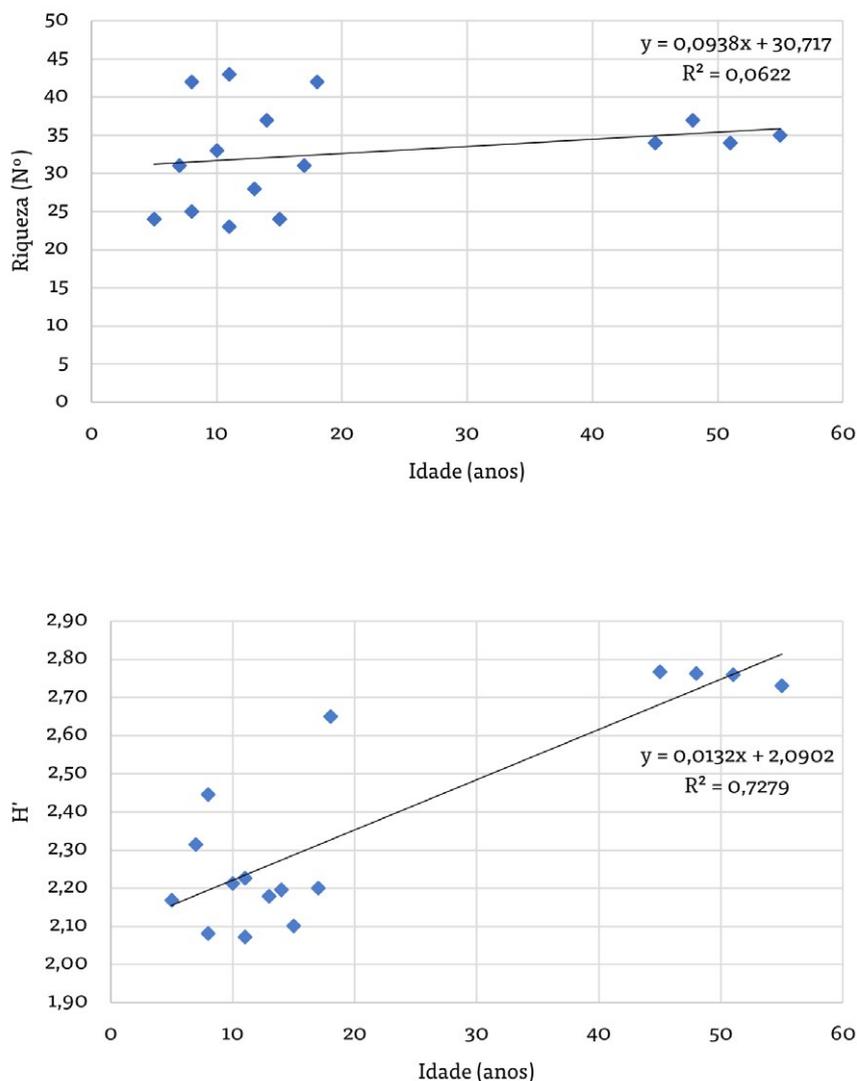
RL

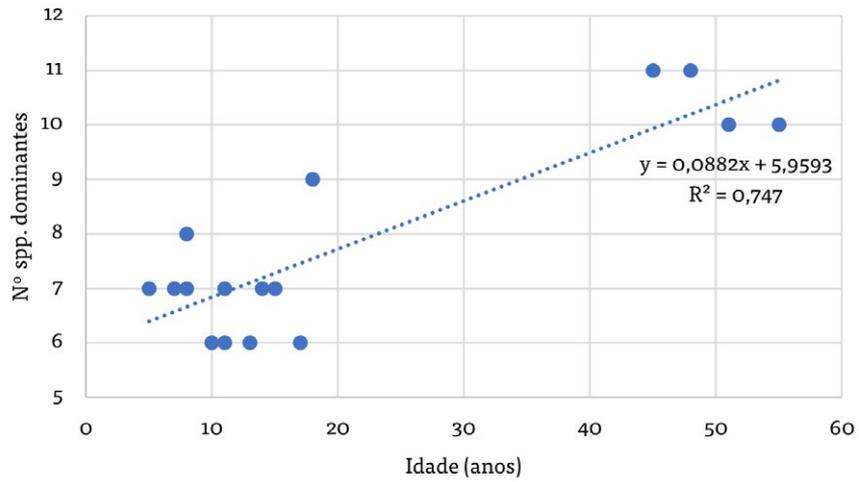


3.5.2. Diversidade em Formosa

A Figura 26 apresenta as dinâmicas de riqueza, Índice de Shannon e número de espécies dominantes. A riqueza variou de 20 a 45 espécies nos talhões e de 30 a 40 na RL. O Índice de Shannon foi maior na RL, onde o número de espécies dominantes é mais alto (10 a 11 contra 6 a 9 nos talhões). O efeito do corte foi manter ou aumentar o número de espécies presentes, porém concentrando a biomassa em poucas espécies dominantes.

Figura 26. Dinâmica da riqueza e diversidade nos talhões e RL na UE Formosa.

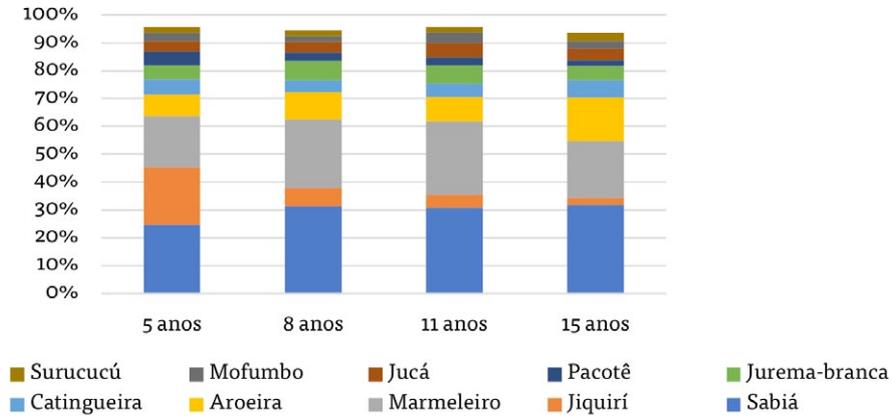




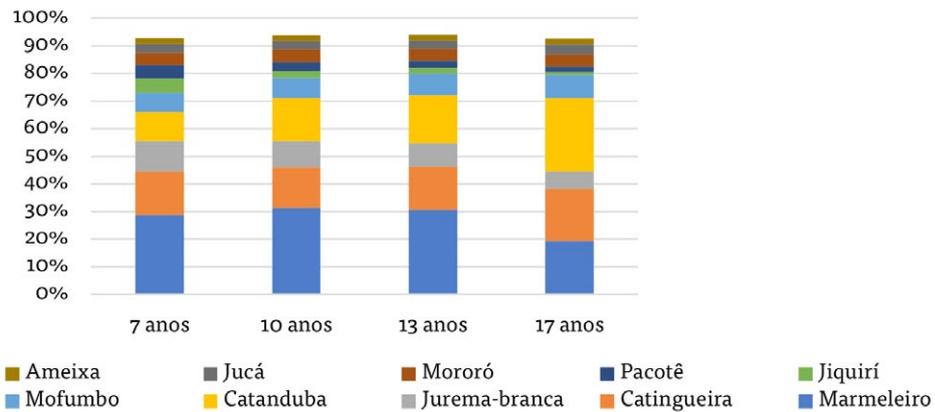
A composição e dominância são completamente diferentes nos talhões e na Reserva Legal. Aliás, cada talhão tem um padrão próprio de dominância, que mudou muito pouco nos dez anos de medições sucessivas (Figura 27).

Figura 27. Dinâmica da dominância em três talhões em RL de Formosa.

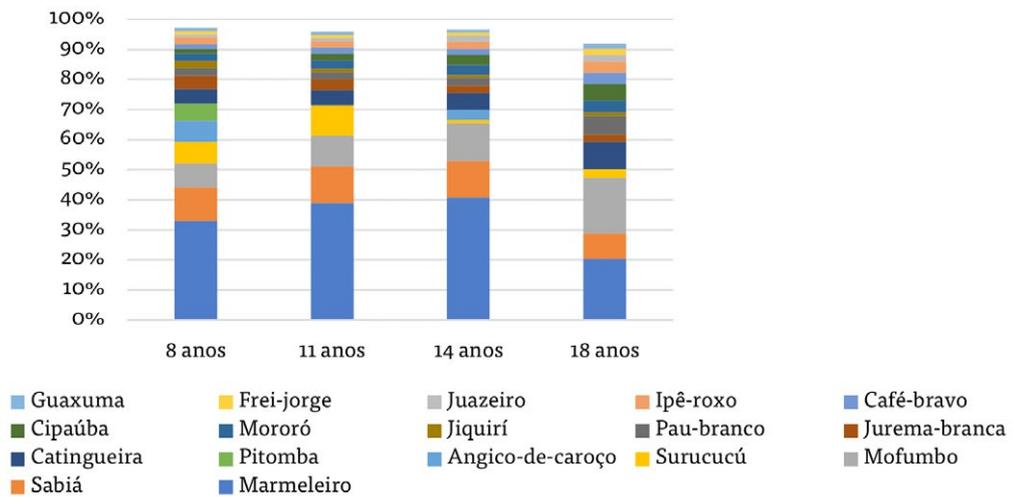
T2000



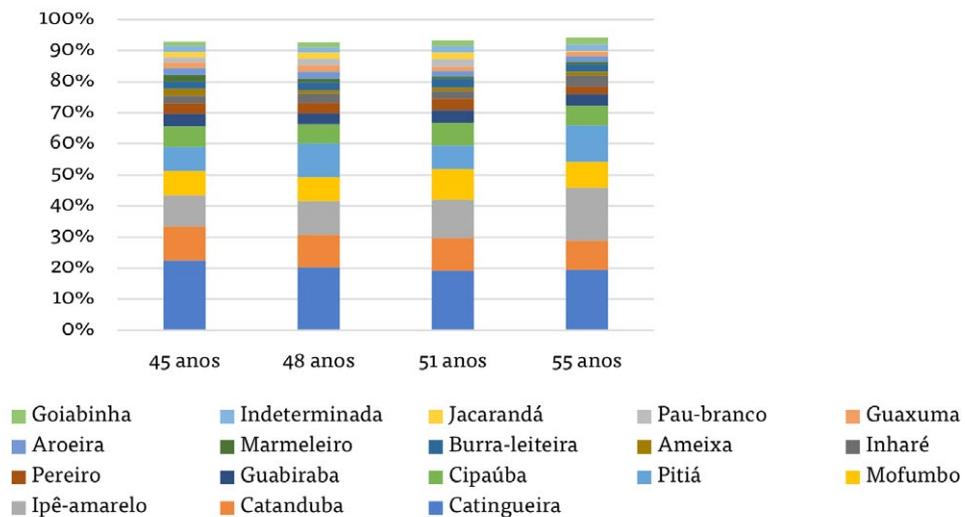
T1998



T1997



RL





4. RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DE PESQUISA

(a) *Como variam a riqueza e diversidade do estrato arbóreo e da regeneração no tempo?*

A riqueza do estrato arbóreo é diferente em cada um dos talhões, onde o número total de espécies vai de 15 a 45 e não mudou ao longo do tempo desde o corte. Na RL, a riqueza é de 16 a 40 espécies, muitas delas diferentes das encontradas nos talhões, e sem perda nem ganho no número de espécies ainda que tenha havido mudanças na dominância relativa. É provável que a composição florística da RL e de cada talhão já fosse diferente antes de aplicar o corte. As diferenças observadas entre talhões não são resultado do tempo desde o corte, visto que houve escassas variações nos 10 anos de medições repetidas.

(b) *Pode-se comparar medições repetidas com crono-sequências de sítios diferentes?*

Em termos de **riqueza e dominância**, os resultados de medições repetidas nos mesmos talhões são muito parecidos entre si e muito diferentes da RL. Assim, uma crono-sequência de talhões não pode substituir uma série temporal de medições repetidas para avaliar a dinâmica da diversidade, visto que se trata de comunidades diferentes.

A dinâmica da **acumulação de biomassa** (crescimento de árvores vivas + recrutamento - mortalidade) teve padrões diferentes e próprios em cada uma das parcelas permanentes. Em Maturi, houve um padrão geral de estagnação e poucas PP continuaram crescendo até 2015. Em Formosa, as diferenças entre parcelas estagnadas e em crescimento são maiores e muitas continuaram crescendo até 2015. Estes padrões individuais de crescimento das parcelas não são percebidos analisando somente as médias dos talhões. Também para essa variável, a crono-sequência não pode substituir as medições repetidas em PP.

(c) *Como variam as taxas de crescimento em função do tempo, o estoque original, o solo e outros fatores?*

As taxas de crescimento nos talhões cortados, tanto em Maturi quanto em Formosa, foram sempre decrescentes, com valores de IMA e IPA (em parcelas com idade > 5 anos) caindo ao longo dos dez anos de medição. No final do período, várias parcelas apresentaram IPA negativo.

Na RL, o IPA foi sempre pequeno, alternando entre valores positivos e negativos.

O fator mais importante no crescimento do período estudado foi a mortalidade, notadamente alta do Sabiá. Onde esta espécie é dominante, o IPA depois de 12-13 anos foi negativo.

(d) *Quais são as taxas de recrutamento e mortalidade?*

Estas análises não foram realizadas, ainda que os dados permitam quantificar recrutamento e mortalidade em nível de árvores individuais.

(e) *É possível recuperar o estoque inicial dentro do ciclo de corte?*

O estoque original de cada talhão nestes dois PMFS não é conhecido. A comparação dos estoques dos talhões com os da RL não é válida uma vez que a situação pré-corte é desconhecida e há alta variabilidade ao nível de sítio e micro sítio (parcela). Assim, a recuperação do estoque original somente pode ser estimada a partir do inventário pré-corte. Como o erro provável deste é 20%, a estimativa da recuperação terá um erro igual ou maior.

Considerando que no período 2011-2015 muitos talhões perderam estoques e que nas parcelas individuais o volume estagnou ou caiu depois de 13 anos de idade, conclui-se que o nível mais alto de recuperação em cada parcela/talhão ocorreu nessa idade que não é, necessariamente, igual ao estoque da Reserva Legal.

(f) *Como muda a distribuição da biomassa por classes de diâmetro ao longo do tempo?*

Em ambos os PMFS, a distribuição por CD foi concentrando volume nas classes maiores nas medições sucessivas. Após 15 anos ou mais, 80%-90% do volume nos talhões encontra-se nas classes menores que 12cm. Na Reserva Legal, o volume nessas classes está entre 50% e 60%.

(g) *É possível recuperar a distribuição diamétrica original?*

Na RL, 52% do volume está nas classes de DAP <10 cm, com idades de 45 a 55 anos. Isto sugere que seria possível recuperar a distribuição original com ciclos de corte de cinquenta anos, que não são praticáveis no manejo comercial da caatinga.

(h) *Qual a duração do ciclo que maximiza as taxas de crescimento e de acumulação de biomassa?*

Em Maturi e Formosa, o ciclo de corte ótimo técnico definido na intersecção das curvas de IMA e IPA deveria ser de 5 anos, quando se obtém a maior produtividade média pós-corte. Porém, nessa idade, o volume estaria concentrado nas classes de DAP < 5cm - 6cm, com menor valor comercial.

(i) *Qual é o ciclo de corte ideal?*

Em Maturi e Formosa, o máximo IMA de volume total ocorreu aos 5 anos. Dependendo da definição do produto comercial, o máximo IMA do volume comercial ocorre depois. Dependendo do diâmetro mínimo e do preço dos produtos vendáveis, o ciclo pode ser de 12 a 17 anos. Para ter 20% do volume > 10cm DAP e fazer uma boa colheita de estacas, o ciclo seria no mínimo de 15 anos, com redução importante do IMA.



5. RECOMENDAÇÕES APLICÁVEIS NA PRÁTICA DO MFS

- (a) Esta Unidade Experimental está localizada na área de maior pluviosidade do bioma Caatinga, com média anual ao redor de 1.000 mm, onde até os anos secos têm mais de 500mm de chuva. Os resultados aqui obtidos podem ser extrapolados a uma fração do bioma que é relativamente pequena, porém tem alto potencial produtivo.
.....
- (b) A técnica de manejo adotada foi o corte raso com restrições. As árvores remanescentes (Ipê, Pitombeira, Surucucu) eram escassas antes do corte, e sua abundância não aumentou após o corte. **O efeito de isentar algumas espécies do corte não foi perceptível após 15 anos, e os motivos para aplicar este critério são o cumprimento das obrigações legais ou respeitar valores culturais.**
.....
- (c) A estrutura e a composição da vegetação que se desenvolveu depois do corte são bastante diferentes em cada um dos talhões e pouco similares às da Reserva Legal. Isto ocorre porque a maior parte da regeneração pós-corte foi por brotação de tocos ou raízes das árvores pré-existentes. Houve pouco recrutamento de regenerantes e nenhuma evidência de sementes trazidas de outros sítios. **Assim, não cabe esperar que a vegetação dos talhões cortados seja idêntica à das áreas não cortadas; e não é recomendável colocar essa semelhança como objetivo ou indicador de sucesso dos PMFS comerciais.**
.....
- (d) Para determinar o ciclo do corte ideal existem pelo menos dois critérios: 1) a intersecção das curvas de IMA e IPA, que maximiza a produtividade total (no caso, 5 anos ou menos); 2) quando o valor comercial dos produtos madeireiros chega ao máximo (de 13 a 15 anos, para estacas). **Como os valores do ótimo técnico e ótimo econômico são diferentes e específicos de cada sítio florestal e cada mercado local, não é possível dar recomendações gerais sobre ciclo de corte ideal.**
.....
- (e) A diversidade arbórea nos dois PMFS é bastante variável e depende do relevo e dos solos. As Reservas Legais em ambos os casos foram localizadas em áreas impróprias para exploração, bastante diferentes dos talhões. **Logo, não é possível comparar talhões e Reserva Legal em termos de diversidade atual nem da sua dinâmica. Aliás, para o manejo florestal comercial a diversidade não é um fator que possa afetar a produtividade ou o valor da madeira e não deve ser motivo de atenção especial.**
.....
- (f) Um efeito notável do corte raso é o rejuvenescimento da comunidade arbórea, que passa a ser dominada por árvores de rápido crescimento. No caso de Maturi e Formosa, houve também alta mortalidade juvenil (notável no Sabiá) após 12 anos. A dinâmica populacional nos talhões é mais rápida e muito diferente das áreas pouco perturbadas. **Nas avaliações de eficácia do MFS recomenda-se evitar as comparações entre dinâmicas de áreas exploradas e não exploradas, que somente podem encontrar óbvias e inevitáveis diferenças.**
.....

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 29, p. 711 – 728, dec. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. 2013.
- ARAÚJO, F.S.; RODAL, M.J.N.; BARBOSA, M.R.V.; MARTINS, F.R. Repartição da flora lenhosa no domínio da Caatinga. In: ARAÚJO, F.S.; RODAL, M.J.N.; BARBOSA, M.R.V. (Org.). **Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga: suporte a estratégias regionais de conservação**. Brasília: MMA/SBF, 2005. p. 15-33.
- GARIGLIO, M. A. *et al.* (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 368.
- PAREYN, F.; RIEGELHAUPT, E.; GARIGLIO, M. A. Environmental Impacts of Caatinga Forest Management - A Study Case. In: GROSSBERG, S. P. (editor) **Forest Management**. Nova Science Publishers, New York: 2009. p. 179-202.
- SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos (SiBCS)**. 5ª Edição rev. e ampl. Brasília: EMBRAPA, 2018. 356 p. Disponível em:<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>. Acesso em: 23 jan. 2023.

ANEXO I

Dominância nos talhões e RL na UE Maturi nas quatro medições[^d

MATURI-2005

T1996	IDADE = 9 ANOS		T1994	IDADE = 11 ANOS		T1991	IDADE = 14 ANOS		RL	IDADE = 45 ANOS	
ESPÉCIE	ABPH (m ³ /ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m ³ /ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m ³ /ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m ³ /ha)	%
Sabiá	39,4541	51%	Sabiá	22,8427	41%	Sabiá	30,9293	39%	Marmeleiro	22,3735	25%
Marmeleiro	29,3655	38%	Marmeleiro	16,2824	29%	Marmeleiro	22,9611	29%	Pau-branco	20,4395	23%
Surucucú	2,8822	4%	Jurema-branca	10,7037	19%	Jiquirí	7,6817	10%	Guaxuma	16,0135	18%
Mofumbo	1,9728	3%	Mofumbo	2,5527	5%	Catingueira	6,5868	8%	Sabiá	7,5900	8%
Jiquirí	1,4475	2%	Surucucú	0,8230	1%	Mororó	3,2180	4%	Mofumbo	6,3019	7%
Juazeiro	0,3534	0%	Jiquirí	0,7212	1%	Mofumbo	3,2152	4%	Jiquirí	4,0386	4%
Pau-branco	0,2380	0%	Catingueira	0,5488	1%	Jurema-branca	2,1713	3%	Mororó	3,9395	4%
Mororó	0,2337	0%	Feijão-bravo	0,3863	1%	Catanduba	0,6669	1%	Limãozinho	2,3593	3%
Guaxuma	0,1860	0%	Jucá	0,3775	1%	Rompe-gibão	0,4862	1%	Cipaúba	2,1341	2%
Jurema-branca	0,1657	0%	Mororó	0,1989	0%	Jucá	0,4434	1%	Surucucú	1,5082	2%
Feijão-bravo	0,1512	0%	Guaxuma	0,0758	0%	Umbuzeiro	0,1947	0%	Pereiro	1,3249	1%
Catingueira	0,1394	0%	Juazeiro	0,0461	0%	Cipó	0,1126	0%	Catingueira	1,0657	1%
Jucá	0,0314	0%	Maniçoba	0,0448	0%	Pacotê	0,1068	0%	Feijão-bravo	0,2609	0%
São-joão	0,0292	0%	Rompe-gibão	0,0247	0%	Juazeiro	0,1049	0%	Jucá	0,1859	0%
Cipaúba	0,0195	0%	São-joão	0,0181	0%	Feijão-bravo	0,0657	0%	Espinho-de-judeu	0,1695	0%
João-mole	0,0120	0%	João-mole	0,0090	0%	Guaxuma	0,0399	0%	Juazeiro	0,0830	0%
Ameixa	0,0053	0%		0,0000	0%	Limãozinho	0,0290	0%	Pinhão	0,0628	0%
Limãozinho	0,0039	0%		0,0000	0%	Indeterminada	0,0263	0%	Ameixa	0,0332	0%
						Jurema-preta	0,0203	0%	São-joão	0,0140	0%

T1996	IDADE = 9 ANOS		T1994	IDADE = 11 ANOS		T1991	IDADE = 14 ANOS		RL	IDADE = 45 ANOS	
ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%
						Frei-jorge	0,0127	0%			
						Guabiraba	0,0114	0%			
						Goiabinha	0,0097	0%			
						João-mole	0,0087	0%			
						Pau-branco	0,0043	0%			
Total	76,6907			55,6556			79,1069			89,8979	

MATURI 2008

T1996	IDADE = 12 ANOS		T1994	IDADE = 14 ANOS		T1991	IDADE = 17 ANOS		RL	IDADE = 48 ANOS	
ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%
Sabiá	44,6499	66%	Sabiá	36,9413	50%	Marmeleiro	24,7773	37%	Pau-branco	22,8440	28%
Marmeleiro	19,0000	28%	Marmeleiro	20,4612	27%	Sabiá	19,7382	29%	Marmeleiro	18,3339	22%
Mofumbo	1,2520	2%	Jurema-branca	8,4712	11%	Catingueira	10,1779	15%	Guaxuma	12,7372	16%
Juazeiro	0,4866	1%	Mofumbo	3,7723	5%	Mororó	4,0354	6%	Mofumbo	6,2673	8%
Pau-branco	0,3558	1%	Surucucú	1,3086	2%	Mofumbo	3,7109	6%	Sabiá	6,1135	7%
Feijão-bravo	0,2995	0%	Catingueira	0,9161	1%	Jiquirí	1,57704	2%	Jiquirí	3,5849	4%
Jiquirí	0,2708	0%	Feijão-bravo	0,7300	1%	Jurema-branca	0,89988	1%	Mororó	3,1606	4%
Mororó	0,2322	0%	Jucá	0,5526	1%	Jucá	0,69774	1%	Limãozinho	2,6667	3%
Jurema-branca	0,1871	0%	Jiquirí	0,5448	1%	Umbuzeiro	0,33203	0%	Surucucú	1,8636	2%
Catingueira	0,1527	0%	Mororó	0,5022	1%	Cipó	0,19876	0%	Pereiro	1,4764	2%
Guaxuma	0,0914	0%	Juazeiro	0,1186	0%	Juazeiro	0,17111	0%	Cipaúba	0,9247	1%
Surucucú	0,0747	0%	Guaxuma	0,0782	0%	Pacotê	0,15425	0%	Catingueira	0,4676	1%
Jucá	0,0420	0%	Limãozinho	0,0227	0%	Rompe-gibão	0,13319	0%	Feijão-bravo	0,3108	0%
São-joão	0,0347	0%	João-mole	0,0081	0%	Guaxuma	0,12430	0%	Espinho-de-judeu	0,2350	0%
Ameixa	0,0144	0%	Maniçoba	0,0000	0%	Feijão-bravo	0,10353	0%	Marmeleiro	0,2143	0%
João-mole	0,0130	0%	Rompe-gibão	0,0000	0%	Limãozinho	0,10207	0%	Jucá	0,2018	0%
Limãozinho	0,0052	0%	São-joão	0,0000	0%	Pau-branco	0,01754	0%	Juazeiro	0,0960	0%
						Indeterminada	0,01679	0%	Ameixa	0,0728	0%
						João-mole	0,01482	0%	Rasga-beiço	0,0419	0%
						Guabiraba	0,01367	0%	Guabiraba	0,0201	0%
						Frei-jorge	0,01351	0%			
						Goiabinha	0,00917	0%			
						Espinho-de-judeu	0,00741	0%			
Total	67,1619			74,4280			67,0265			81,6333	

MATURI 2011

T1996	IDADE = 15 ANOS		T1994	IDADE = 17 ANOS		T1991	IDADE = 20 ANOS		RL	IDADE = 51 ANOS	
ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%
Sabiá	46,2888	70%	Sabiá	34,5585	51%	Marmeleiro	23,9692	35%	Pau-branco	18,4511	23%
Marmeleiro	14,3875	22%	Marmeleiro	16,7064	25%	Sabiá	16,6253	24%	Marmeleiro	17,3906	22%
Mofumbo	1,7692	3%	Jurema-branca	5,3493	8%	Catingueira	15,8166	23%	Guaxuma	14,8595	19%
Juazeiro	0,8156	1%	Mofumbo	4,4622	7%	Mofumbo	4,5666	7%	Mofumbo	6,6535	8%
Pau-branco	0,7293	1%	Surucucú	1,7390	3%	Mororó	3,0165	4%	Sabiá	4,1124	5%
Feijão-bravo	0,5563	1%	Catingueira	1,0474	2%	Jiquirí	1,4846	2%	Mororó	3,5318	4%
Catingueira	0,3638	1%	Jiquirí	1,0228	2%	Jurema-branca	1,3582	2%	Cipaúba	3,4089	4%
Mororó	0,2646	0%	Feijão-bravo	0,9303	1%	Jucá	0,9032	1%	Jiquirí	3,1779	4%
Jucá	0,1772	0%	Jucá	0,8952	1%	Umbuzeiro	0,5472	1%	Limãozinho	2,8700	4%
Jurema-branca	0,1760	0%	Mororó	0,8669	1%	Juazeiro	0,2677	0%	Pereiro	1,8072	2%
Surucucú	0,1269	0%	Juazeiro	0,2214	0%	Limãozinho	0,1785	0%	Surucucú	1,5886	2%
São-joão	0,0556	0%	Indeterminada	0,0800	0%	Feijão-bravo	0,1631	0%	Catingueira	0,6459	1%
Ameixa	0,0258	0%	Guaxuma	0,0483	0%	Guaxuma	0,1393	0%	Feijão-bravo	0,3421	0%
Guaxuma	0,0224	0%	Limãozinho	0,0215	0%	Cipó	0,1315	0%	Jucá	0,2941	0%
João-mole	0,0189	0%	João-mole	0,0107	0%	Pacotê	0,1252	0%	Espinho-de-judeu	0,2742	0%
Limãozinho	0,0089	0%				Pau-branco	0,0587	0%	Juazeiro	0,1454	0%
Goiabinha	0,0069	0%				Indeterminada	0,0230	0%	Ameixa	0,0970	0%
Pau-de-besouro	0,0043	0%				Frei-jorge	0,0144	0%			
						Guabiraba	0,0106	0%			
						João-mole	0,0076	0%			
						Espinho-de-judeu	0,0068	0%			
Total	65,7981			67,9600			69,4136			79,6502	

MATURI 2015

T2000	IDADE = 5 ANOS		T1998	IDADE = 7 ANOS		T1997	IDADE = 8 ANOS		RL	IDADE = 45 ANOS	
ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%
Sabiá	74,3762	71%	Sabiá	32,2716	49%	Sabiá	30,9938	41%	Pau-branco	26,4931	30%
Marmeleiro	11,4725	11%	Marmeleiro	12,2117	19%	Marmeleiro	14,4043	19%	Guaxuma	14,3618	16%
Surucucú	10,0208	10%	Jurema-branca	5,3741	8%	Catingueira	12,5964	17%	Marmeleiro	12,2912	14%
Mofumbo	2,3680	2%	Mofumbo	4,8704	7%	Jiquirí	4,4030	6%	Mofumbo	7,4847	8%
Pau-branco	1,8122	2%	Surucucú	3,0088	5%	Jurema-branca	3,4460	5%	Cipaúba	6,9825	8%
Juazeiro	1,6184	2%	Catingueira	1,9093	3%	Jucá	2,4233	3%	Sabiá	4,4441	5%
Catingueira	1,0822	1%	Mororó	1,6844	3%	Mofumbo	1,8123	2%	Limãozinho	3,5419	4%
Feijão-bravo	1,0686	1%	Jiquirí	1,4980	2%	Mororó	1,7011	2%	Mororó	3,0958	4%
Mororó	0,4880	0%	Feijão-bravo	1,1147	2%	Indeterminada	0,7880	1%	Mutamba	2,7938	3%
Jucá	0,2236	0%	Jucá	0,8591	1%	Feijão-bravo	0,6597	1%	Pereiro	2,5638	3%
João-mole	0,0635	0%	Juazeiro	0,4658	1%	Juazeiro	0,5777	1%	Jiquirí	1,7525	2%
Ameixa	0,0586	0%	Jua mirim	0,0671	0%	Pacotê	0,5366	1%	Catingueira	1,0200	1%
Indeterminada	0,0538	0%	Goiabinha	0,0484	0%	Guaxuma	0,5290	1%	Espinho-de-judeu	0,5216	1%
Limãozinho	0,0477	0%	Limãozinho	0,0395	0%	Cipó	0,2246	0%	Feijão-bravo	0,4077	0%
Jiquirí	0,0451	0%	Guaxuma	0,0337	0%	Limãozinho	0,0252	0%	Jucá	0,2677	0%
Guaxuma	0,0446	0%	João-mole	0,0112	0%				Ameixa	0,1826	0%
Quina	0,0395	0%	Indeterminada	0,0106	0%				Juazeiro	0,1135	0%
Jurema-branca	0,0331	0%	CAMF	0,0097	0%				Indeterminada	0,0766	0%
Total	104,9163			65,4881			75,1212			88,3948	

(células coloridas indicam as espécies que juntas somam 90% ou mais da dominância)

(0% significa presença, porém com dominância < 0,5%)

ANEXO II

Dominância nos talhões e RL na UE Formosa nas quatro medições

FORMOSA 2005

T2000	IDADE = 5 ANOS		T1998	IDADE = 7 ANOS		T1997	IDADE = 8 ANOS		RL	IDADE = 45 ANOS	
ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%
Sabiá	13,8117	25%	Marmeleiro	19,0581	29%	Marmeleiro	24,4163	33%	Catingueira	22,6552	23%
Jiquirí	11,6736	21%	Catingueira	10,5160	16%	Sabiá	8,3217	11%	Catanduba	10,8928	11%
Marmeleiro	10,3239	18%	Jurema-branca	7,3092	11%	Mofumbo	5,8750	8%	Ipê-amarelo	10,1293	10%
Aroeira	4,2990	8%	Catanduba	6,9439	10%	Surucucú	5,2759	7%	Mofumbo	7,9144	8%
Catingueira	3,0112	5%	Mofumbo	4,6484	7%	Angico-de-carçoço	5,1690	7%	Pitiá	7,8083	8%
Jurema-branca	2,8341	5%	Jiquirí	3,3713	5%	Pitomba	4,2854	6%	Cipaúba	6,6828	7%
Pacotê	2,7991	5%	Pacotê	3,2874	5%	Catingueira	3,6932	5%	Guabiraba	4,0369	4%
Jucá	2,1075	4%	Mororó	2,9373	4%	Jurema-branca	3,2220	4%	Pereiro	3,3392	3%
Mofumbo	1,4511	3%	Jucá	2,0522	3%	Pau-branco	1,9103	3%	Inharé	2,5658	3%
Feijão-bravo	1,1915	2%	Ameixa	1,2310	2%	Jiquirí	1,7589	2%	Ameixa	2,2536	2%
Surucucú	1,0229	2%	João-mole	1,2247	2%	Mororó	1,7238	2%	Burra-leiteira	2,2519	2%
Mororó	0,3846	1%	Sabiá	0,6347	1%	Cipaúba	1,1924	2%	Marmeleiro	2,2116	2%
Pereiro	0,3772	1%	Louro-merda	0,4935	1%	Café-bravo	1,1883	2%	Aroeira	2,0835	2%
João-mole	0,2321	0%	Pinhão	0,4447	1%	Ipê-roxo	1,1740	2%	Guaxuma	1,8947	2%
Chumbinho	0,1634	0%	Aroeira	0,3798	1%	João-mole	1,0073	1%	Pau-branco	1,7371	2%
Frei-jorge	0,1396	0%	Cipaúba	0,3281	0%	Jucá	0,8025	1%	Jacarandá	1,7153	2%
Guaxuma	0,0727	0%	Guaxuma	0,2520	0%	Guaxuma	0,6683	1%	Goiabinha	1,6615	2%
Imburana-de-cambão	0,0609	0%	Surucucú	0,2487	0%	Juazeiro	0,5863	1%	Indeterminada	1,5292	2%
Pinhão	0,0418	0%	Feijão-bravo	0,2103	0%	Ameixa	0,4993	1%	Jucá	1,4941	1%
Guabiraba	0,0402	0%	Maniçoba	0,1614	0%	Frei-jorge	0,4699	1%	Pacotê	1,0379	1%
Limãozinho	0,0273	0%	Chumbinho	0,1604	0%	Pitiá	0,1773	0%	Mororó	0,6517	1%

T2000	IDADE = 5 ANOS		T1998	IDADE = 7 ANOS		T1997	IDADE = 8 ANOS		RL	IDADE = 45 ANOS	
ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%
Maniçoba	0,0267	0%	Imburana-de-cambão	0,1298	0%	Guabiraba	0,1431	0%	Surucucú	0,6053	1%
Ameixa	0,0118	0%	Goiabinha	0,0845	0%	Limãozinho	0,0819	0%	Pinhão	0,5595	1%
Café-bravo	0,0050	0%	Inharé	0,0815	0%	Catanduva	0,0675	0%	Cipó	0,5479	1%
			Frei-jorge	0,0471	0%	Cascudo	0,0534	0%	Jurema-branca	0,5037	1%
			Vilino	0,0282	0%	Goiabinha	0,0480	0%	Café-bravo	0,4554	0%
			Guabiraba	0,0268	0%	Cipó	0,0441	0%	João-mole	0,3951	0%
			Café-bravo	0,0120	0%	Pereiro	0,0412	0%	Angelim	0,3792	0%
			Pau-branco	0,0110	0%	Feijão-bravo	0,0411	0%	Frei-jorge	0,2351	0%
			Ipê-amarelo	0,0083	0%	Maniçoba	0,0379	0%	Imburana-de-cambão	0,2106	0%
						Maytenus	0,0309	0%	Maniçoba	0,0820	0%
						Chumbinho	0,0290	0%	Pitomba	0,0482	0%
						Pacotê	0,0243	0%	Jiquirí	0,0118	0%
						Aroeira	0,0165	0%			
						Indeterminada	0,0136	0%			
						Espinho-de-judeu	0,0114	0%			
						São-joão	0,0090	0%			
						Jenipapo	0,0082	0%			
						Pau-besouro	0,0058	0%			
						Imburana-de-cambão	0,0050	0%			
						Inharé	0,0040	0%			
Total	56,1089			66,3223			74,1332			100,5803	

FORMOSA 2008

T2000	IDADE = 8 ANOS		T1998	IDADE = 10 ANOS		T1997	IDADE = 11 ANOS		RL	IDADE = 48 ANOS	
ESPÉCIE	ABPH (m ³ /ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m ³ /ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m ³ /ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m ³ /ha)	%
Sabiá	19,5958	31%	Marmeleiro	20,4895	31%	Marmeleiro	24,7468	39%	Catingueira	18,1743	20%
Marmeleiro	15,3133	25%	Catanduba	10,0547	15%	Sabiá	7,8534	12%	Ipê-amarelo	9,7670	11%
Aroeira	6,1852	10%	Catingueira	9,5004	15%	Mofumbo	6,5086	10%	Pitiá	9,6054	11%
Jurema-branca	4,2962	7%	Jurema-branca	6,2806	10%	Surucucú	6,4012	10%	Catanduba	9,2707	10%
Jiquirí	4,0390	6%	Mofumbo	4,8420	7%	Catingueira	3,2215	5%	Mofumbo	6,8320	8%
Catingueira	2,7079	4%	Mororó	2,9398	5%	Jurema-branca	2,2416	4%	Cipaúba	5,6352	6%
Jucá	2,4960	4%	Pacotê	2,2811	3%	Mororó	1,7183	3%	Pereiro	3,1014	3%
Pacotê	1,7997	3%	Jucá	1,9400	3%	Pau-branco	1,5754	2%	Guabiraba	3,0551	3%
Surucucú	1,4512	2%	Jiquirí	1,4698	2%	Cipaúba	1,5730	2%	Inharé	2,6503	3%
Mofumbo	1,3348	2%	Ameixa	1,2095	2%	Café-bravo	1,1403	2%	Burra-leiteira	2,3363	3%
Feijão-bravo	1,2075	2%	João-mole	0,8412	1%	Ipê-roxo	1,1171	2%	Pau-branco	2,0189	2%
Mororó	0,5563	1%	Louro-merda	0,5890	1%	João-mole	0,8221	1%	Aroeira	2,0114	2%
Pereiro	0,4069	1%	Aroeira	0,5713	1%	Guaxuma	0,7200	1%	Guaxuma	1,8074	2%
Frei-jorge	0,2349	0%	Feijão-bravo	0,2614	0%	Juazeiro	0,6663	1%	Jacaranda jasminoides	1,6924	2%
João-mole	0,2170	0%	Pinhão	0,2476	0%	Jucá	0,5753	1%	Indeterminada	1,6211	2%
Maniçoba	0,2044	0%	Maniçoba	0,2274	0%	Jiquirí	0,5564	1%	Goiabinha	1,3745	2%
Imburana-de-cambão	0,1348	0%	Guaxuma	0,2248	0%	Frei-jorge	0,5525	1%	Marmeleiro	1,2433	1%
Guaxuma	0,0524	0%	Sabiá	0,2164	0%	Ameixa	0,4354	1%	Pacotê	1,1417	1%
Guabiraba	0,0511	0%	Surucucú	0,1983	0%	Guabiraba	0,1537	0%	Jucá	1,1079	1%
Cipó	0,0219	0%	Imburana-de-cambão	0,1671	0%	Pitiá	0,1521	0%	Ameixa	0,9883	1%
Limãozinho	0,0189	0%	Cipaúba	0,1600	0%	Pitomba	0,1459	0%	Surucucú	0,7507	1%
Ameixa	0,0111	0%	Thiloa glaucocarpa	0,1375	0%	Cascudo	0,1097	0%	Mororó	0,6424	1%
Café-bravo	0,0054	0%	Chumbinho	0,0830	0%	Indeterminada	0,0968	0%	Cipó	0,4021	0%

T2000	IDADE = 8 ANOS		T1998	IDADE = 10 ANOS		T1997	IDADE = 11 ANOS		RL	IDADE = 48 ANOS	
ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%
Chumbinho	0,0048	0%	Inharé	0,0821	0%	Catanduba	0,0864	0%	Pinhão	0,3530	0%
Pinhão	0,0000	0%	Goiabinha	0,0697	0%	Feijão-bravo	0,0759	0%	Angelim	0,3316	0%
			Frei-jorge	0,0408	0%	Limãozinho	0,0644	0%	João-mole	0,3034	0%
			Vilino	0,0377	0%	Maniçoba	0,0533	0%	Frei-jorge	0,2515	0%
			Guabiraba	0,0145	0%	Pereiro	0,0481	0%	Imburana-de-cambão	0,2146	0%
			Café-bravo	0,0120	0%	Goiabinha	0,0444	0%	Jurema-branca	0,1717	0%
			Vilino	0,0103	0%	Cipó	0,0438	0%	Café-bravo	0,1455	0%
			Indeterminada	0,0048	0%	Pau-besouro	0,0352	0%	Café-bravo	0,1325	0%
			Ipê-amarelo	0,0000	0%	Pacotê	0,0266	0%	Maniçoba	0,0430	0%
			Pau-branco	0,0000	0%	Maytenus	0,0256	0%	Pitomba	0,0382	0%
						Angico-de-carço	0,0166	0%	Morreima	0,0232	0%
						Inharé	0,0138	0%	Angico-de-carço	0,0114	0%
						Aroeira	0,0115	0%			
						São-joão	0,0096	0%			
						Espinho-de-judeu	0,0091	0%			
						Jenipapo	0,0052	0%			
						Morreima	0,0046	0%			
						Chumbinho	0,0039	0%			
						Imburana-de-cambão	0,0023	0%			
						Ipê-roxo	0,0000	0%			
Total	62,3465			65,2042			63,6639			89,2495	

FORMOSA 2011

T2000	IDADE = 11 ANOS		T1998	IDADE = 13 ANOS		T1997	IDADE = 14 ANOS		RL	IDADE = 51 ANOS	
ESPÉCIE	ABPH (m ³ /ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m ³ /ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m ³ /ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m ³ /ha)	%
Sabiá	22,4342	31%	Marmeleiro	25,6580	31%	Marmeleiro	25,7267	41%	Catingueira	16,9809	19%
Marmeleiro	19,1810	26%	Catanduba	14,5856	17%	Mofumbo	7,9808	13%	Ipê-amarelo	11,0251	12%
Aroeira	6,4607	9%	Catingueira	12,9162	15%	Sabiá	7,7842	12%	Catanduba	9,4245	11%
Jurema-branca	4,7477	7%	Jurema-branca	6,9463	8%	Catingueira	3,5919	6%	Mofumbo	8,6994	10%
Jucá	3,7261	5%	Mofumbo	6,5830	8%	Cipaúba	2,1682	3%	Pitiá	6,6902	8%
Jiquirí	3,5176	5%	Mororó	3,5936	4%	Angico-de-carçoço	2,0996	3%	Cipaúba	6,4715	7%
Catingueira	3,4354	5%	Jucá	2,4923	3%	Mororó	2,0879	3%	Guabiraba	3,7359	4%
Mofumbo	2,7144	4%	Pacotê	2,2410	3%	Pau-branco	1,6064	3%	Pereiro	3,2471	4%
Pacotê	1,9890	3%	Jiquirí	1,5452	2%	Jurema-branca	1,5521	2%	Burra-leiteira	2,5162	3%
Feijão-bravo	1,4692	2%	Ameixa	1,4767	2%	Ipê-roxo	1,4615	2%	Inharé	2,2326	3%
Surucucú	1,2160	2%	Louro-merda	0,9602	1%	Café-bravo	1,2903	2%	Pau-branco	2,1985	2%
Mororó	0,5428	1%	João-mole	0,8867	1%	Juazeiro	0,9997	2%	Indeterminada	1,9165	2%
Pereiro	0,4482	1%	Aroeira	0,7623	1%	Surucucú	0,8809	1%	Jacaranda jasminoides	1,7898	2%
Frei-jorge	0,4011	1%	Feijão-bravo	0,5014	1%	Guaxuma	0,7300	1%	Goiabinha	1,5411	2%
Imburana-de-cambão	0,2185	0%	Pinhão	0,3834	0%	Frei-jorge	0,6595	1%	Aroeira	1,5167	2%
João-mole	0,1816	0%	Maniçoba	0,3581	0%	Jucá	0,6223	1%	Guaxuma	1,3595	2%
Guaxuma	0,1780	0%	Surucucú	0,2886	0%	Jiquirí	0,5844	1%	Pacotê	1,2730	1%
Maniçoba	0,0390	0%	Cipaúba	0,2450	0%	Ameixa	0,4672	1%	Ameixa	0,9169	1%
Pinhão	0,0296	0%	Sabiá	0,2176	0%	Feijão-bravo	0,1521	0%	Jucá	0,9062	1%
Guabiraba	0,0195	0%	Thiloo glaucocarpa	0,1789	0%	Pitomba	0,1341	0%	Surucucú	0,6715	1%
Ameixa	0,0143	0%	Goiabinha	0,1248	0%	Pitiá	0,1281	0%	Marmeleiro	0,6400	1%
Limãozinho	0,0121	0%	Guaxuma	0,1116	0%	Guabiraba	0,1243	0%	Mororó	0,6372	1%
Chumbinho	0,0045	0%	Indeterminada	0,0881	0%	Catanduba	0,0950	0%	João-mole	0,4781	1%

T2000		IDADE = 11 ANOS		T1998		IDADE = 13 ANOS		T1997		IDADE = 14 ANOS		RL		IDADE = 51 ANOS	
ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	
			Frei-jorge	0,0878	0%	Cipó	0,0732	0%	Jurema-branca	0,4474	1%				
			Inharé	0,0796	0%	Pereiro	0,0677	0%	Angelim	0,2901	0%				
			Guabiraba	0,0206	0%	Goiabinha	0,0534	0%	Cipó	0,2432	0%				
			Cipó	0,0200	0%	Limãozinho	0,0479	0%	Imburana-de-cambão	0,2247	0%				
			Arapiraca	0,0155	0%	Pacotê	0,0362	0%	Pinhão	0,2237	0%				
						Arapiraca	0,0288	0%	Frei-jorge	0,2209	0%				
						Maniçoba	0,0256	0%	Café-bravo	0,1443	0%				
						Inharé	0,0169	0%	Café-bravo	0,1246	0%				
						Aroeira	0,0115	0%	Maniçoba	0,0541	0%				
						São-joão	0,0111	0%	Pitomba	0,0382	0%				
						Maytenus	0,0088	0%	Morreima	0,0191	0%				
						Espinho-de-judeu	0,0084	0%							
						Jenipapo	0,0063	0%							
						João-mole	0,0031	0%							
Total	72,9806			83,3682			63,3263			88,8988					

FORMOSA 2015

T2000	IDADE = 15 ANOS		T1998	IDADE = 17 ANOS		T1997	IDADE = 18 ANOS		RL	IDADE = 55 ANOS	
ESPÉCIE	ABPH (m ³ /ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m ³ /ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m ³ /ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m ³ /ha)	%
Sabiá	25,4156	32%	Catanduba	19,1931	27%	Marmeleiro	10,2434	20%	Catingueira	18,3047	20%
Marmeleiro	16,3337	20%	Marmeleiro	14,0592	19%	Mofumbo	9,2086	18%	Ipê-amarelo	15,7815	17%
Aroeira	12,5158	16%	Catingueira	13,6928	19%	Catingueira	4,5950	9%	Pitiá	10,9655	12%
Catingueira	5,0723	6%	Mofumbo	6,1056	8%	Sabiá	4,2645	9%	Catanduba	8,7348	9%
Jurema-branca	3,9878	5%	Jurema-branca	4,5777	6%	Pau-branco	3,1244	6%	Mofumbo	7,7275	8%
Jucá	3,4145	4%	Mororó	3,1239	4%	Cipaúba	2,7859	6%	Ipê-amarelo	7,0011	7%
Surucucú	2,3054	3%	Jucá	2,6276	4%	Mororó	2,0121	4%	Cipaúba	5,9620	6%
Mofumbo	2,2499	3%	Ameixa	1,5474	2%	Café-bravo	1,8636	4%	Guabiraba	3,5223	4%
Jiquirí	1,9300	2%	Pacotê	1,3830	2%	Ipê-roxo	1,8492	4%	Inharé	3,3508	4%
Pacotê	1,7909	2%	Louro-merda	1,0498	1%	Surucucú	1,4022	3%	Pereiro	2,3490	3%
Feijão-bravo	1,7305	2%	Jiquirí	0,9613	1%	Jurema-branca	1,2511	2%	Burra-leiteira	2,3269	2%
Pereiro	0,8274	1%	Aroeira	0,8749	1%	Juazeiro	1,1107	2%	Goiabinha	2,1153	2%
Mororó	0,7839	1%	Feijão-bravo	0,5420	1%	Frei-jorge	0,9576	2%	Aroeira	1,9026	2%
Frei-jorge	0,5175	1%	Cipaúba	0,4167	1%	Guaxuma	0,8909	2%	Indeterminada	1,8614	2%
Imburana-de-cambão	0,3346	0%	João-mole	0,3320	0%	Jucá	0,8841	2%	Jucá	1,2937	1%
João-mole	0,2915	0%	Sabiá	0,3083	0%	Rabujeira	0,6200	1%	Guaxuma	1,1116	1%
Rabujeira	0,2303	0%	Maniçoba	0,2810	0%	Jiquirí	0,5472	1%	Ameixa	0,9605	1%
Cipó	0,0645	0%	Pinhão	0,2517	0%	Ameixa	0,5264	1%	Rabujeira	0,9400	1%
Guaxuma	0,0439	0%	Goiabinha	0,2408	0%	Feijão-bravo	0,3349	1%	Marmeleiro	0,6305	1%
Limãozinho	0,0174	0%	Surucucú	0,2267	0%	Pitiá	0,2684	1%	Cipó	0,5403	1%
Guabiraba	0,0154	0%	Imburana-de-cambão	0,2124	0%	Cipó	0,2372	0%	Jacarandá	0,3914	0%
Chumbinho	0,0081	0%	Inharé	0,1052	0%	Pitomba	0,1751	0%	Mororó	0,3691	0%
Café-bravo	0,0055	0%	Guaxuma	0,0846	0%	Pereiro	0,1675	0%	Morreima	0,3573	0%
Ameixa	0,0054	0%	Café-bravo	0,0359	0%	Pau-besouro	0,1211	0%	Angelim	0,3523	0%

T2000		IDADE = 15 ANOS		T1998		IDADE = 17 ANOS		T1997		IDADE = 18 ANOS		RL		IDADE = 55 ANOS	
ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m³/ha)	%	
			Indeterminada	0,0309	0%	Catanduba	0,1204	0%	Frei-jorge	0,2744	0%				
			Frei-jorge	0,0278	0%	Goiabinha	0,0809	0%	Café-bravo	0,2462	0%				
			Guabiraba	0,0164	0%	Limãozinho	0,0711	0%	Jurema-branca	0,2389	0%				
			Rabujeira	0,0154	0%	Ipê-roxo	0,0637	0%	Surucucú	0,2086	0%				
			Cipó	0,0127	0%	Morreima	0,0583	0%	Pau-branco	0,1876	0%				
			Arapiraca	0,0123	0%	SUB	0,0488	0%	Pinhão	0,1724	0%				
			Jurema-preta	0,0092	0%	Indeterminada	0,0378	0%	Imburana-de-cambão	0,1444	0%				
						Morreima	0,0334	0%	Maniçoba	0,1309	0%				
						João-mole	0,0249	0%	Pitomba	0,0466	0%				
						Maniçoba	0,0221	0%	Jenipapo	0,0188	0%				
						Aroeira	0,0185	0%	Morreima	0,0081	0%				
						Inharé	0,0182	0%							
						Café-bravo	0,0176	0%							
						Jenipapo	0,0134	0%							
						Imbiratanha	0,0115	0%							
						Imburana-de-cambão	0,0099	0%							
						Jenipapo	0,0073	0%							
						Indeterminada	0,0060	0%							
Total	79,8917			72,3582			50,1050			93,5283					

(células coloridas indicam as espécies que juntas somam 90% ou mais da dominância)

(0% significa presença, porém com dominância < 0,5%)



**A DINÂMICA DA
VEGETAÇÃO DE CAATINGA
NA UNIDADE EXPERIMENTAL
DA FAZENDA PENDÊNCIAS
SOLEDADE/PB**

**Francisco das Chagas Vieira Sales |
Lúcio Valério Coutinho | Frans Pareyn |
Enrique Riegelhaupt**



1. INTRODUÇÃO

A Unidade Experimental Fazenda Pendências foi instalada em 2005 na Fazenda Experimental Pendências da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA-PB), no Município de Soledade (PB). Representa a primeira Unidade Experimental da RMFC no estado da Paraíba com o objetivo de fornecer subsídios para um número crescente de Planos de Manejo no estado. As medições foram feitas em parcelas permanentes seguindo o protocolo da RMFC.

1.1. Motivos para estabelecer esta Unidade Experimental

Originalmente o objetivo da UE era avaliar os efeitos de dois tipos de intervenção: o corte raso e o corte raso com controle de rebrota. Além disso foram consideradas duas condições: com pastoreio extensivo e sem pastoreio. Desta forma, a UE poderia fornecer recomendações sobre os possíveis impactos do pastoreio generalizado que ocorre nas áreas de manejo florestal e a conveniência/viabilidade de excluir o gado, bem como da possível contribuição do controle da rebrota como técnica silvicultural para maximizar o crescimento pós-corte e concentrá-lo em um menor número de fustes.

Contudo, similar à Unidade Experimental da Fazenda Fonseca, o tratamento de controle de rebrota não foi aplicado por ser pouco praticado, bastante oneroso e difícil de ser aplicado na prática do manejo florestal da caatinga. Após a instalação do experimento, a Fazenda Experimental passou por mudanças na sua gestão, não ocorrendo mais o pastoreio nesta parte da Fazenda. Logo, a UE apenas dispõe de um único tratamento (Corte Raso) e as parcelas Testemunha.

1.2. Perguntas de pesquisa que esta Unidade Experimental pode responder

A Unidade busca responder as seguintes perguntas:

- (a) Como variam a riqueza e diversidade do estrato arbóreo e da regeneração no tempo nas áreas manejadas e não manejadas?
.....
- (b) Como o tipo de corte influencia no crescimento, diversidade e estrutura?
.....
- (c) Como variam as taxas de crescimento em função do tempo, do estoque original e de outros fatores?
.....
- (d) É possível recuperar o estoque inicial dentro do ciclo de corte estipulado?
.....
- (e) Como muda a distribuição da biomassa por classes de diâmetro ao longo do tempo?
.....
- (f) É possível recuperar a distribuição diamétrica original dentro do ciclo de corte?
.....
- (g) Qual a duração do ciclo que maximiza as taxas de crescimento e de acumulação de biomassa?
.....
- (h) Qual é o ciclo de corte ideal?
.....

Hipóteses testadas

Nesta UE se aplicou um único tratamento que foi o corte raso.

A hipótese nula (H_0) foi que não existem diferenças entre o desenvolvimento da vegetação submetida ao corte raso e a vegetação das parcelas testemunhas.

A única variável controlada na UE é o tempo transcorrido desde o corte até o momento de sua medição. Não há, portanto, hipóteses sobre tratamentos silviculturais ou técnicas de manejo que possam ser testadas estatisticamente. Na análise e interpretação dos resultados, assume-se que a única variável independente é o tempo desde o corte e que a vegetação das parcelas antes do corte era homogênea.



2. METODOLOGIA

2.1. Desenho experimental: tratamentos e repetições, variáveis chave

O desenho experimental original aplicado na UE Fazenda Pendências foi em blocos ao acaso com arranjo fatorial com 2 blocos (cada um com 12 parcelas). Nos blocos há duas repetições de cada tratamento das 3 x 2 combinações dos fatores Tipo de corte (T0, T1 e T2) e pastejo (sem e com pastejo). As seis combinações foram aleatorizadas em cada bloco.

Fatores:

1. Tipo de corte:

- > Testemunha (sem intervenção)
- > Corte raso
- > Corte raso com controle de rebrota

2. Pastoreio:

- > Com pastoreio extensivo
- > Sem pastoreio extensivo

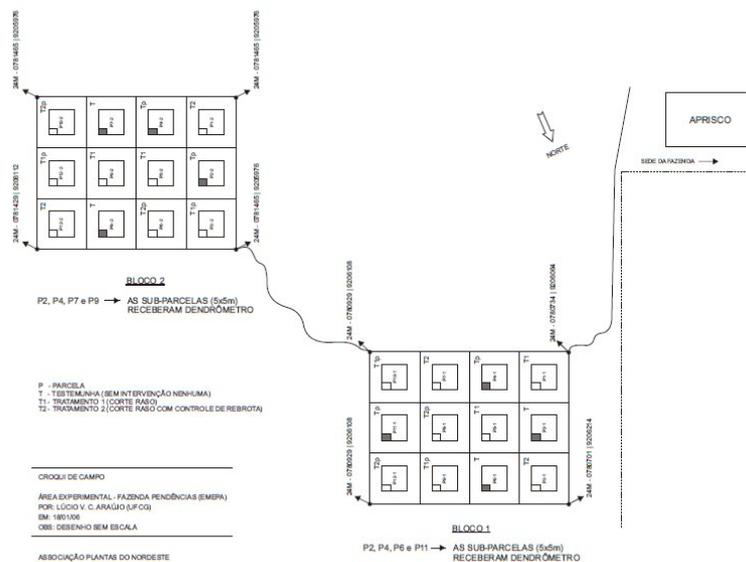
A unidade de aplicação dos tratamentos foi de 50m x 50m com uma parcela permanente (20m x 20m) no centro e uma subparcela de 5m x 5m (Figura 1) num vértice, para monitoramento da regeneração. Este aspecto não será abordado neste capítulo.

Contudo, considerando as dificuldades de aplicação do controle de rebrota, conforme mencionado acima, este tratamento não foi realizado. Desta forma, a UE foi submetida a um único tratamento silvicultural, o corte raso.

As variáveis chave são:

SÍMBOLO	NOME	UNIDADE	FONTE
N	Número de fustes com no mínimo um CAP > 6 cm, utilizado como estimador da densidade	fustes/ha	medida
CAP	Circunferência na Altura do Peito	cm	medida
DAP	Diâmetro na Altura do Peito	cm	calculada
ABP	Área Basal no Peito	cm ²	calculada
H	Altura total do maior fuste	m	medida
ABPH	Volume cilíndrico	m ³	calculado
SPP	Espécie, nome vulgar		observado
CD	Classe diamétrica (DAP)	cm	calculado
Ingresso	Novos indivíduos na população	n/ha	medido
Egresso	Indivíduos mortos ou desaparecidos	n/ha	medido

Figura 1. Croquis original da Unidade Experimental Fazenda Pendências, Soledade/PB.



Porém, devido à não aplicação do tratamento de controle de rebrotas e pela ausência do pastejo, apesar da divisão física das parcelas tenha sido mantida em campo, o desenho originalmente previsto não foi implementado e, conseqüentemente, a análise dos resultados se baseia em desenho simplificado de dois blocos, com 4 parcelas testemunhas e 8 parcelas de corte raso, cada.

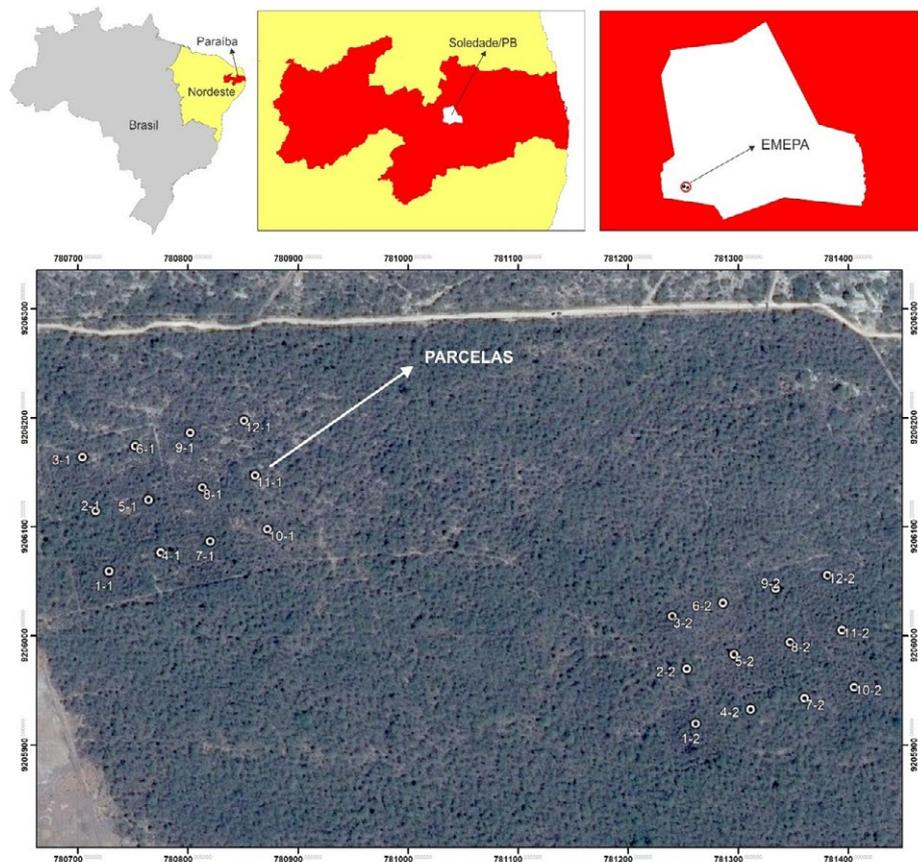
2.2. Medições realizadas, protocolo adotado, período estudado.

Após a instalação da Unidade em 2005 foram realizadas medições nos anos 2008, 2015 e 2022 que seguiram o protocolo da RMFC.

2.3. Localização da UE, clima e solos.

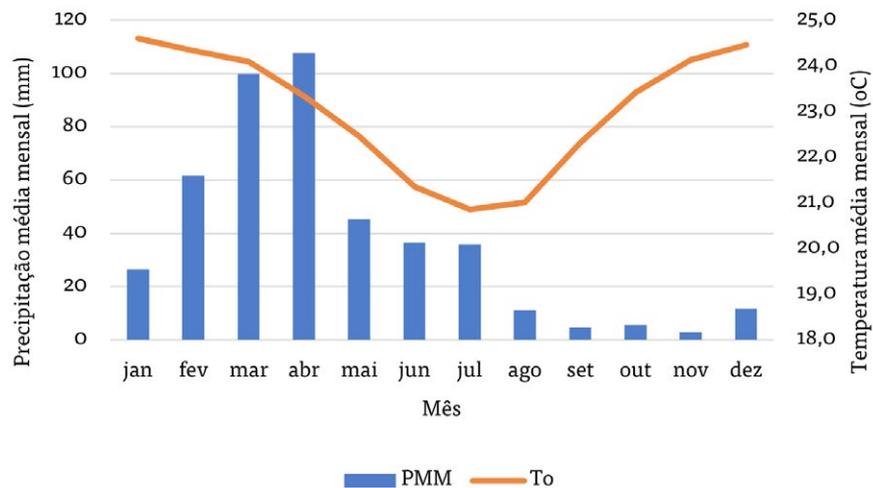
A Fazenda Pendências se localiza no município de Soledade na mesorregião do Agreste Paraibano e microrregião Curimataú Ocidental (Figura 2).

Figura 2. Localização da UE Fazenda Pendências, Soledade/PB.



O clima é do tipo BSh – semiárido quente – com altitude em torno de 550m e precipitação média anual de 449mm. As chuvas estão concentradas em cinco a seis meses do ano, como demonstrado na Figura 3 (ALVARES *et al.*, 2013). O solo foi classificado como Planossolo Nátrico Órtico típico.

Figura 3. Climograma do município de Soledade/PB.



A vegetação original tinha 1.200 árvores por hectare, com ABP em torno de 4,6m²/ha, e volume empilhada de 60st/ha (aproximadamente 20m³/ha). Foram encontradas oito espécies arbóreas, com dominância alta de Catingueira, Marmeleiro, Pereiro e Maniçoba.



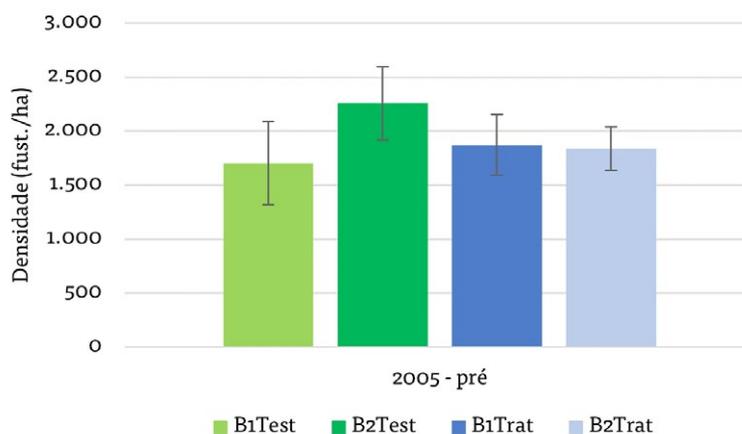
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Dinâmica do estoque

3.1.1. Dinâmica de N (número de fustes)

Na situação pré-corte não havia diferenças significativas entre os conjuntos de parcelas testemunhas e as que receberam os tratamentos, nem entre os blocos, indicando que a densidade era bastante similar em toda a Unidade Experimental (Figura 4).

Figura 4. Médias da densidade na Unidade Experimental Fazenda Pendências, em 2005, antes de aplicar os tratamentos. Barras de erro representam o Erro Padrão.



Analisando a dinâmica das parcelas individuais após aplicar os tratamentos, observa-se que de 2005 a 2015, o número de fustes aumentou nas parcelas Testemunha, porém caiu levemente na medição de 2022 (Tabela 1). Nos tratamentos de corte raso, N aumentou sempre, até atingir 2.500 – 2.700 fustes/ha em 2022. As diferenças entre valores iniciais e finais de N nos tratamentos são significativas, indicando que a densidade nas parcelas de CR efetivamente aumentou até igualar os valores das testemunhas no ano 2022.

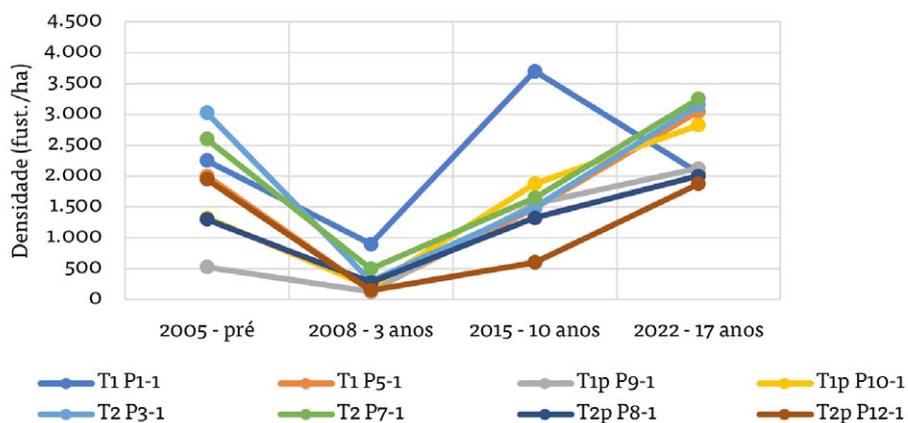
Tabela 1. Valores médios de N nos blocos e tratamentos da Unidade Experimental Fazenda Pendências, em 4 datas de medição.

	2005 PRÉ	EP	2008 3 ANOS	EP	2015 10 ANOS	EP	2022 17 ANOS	EP
B1 Test	1.700	386	2.319	483	2.731	454	2.856	376
B2 Test	2.256	341	2.263	758	3.363	422	2.394	380
B1 Trat	1.872	282	325	93	1.709	313	2.541	205
B2 Trat	1.838	201	1.081	401	2.244	281	2.734	191

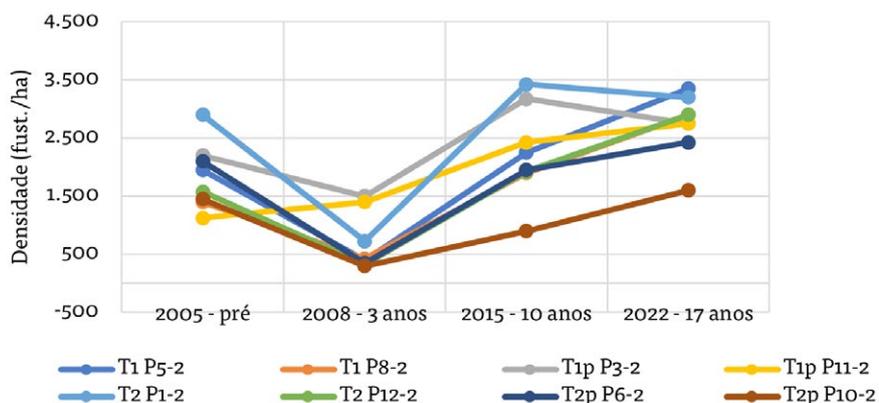
A Figura 5 apresenta a dinâmica de N em cada parcela. Os padrões são muito similares, e com 17 anos, o N nas parcelas de tratamento ultrapassou os valores pré-corte. Observa-se que também nas oito parcelas de Testemunha houve aumento do N demonstrando que a vegetação sem intervenção também apresenta uma dinâmica própria.

Figura 5. Dinâmica da densidade nas parcelas da Unidade Experimental Fazenda Pendências.

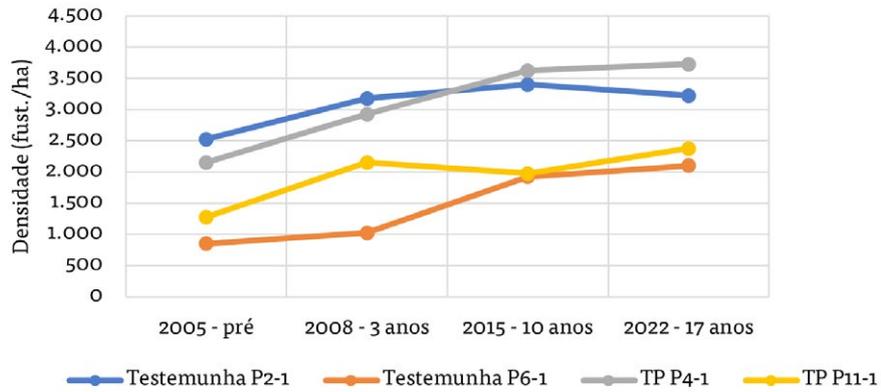
Tratamento - Bloco 1



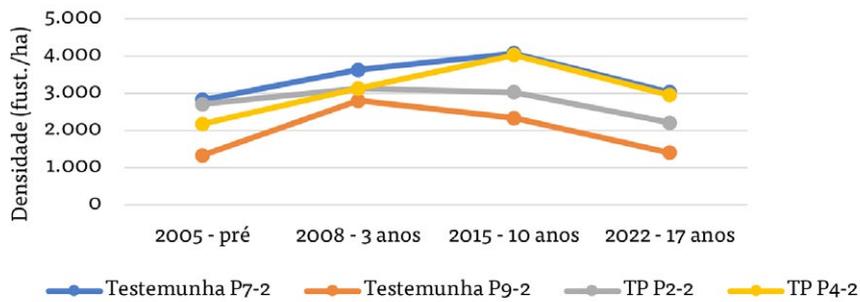
Tratamento - Bloco 2s



Testemunha - Bloco 1

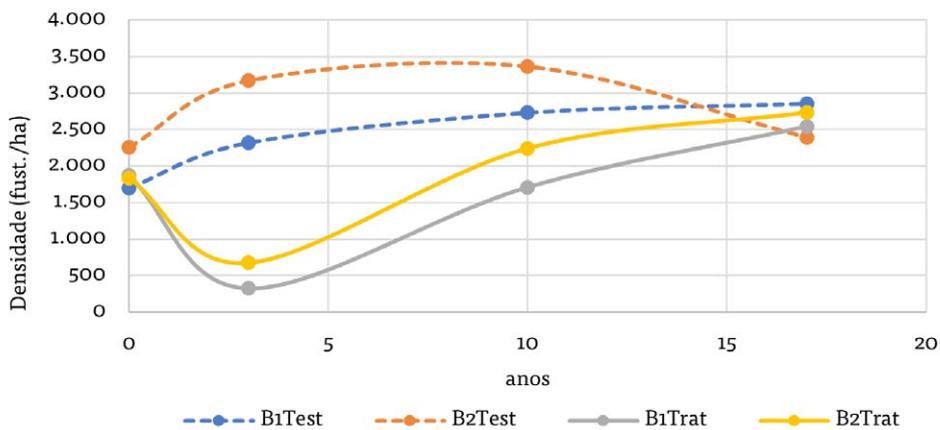


Testemunha - Bloco 2



Os valores finais das médias de N em 2022 são muito similares, variando por volta de 2.500 fustes/ha, sendo que os iniciais eram da ordem de 2.000 fustes/ha (Figura 6).

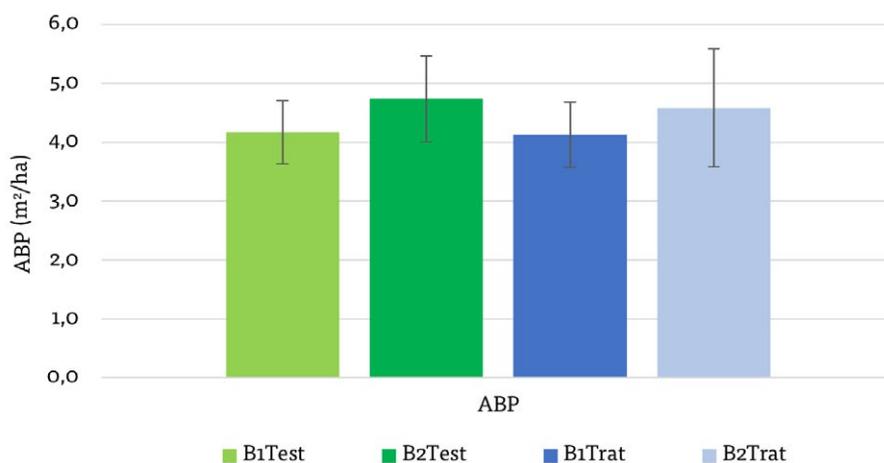
Figura 6. Dinâmica dos valores médios de N nos tratamentos e testemunhas de Blocos 1 e 2 da Unidade Experimental Fazenda Pendências.



3.1.2. Dinâmica da Área Basal (ABP)

As médias de ABP nas parcelas de testemunhas e de tratamentos nos dois blocos não eram estatisticamente diferentes na situação pré-corte, indicando que as árvores estavam distribuídas com alta homogeneidade em toda a extensão da Unidade Experimental (Figura 7).

Figura 7. Médias de ABP nas parcelas de testemunhas e tratamentos dos dois blocos da UE Pendências, na situação pré-corte.



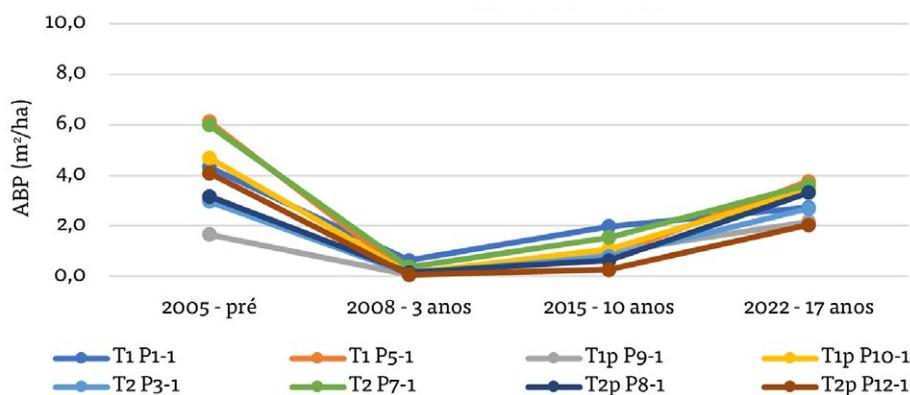
A dinâmica de ABP de cada parcela, nas três medições sucessivas, é apresentada na Figura 8.

As parcelas com tratamento de Corte Raso cresceram mais no Bloco 2 que no Bloco 1, sem razões evidentes para isso, uma vez que o relevo é plano e a história de uso do solo é, até onde se sabe, a mesma.

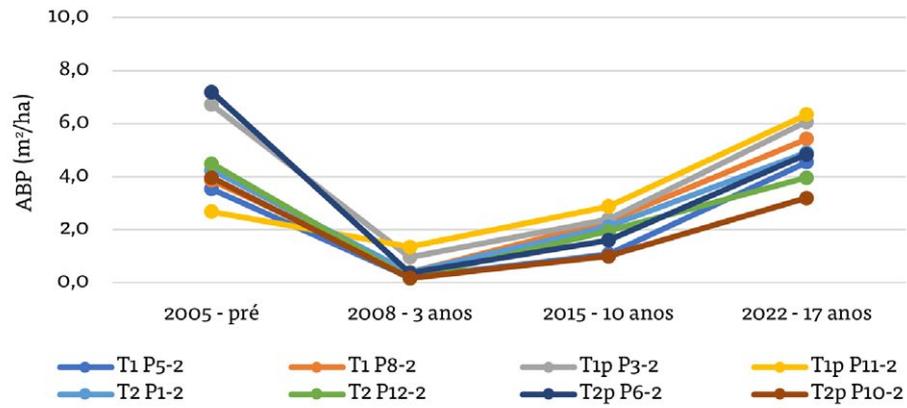
Sete das oito parcelas Testemunha também cresceram em ABP durante os 17 anos de medições (com exceção da P 9-2, que caiu para o seu nível inicial na última medição). A magnitude do incremento de cada parcela não parece estar relacionada com sua ABP na situação pré-corte.

Figura 8. Dinâmica de ABP de 2005 a 2022 nas parcelas da UE Fazenda Pendências.

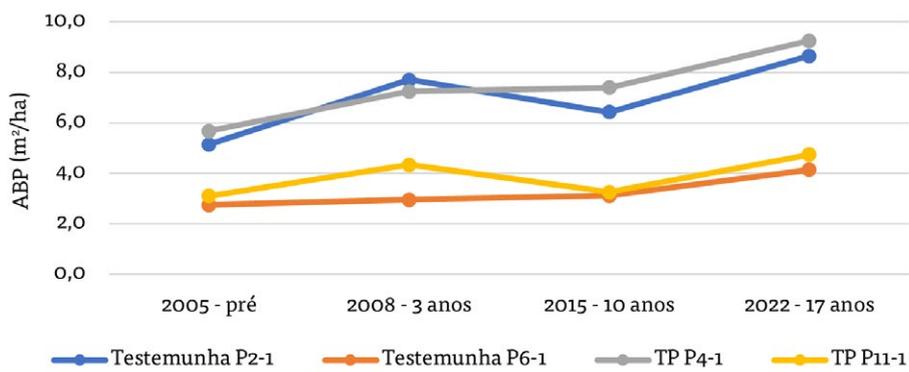
Tratamento - Bloco 1



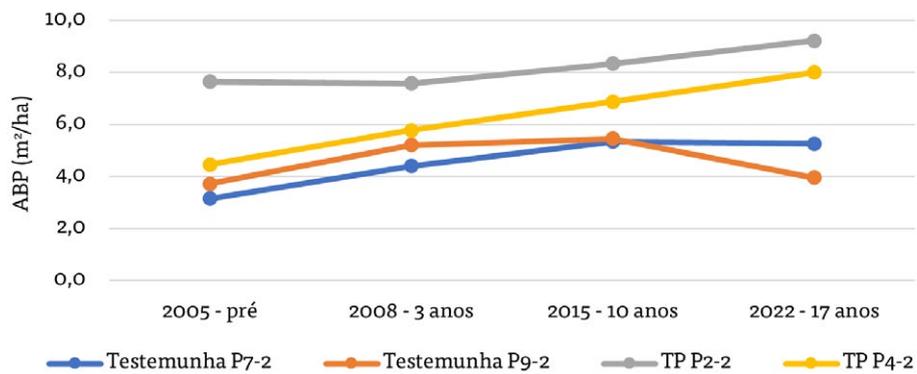
Tratamento - Bloco 2



Testemunha - Bloco 1



Testemunha - Bloco 2

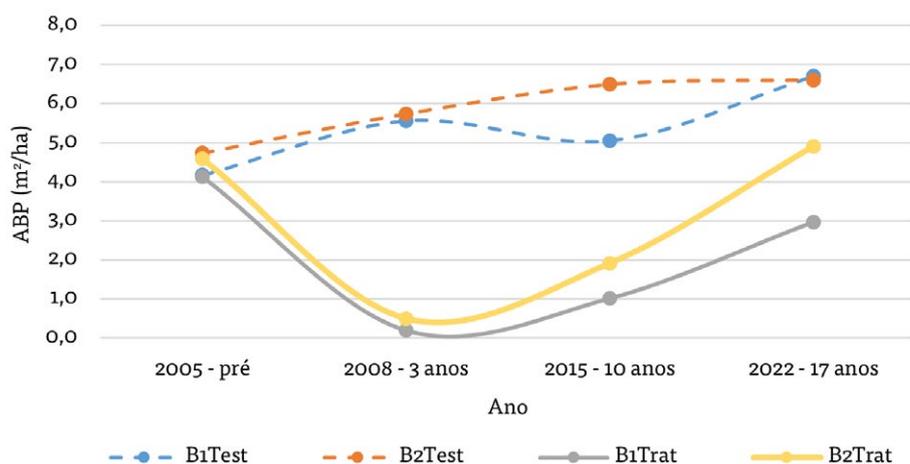


A dinâmica da ABP é resumida na Tabela 2 e na Figura 9.

Tabela 2. Dinâmica de ABP nas testemunhas e tratamentos da Unidade Experimental Fazenda Pendências de 2005 a 2022.

	2005 PRÉ	EP	2008 3 ANOS	EP	2015 10 ANOS	EP	2022 17 ANOS	EP
B1 Test	4,1684	0,7288	5,5585	1,1438	5,0478	1,0924	6,6992	1,3121
B2 Test	4,7388	1,0020	5,7395	0,6737	6,4965	0,7049	6,6065	1,2108
B1 Trat	4,1242	0,5365	0,2020	0,0715	1,0175	0,1892	2,9694	0,2336
B2 Trat	4,5845	0,5522	0,4962	0,1527	1,9158	0,2317	4,9104	0,3694

Figura 9. Dinâmica da ABP nas testemunhas e Tratamentos da Unidade Experimental Fazenda Pendências, em quatro datas.

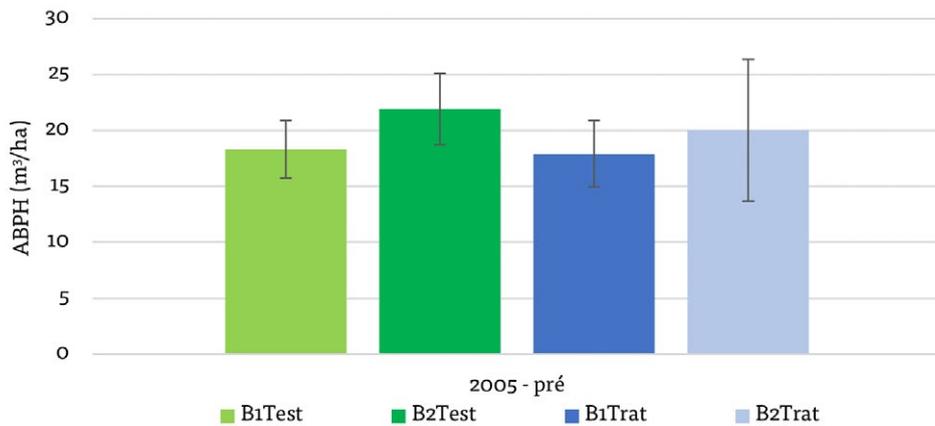


A dinâmica da ABP nas testemunhas foi crescente. Nos tratamentos, depois da queda pós-corte, houve um crescimento continuado, com destaque para o Bloco 2.

3.1.3. Dinâmica do volume cilíndrico

O volume cilíndrico médio das parcelas de tratamento e testemunha em ambos os blocos não era significativamente diferente antes do corte, confirmando assim a homogeneidade da vegetação dentro da Unidade Experimental (Figura 10).

Figura 10. Volume Cilíndrico médio nas parcelas de Testemunha e Tratamentos na situação pré-corte da UE Fazenda Pendências.



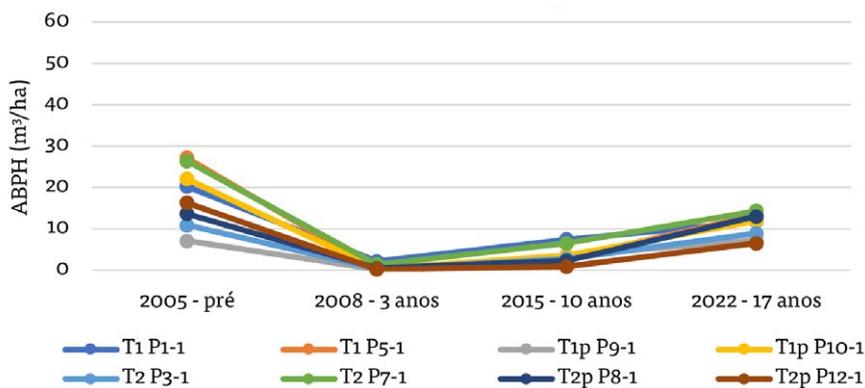
Nos anos seguintes, a dinâmica da ABPH nas parcelas teve um padrão muito similar, como demonstrado na Figura 11.

Sete das oito parcelas de Testemunha continuaram crescendo durante os 17 anos, cada uma delas mantendo seu próprio patamar e sua diferença com as outras. Destaca-se a P2-2, que passou de 40m³/ha em 2005 a 57m³/ha em 2022. Isto pode indicar que algum fator próprio de cada parcela, como a composição do grupo de árvores presentes, ou alguma condição do solo, resultou decisivo para definir a taxa de incremento e o volume máximo desses conjuntos de árvores.

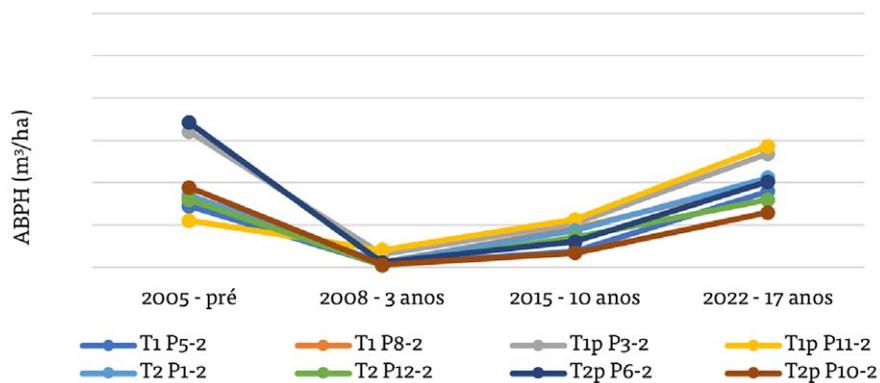
As parcelas de Tratamento, depois da lógica queda inicial de volume em pé, tiveram um crescimento diferenciado. Após 17 anos, as do Bloco 1 chegaram a valores em torno de 10m³/ha, e as do Bloco 2 atingiram entre 10m³/ha e 30m³/ha. Não existem razões evidentes para explicar estas importantes diferenças entre os blocos, visto que antes do corte todas as parcelas nos dois blocos eram estatisticamente iguais em termos de volume.

Figura 11. Dinâmica de ABPH nas parcelas de tratamento e testemunha da UE Fazenda Pendências de 2005 a 2022.

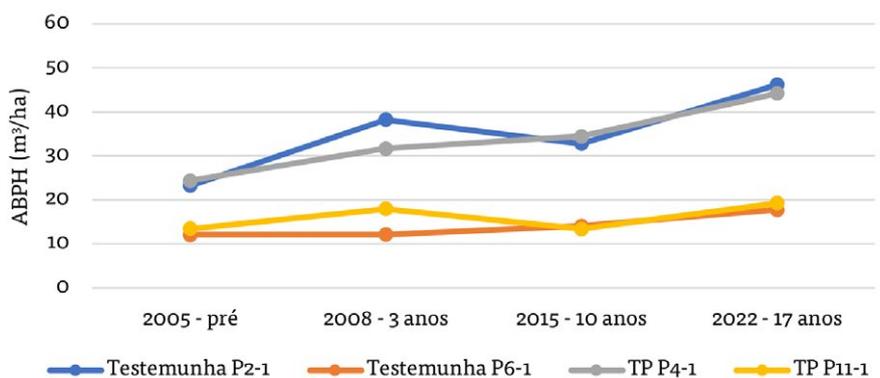
Tratamento - Bloco 1



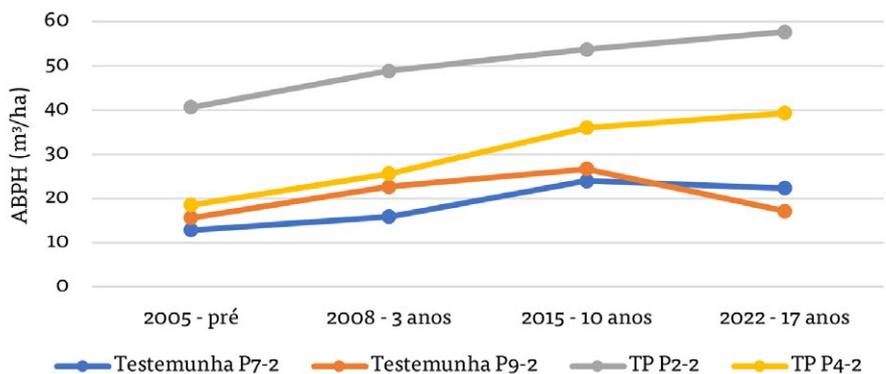
Tratamento - Bloco 2



Testemunha - Bloco 1



Testemunha - Bloco 2

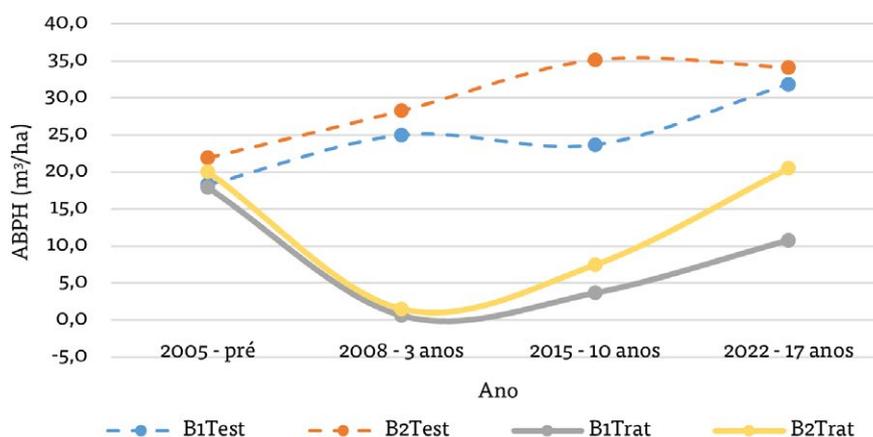


A dinâmica da ABPH média é resumida na Tabela 3 e na Figura 12. A diferença de ABPH no tratamento Corte Raso entre o Bloco 1 e 2, inexistente em 2005, fica cada vez mais patente ao longo do tempo e é significativa em 2022.

Tabela 3. Dinâmica da ABPH nas testemunhas e tratamentos da Unidade Experimental Fazenda Pendências de 2005 a 2022.

	2005 PRÉ	EP	2008 3 ANOS	EP	2015 10 ANOS	EP	2022 17 ANOS	EP
B1 Test	18,2998	3,2068	24,9875	6,0090	23,6798	5,7520	31,8597	7,7109
B2 Test	21,9003	6,3499	28,2511	7,1552	35,1346	6,7217	34,1103	9,1630
B1 Trat	17,9115	2,5623	0,6260	0,2471	3,6747	0,7735	10,8102	1,0374
B2 Trat	20,0087	2,9753	1,4947	0,4678	7,4447	1,0307	20,4834	1,8446

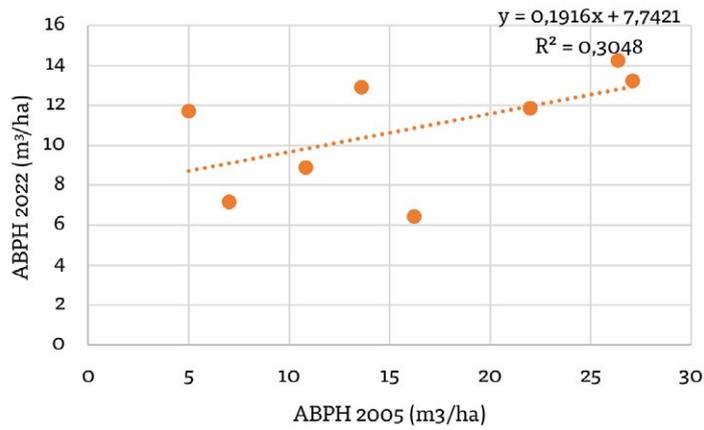
Figura 12. Dinâmica da ABPH nas testemunhas e Tratamentos da Unidade Experimental Fazenda Pendências, em quatro datas.



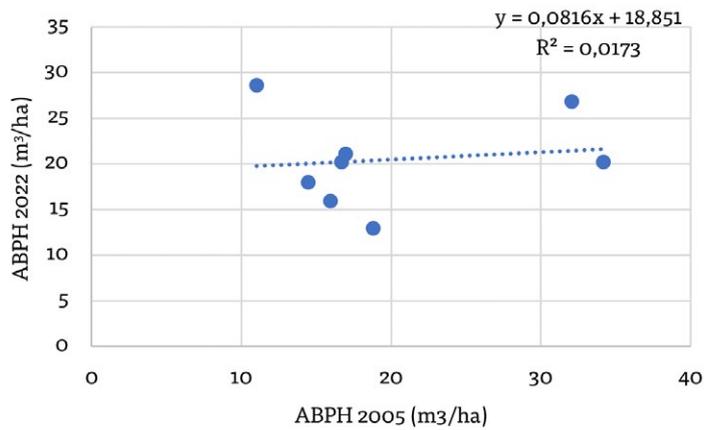
Um aspecto interessante desta Unidade Experimental é a escassa correlação entre o volume cilíndrico das parcelas na situação pré-corte e 17 anos depois. A regressão da Figura 13 apresenta baixos valores de R^2 , indicando que o incremento volumétrico pós-corte tem uma relação muito fraca com o estoque pré-corte de cada parcela. Resulta evidente que outros fatores presentes ou atuantes na parcela, têm maior influência na recuperação do volume das unidades amostrais.

Figura 13. Correlação entre ABPH em 2005 e 2022, nas parcelas de tratamento de Bloco 1 e 2 na Unidade Experimental Fazenda Pendências

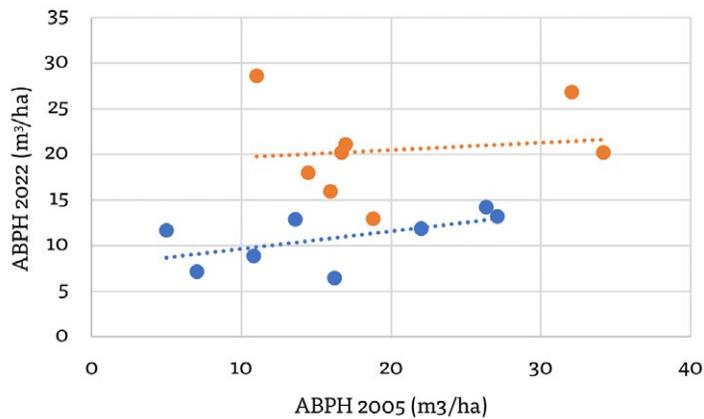
Bloco 1



Bloco 2



Bloco 1 e 2



A diferença entre blocos é grande: no Bloco 1, o estoque atingiu valores de 6m³/ha a 14m³/ha em 2022, e no Bloco 2 chegava ao entorno de 13m³/ha a 28m³/ha. Não se conhecem as causas que poderiam ter provocado esta diferença tão marcante.

3.2. Dinâmica do IMA e IPA

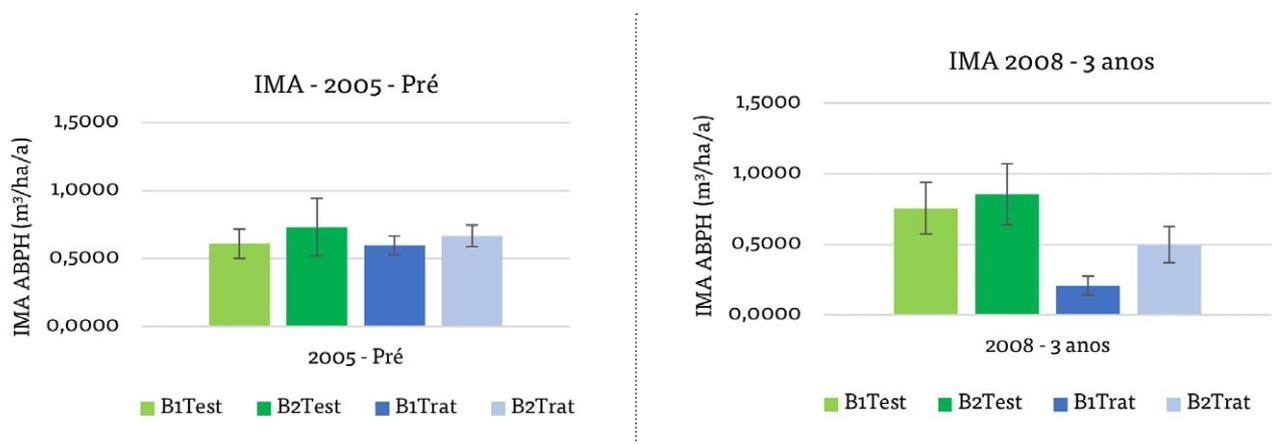
Os valores calculados de IMA da ABPH na situação pré-corte em 2005 (assumindo uma idade de 30 anos) não eram significativamente distintos. Após 2005, nas parcelas Testemunha, o IMA se manteve quase constante (de 0,6m³/ha.a a 0,8m³/ha.a) até 2022, sem diferenças significativas entre os dois blocos (Tabela 4 e Figura 14).

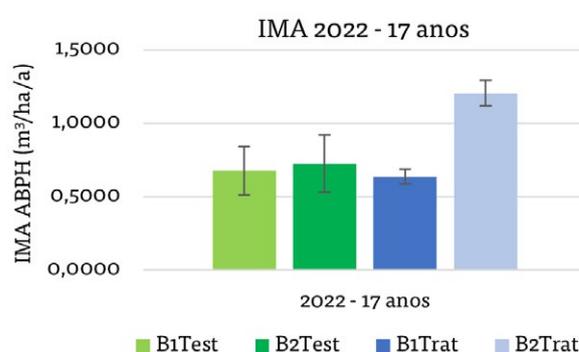
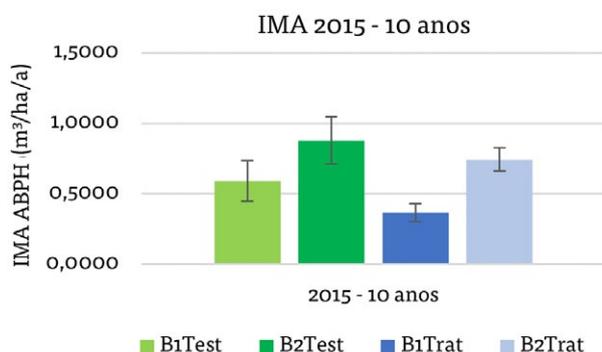
Pelo contrário, nas parcelas com tratamento de corte raso, o IMA passou de 0,2m³/ha.a - 0,4m³/ha.a em 2008 para 0,6m³/ha.a a 1,2m³/ha.a no ano 2022. As diferenças entre blocos também foram se acentuando e resultam altamente significativas no ano de 2022.

Tabela 4. Média e Erro Padrão do IMA na Unidade Experimental Fazenda Pendências.

	2005 PRÉ	EP	2008 3 ANOS	EP	2015 10 ANOS	EP	2022 17 ANOS	EP
B1 Test	0,6100	0,1069	0,7572	0,1821	0,5920	0,1438	0,6779	0,1641
B2 Test	0,7300	0,2117	0,8561	0,2168	0,8784	0,1680	0,7258	0,1950
B1 Trat	0,5970	0,0697	0,2087	0,0673	0,3675	0,0632	0,6359	0,0498
B2 Trat	0,6670	0,0810	0,4982	0,1273	0,7445	0,0842	1,2049	0,0886

Figura 14. Dinâmica do IMA médio nas Testemunhas e Tratamentos da Unidade Experimental Fazenda Pendências, em quatro datas de medição.





Existe uma grande e muito significativa diferença do IMA entre B1 e B2 aos 17 anos do corte, sem que seja identificada claramente alguma causa.

Nesta Unidade Experimental existem três períodos para os quais pode ser calculado o IPA, conforme apresentado nas Figuras 15 e 16.

Figura 15. Valores médios de IPA do Volume Cilíndrico nos tratamentos e testemunhas da UE Fazenda Pendências em três intervalos de medição.

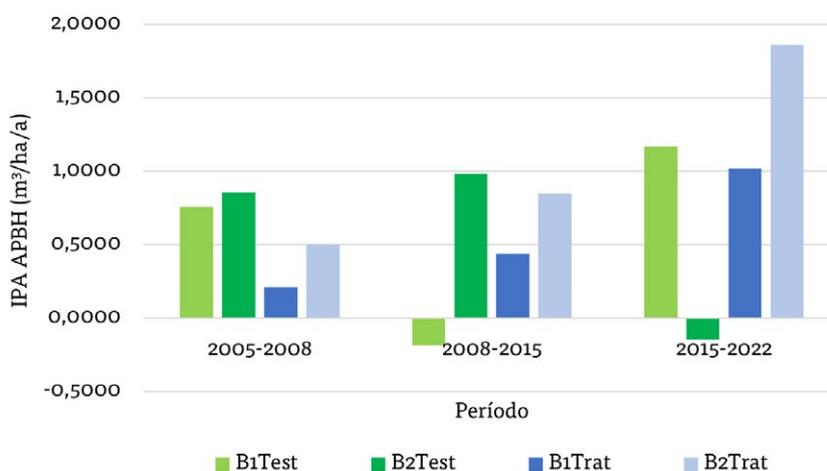
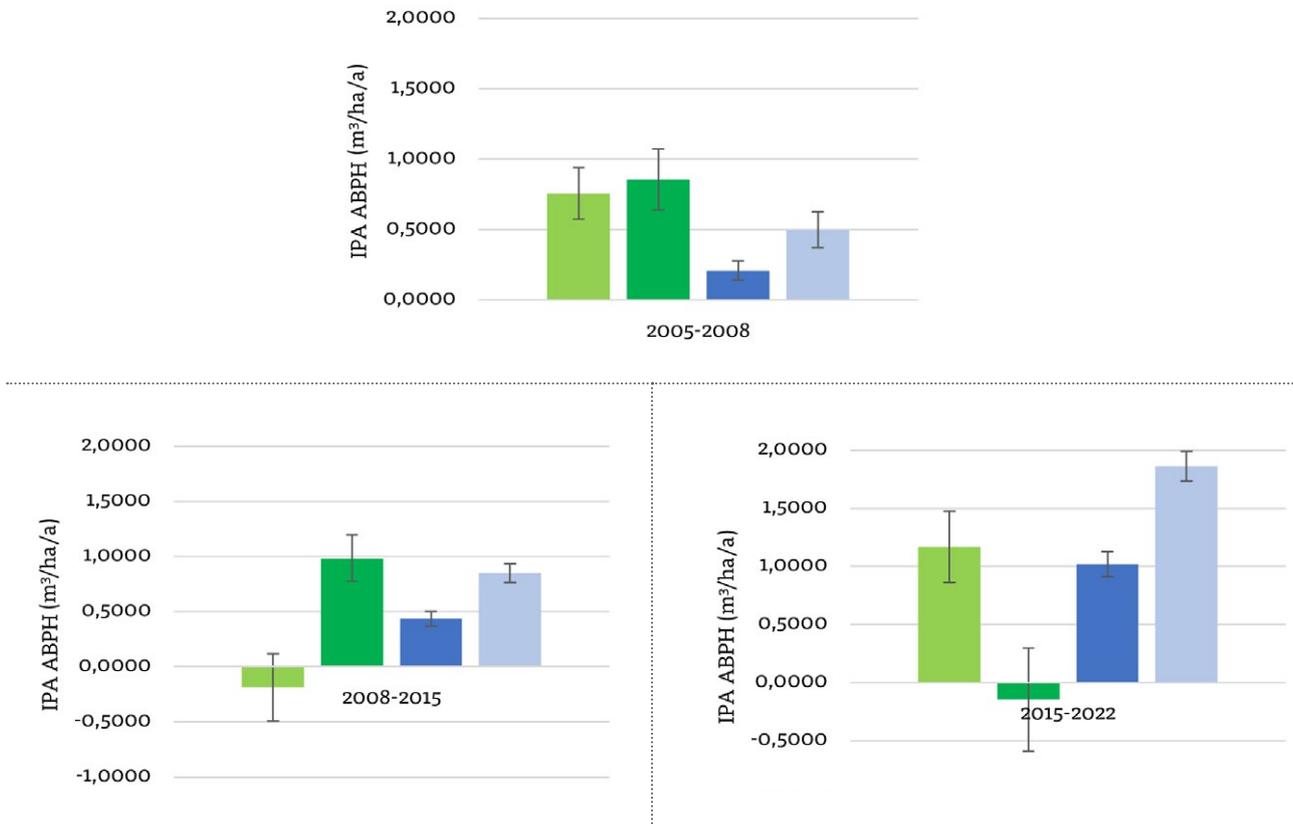


Figura 16. Média e Erro Padrão do IPA do Volume Cilíndrico nos tratamentos e testemunhas da UE Fazenda Pendências em três intervalos de medição.



O IPA nas parcelas Testemunha apresenta uma sequência de valores positivos e negativos, sem padrão claro, refletindo uma dinâmica interna de vegetação mais madura, alternando perdas por mortalidade e novo crescimento.

O IPA nas parcelas de Corte Raso sempre é distinto entre os blocos e apenas é similar ou maior que o IPA nas Testemunhas no último período de medição (2015 – 2022).

Comparando as taxas de crescimento encontradas nesta UE com as estimativas de Pareyn *et al.* (2022) para a zona de PMA < 500 mm/a (0,7-1,8m³/ ha.a) observa-se que o IMA das Testemunhas está no limite inferior da zona (em torno de 0,7m³/ ha.a). As parcelas de Corte Raso estão sempre abaixo dessa estimativa, com exceção para 2022 onde os valores de IMA são similares (0,6 – 1,2m³/ ha.a). Isto sugere que cerca do fim do ciclo de corte, os valores de IMA local estão dentro do padrão geral da zona de precipitação correspondente.

3.3. Recuperação do estoque inicial

Nas parcelas Testemunha, o estoque em 2022 era de 110% a 212% maior que em 2005. O estoque inicial tinha sido até duplicado em algumas delas, sem nenhuma intervenção (Tabela 5).

Nas parcelas com tratamento de corte raso, o estoque encontrado em 2022 variou muito, com níveis de recuperação de 40% a 260%. No Bloco 1, apenas uma parcela das oito superou o estoque de 2005, mas no Bloco 2 há cinco parcelas nessa condição em 2022.

A relação entre estoque inicial e final é apresentada na Figura 13, onde fica claro que a correlação entre ambos os valores é muito baixa, nos dois blocos.

Tabela 5. ABPH por parcela no pré-corte e com 10 e 17 anos pós-corte.

BLOCO 1						
TRATAMENTO	PARCELAS	2005 - PRÉ	2015 - 10 ANOS	%	2022 - 17 ANOS	%
T1	P1-1	20,1748	7,3702	37%	11,7133	58%
T1	P5-1	27,0911	2,8355	10%	13,2359	49%
T1p	P9-1	7,0224	3,4809	50%	7,1657	102%
T1p	P10-1	21,9993	3,5219	16%	11,8734	54%
T2	P3-1	10,8160	2,6460	24%	8,8735	82%
T2	P7-1	26,3557	6,4755	25%	14,2629	54%
T2p	P8-1	13,6121	2,2448	16%	12,9129	95%
T2p	P12-1	16,2204	0,8230	5%	6,4440	40%
Testemunha	P2-1	23,2760	32,8236	141%	46,1882	198%
Testemunha	P6-1	12,0782	14,0678	116%	17,7522	147%
TP	P4-1	24,3609	34,4237	141%	44,1820	181%
TP	P11-1	13,4839	13,4042	99%	19,3165	143%

BLOCO 2						
TRATAMENTO	PARCELAS	2005 - PRÉ	2015 - 10 ANOS	%	2022 - 17 ANOS	%
T1	P5-2	14,4444	3,7575	26%	17,9721	124%
T1	P8-2	16,6998	9,0347	54%	20,2056	121%
T1p	P3-2	32,0595	10,3259	32%	26,8451	84%

BLOCO 2						
TRATAMENTO	PARCELAS	2005 - PRÉ	2015 - 10 ANOS	%	2022 - 17 ANOS	%
T1p	P11-2	11,0021	11,2965	103%	28,6043	260%
T2	P1-2	16,9564	8,6711	51%	21,1070	124%
T2	P12-2	15,9429	7,0689	44%	15,9498	100%
T2p	P6-2	34,1571	6,0316	18%	20,2318	59%
T2p	P10-2	18,8071	3,3716	18%	12,9514	69%
Testemunha	P7-2	12,8461	24,0207	187%	22,3467	174%
Testemunha	P9-2	15,6170	26,7152	171%	17,1433	110%
TP	P2-2	40,6321	53,7611	132%	57,6556	142%
TP	P4-2	18,5059	36,0414	195%	39,2955	212%
B1Test				125%		168%
B2Test				171%		159%
B1Trat				23%		67%
B2Trat				43%		118%

Estes resultados colocam em questão a aplicabilidade do conceito de “recuperação do estoque inicial” como meta para o manejo de florestas secundárias - que são a maioria das matas remanescentes no bioma caatinga. Por um lado, o “estoque inicial” é um alvo móvel, porque a floresta está em crescimento quando o manejo comercial é iniciado, e o estoque nos últimos talhões da série será necessariamente maior que nos primeiros. Por outro lado, a correlação entre o estoque inicial e o final, ao nível de parcela, é muito fraca; e para variâncias tipicamente altas (como são habituais em inventários com parcelas de 400m²) a incerteza sobre o verdadeiro valor do estoque pode ser grande se o número de parcelas medidas for baixo (N < 20).

3.4. Diversidade: dinâmica da riqueza e dominância.

O número de espécies encontradas em 2022 foi maior que em 2005, tanto no Bloco 1 quanto no 2, e igualmente nas parcelas de tratamento como nas Testemunhas (Tabela 6 e Anexo I). O aumento da riqueza nas parcelas de Testemunha não tem motivos claros.

Em ambos os blocos, a dominância é de poucas espécies: de 3 a 6, e com maior frequência somente 4. A aplicação do corte raso não fez mudar o padrão de dominância concentrada

em poucas espécies. Os baixos valores do Índice de Shannon confirmam esta característica da vegetação arbórea na UE com poucas espécies que concentram a maior parte da biomassa, antes e depois de ter aplicado o tratamento.

Tabela 6. Riqueza, Índice de Shannon (H') e número de espécies dominantes (somam 80% ou mais da ABPH) por tratamento e medição.

	2005	2008	2015	2022
Bloco 1 - Tratamento				
Riqueza	10	8	14	15
H'	1,60	1,81	1,83	1,88
Spp. Dominantes	4	4	4	5
Bloco 1 - Testemunha				
Riqueza	10	12	13	15
H'	1,64	1,72	1,64	1,66
Spp. Dominantes	4	4	4	3
Bloco 2 - Tratamento				
Riqueza	16	12	19	16
H'	1,88	1,12	1,90	1,65
Spp. Dominantes	6	2	4	4
Bloco 2 - Testemunha				
Riqueza	13	14	15	14
H'	1,99	2,06	1,99	1,79
Spp. Dominantes	5	6	5	4

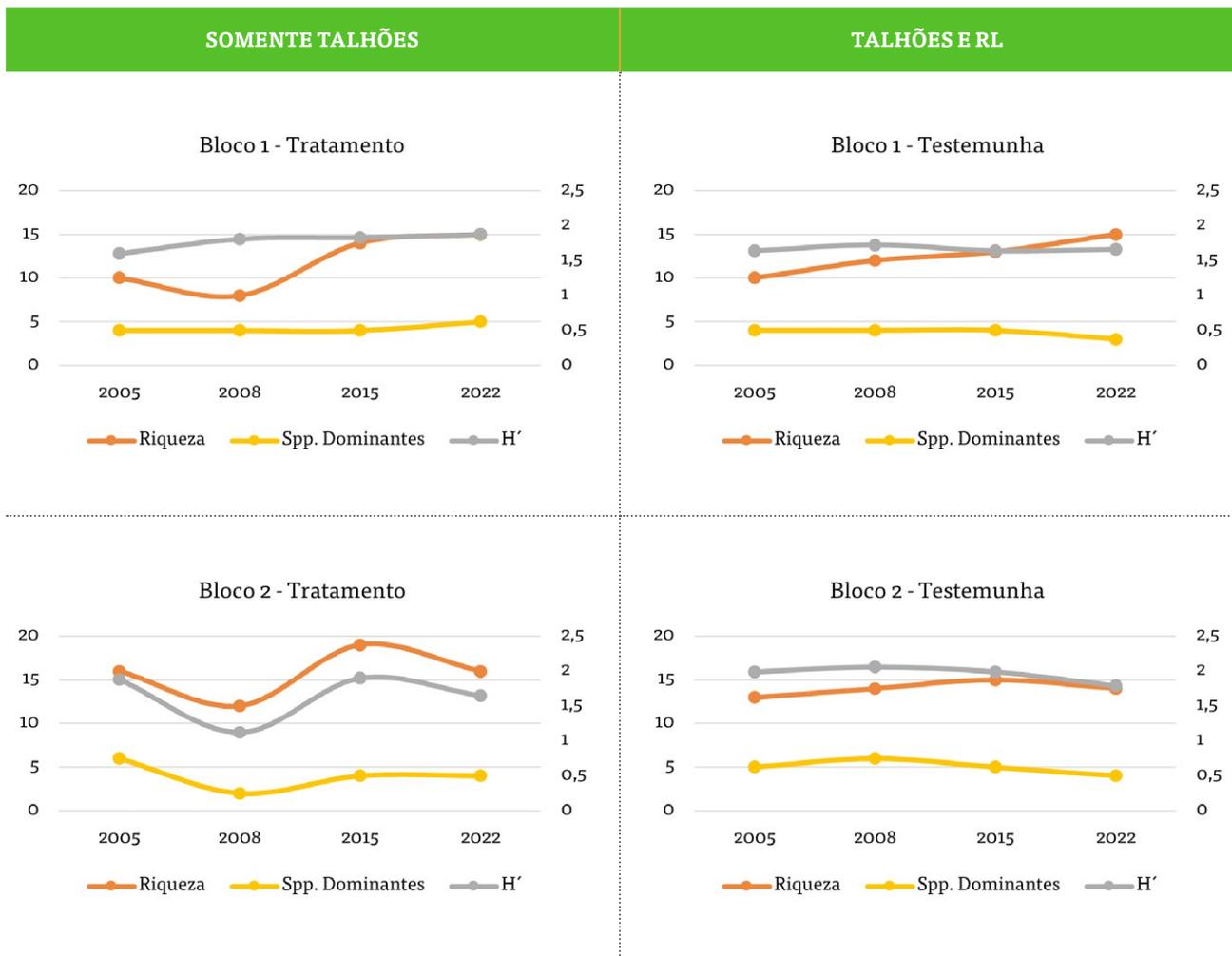
A lista de espécies dominantes é apresentada na Tabela 7. A Figura 17 demonstra que os valores de Riqueza, Número de espécies dominantes e Índice de Shannon oscilam ao redor dos mesmos patamares ao longo dos 17 anos de observação, sem tendência clara.

Tabela 7. Espécies dominantes de 2005 a 2022.

2005		2008	2015	2022			
ESPÉCIE	DOM	ESPÉCIE	DOM	ESPÉCIE	DOM	ESPÉCIE	DOM
Bloco 1 - Tratamento							
Catingueira	37%	Marmeleiro	27%	Jurema-de-imbira	33%	Catingueira	34%
Jurema-de-imbira	30%	Jurema-preta	20%	Catingueira	27%	Pinhão	21%
Pereiro	12%	Maniçoba	20%	Marmeleiro	12%	Jurema-de-imbira	16%
Jurema-branca	10%	Catingueira	20%	Jurema-branca	9%	Maniçoba	8%
						Pereiro	7%
Bloco 1 - Testemunha							
Catingueira	36%	Catingueira	32%	Catingueira	42%	Catingueira	43%
Jurema-de-imbira	15%	Jurema-de-imbira	27%	Jurema-de-imbira	17%	Maniçoba	22%
Pereiro	27%	Pereiro	17%	Pereiro	16%	Pereiro	15%
Maniçoba	9%	Maniçoba	12%	Maniçoba	15%		
Bloco 2 - Tratamento							
Catingueira	38%	Maniçoba	67%	Maniçoba	38%	Maniçoba	46%
Jurema-de-imbira	15%	Marmeleiro	16%	Jurema-de-imbira	21%	Catingueira	27%
Imburana-de-cambão	13%			Catingueira	18%	Pinhão	6%
Maniçoba	10%			Jurema-preta	4%	Jurema-de-imbira	4%
Pereiro	9%						
Marmeleiro	8%						
Bloco 2 - Testemunha							
Catingueira	30%	Catingueira	29%	Catingueira	33%	Catingueira	37%

2005		2008		2022			
ESPÉCIE	DOM	ESPÉCIE	DOM	ESPÉCIE	DOM	ESPÉCIE	DOM
Jurema-preta	17%	Jurema-preta	20%	Jurema-de-imbira	12%	Maniçoba	19%
Pereiro	10%	Maniçoba	10%	Maniçoba	11%	Jurema-preta	18%
Maniçoba	10%	Jurema-de-imbira	9%	Pereiro	11%	Pereiro	12%
Marmeleiro	9%	Marmeleiro	9%	Jurema-preta	16%		
		Pereiro	9%				

Figura 17. Dinâmica da riqueza, Índice de Shannon e número de espécies dominantes ao longo de 17 anos de medições sucessivas.



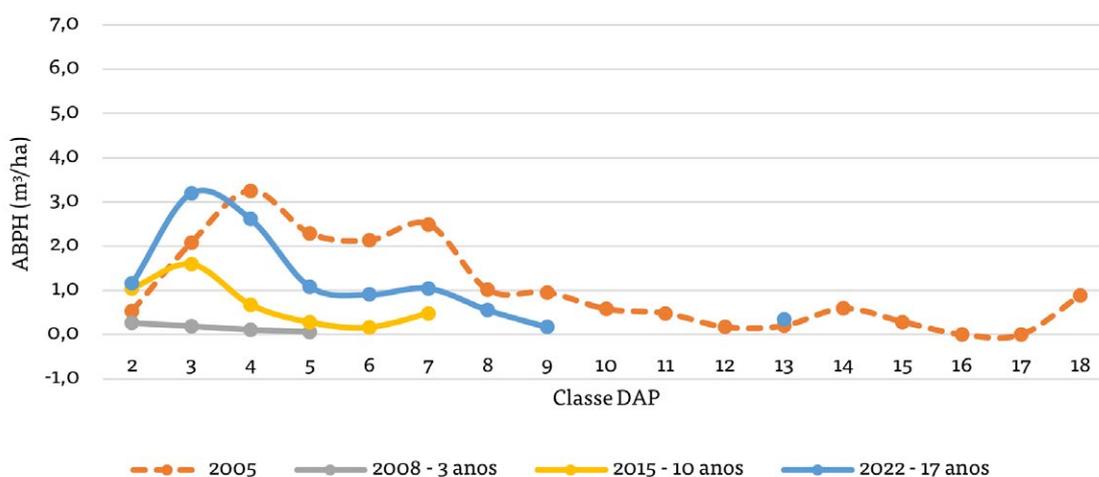
3.5. Distribuição diamétrica: situação pré-corte e dinâmica posterior

Nos tratamentos de corte raso, a distribuição do volume nas classes de diâmetro apresenta curvas deslocadas à direita e para cima nas sucessivas medições, mostrando maior volume em árvores de maior diâmetro. Porém, em 2022, a maior parte do volume ainda está em árvores com menos de 12cm de DAP (Figura 18).

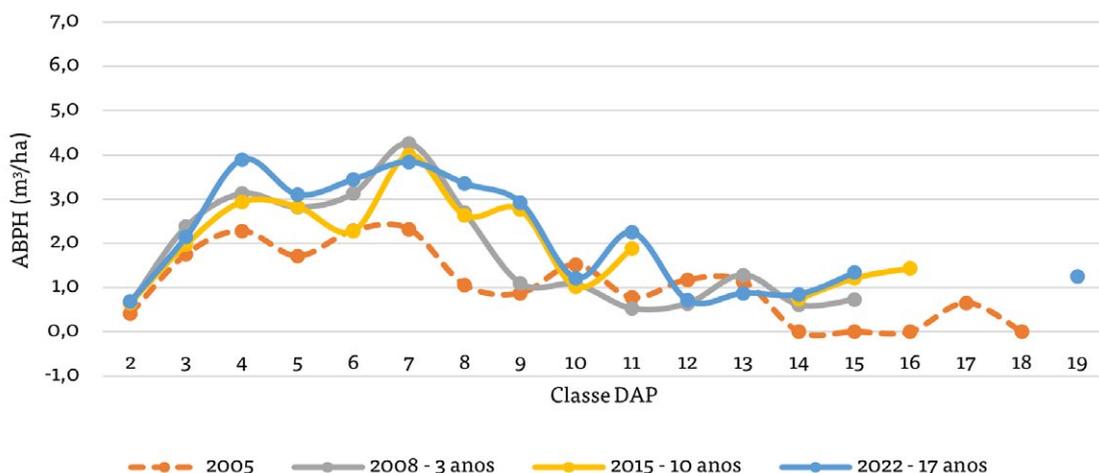
Nas testemunhas, as curvas mantêm a sua forma original com leve deslocamento para a direita e aumento de altura, demonstrando que o incremento do volume total inclui a acumulação de biomassa nas árvores maiores. Neste grupo de parcelas, a maior parte do volume está em árvores de DAP menor que 12cm ou 15cm, indicando que neste tipo de vegetação, a probabilidade de concentrar biomassa em árvores grandes é baixa, visto que dominam Catingueira, Jurema-preta, Jurema-de-imbira e Pereiro, espécies que raramente superam 20cm de DAP.

Figura 18. Dinâmica da estrutura diamétrica nos tratamentos e na Testemunha na UE Fazenda Pendências.

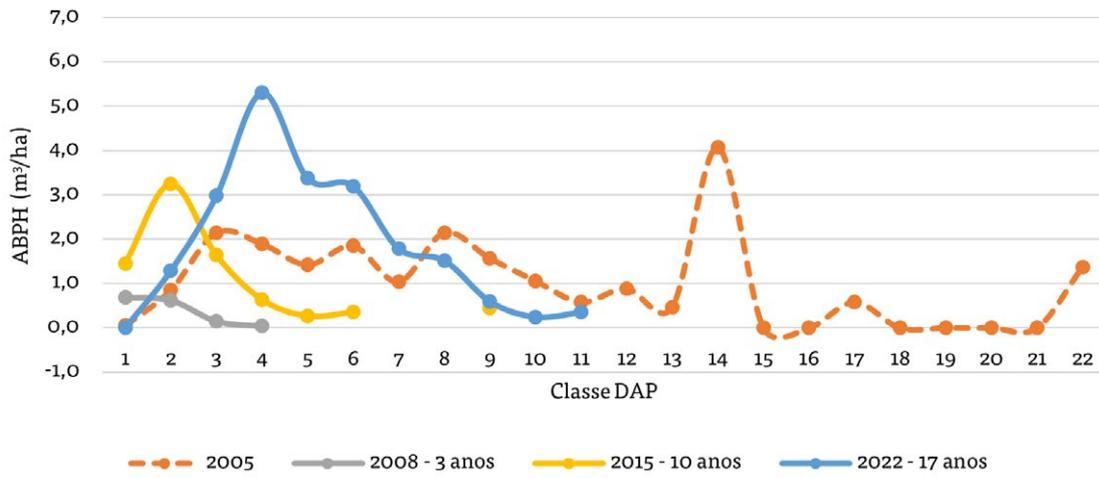
Tratamento - Bloco 1



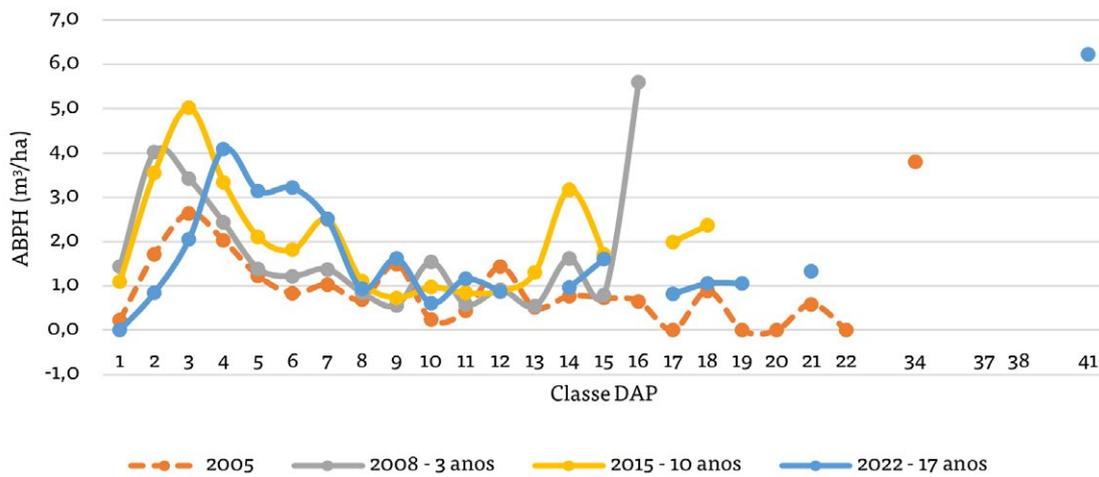
Testemunha - Bloco 1



Tratamento - Bloco 2



Testemunha - Bloco 2





4. RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DE PESQUISA

(a) Como variam a riqueza e diversidade do estrato arbóreo e da regeneração no tempo?

Nesta Unidade Experimental, a riqueza e diversidade do estrato arbóreo praticamente não mudaram após 17 anos de observação, tanto nos tratamentos quanto nas testemunhas.

(b) Como variam as taxas de crescimento em função do tempo, do estoque original e de outros fatores?

A taxa de crescimento da ABPH (medida pelo IPA nos três períodos de medição) foi positiva e crescente no tratamento de corte raso e variou de positiva a levemente negativa nas testemunhas. Se destaca a taxa muito maior nos tratamentos do Bloco 2, devida a fatores não determinados, que poderiam ser entre outros, as condições de solo.

(c) É possível recuperar o estoque inicial dentro do ciclo de corte?

O estoque inicial foi recuperado parcialmente nas parcelas de corte raso do Bloco 1 após 17 anos e foi amplamente superado nas parcelas do Bloco 2.

(d) Como muda a distribuição da biomassa por classes de diâmetro ao longo do tempo?

O ingresso dos indivíduos nas classes de diâmetro maiores é um processo contínuo ao longo do tempo. Contudo, após 17 anos de regeneração, a maior parte dos indivíduos ainda não atingiram DAP de 10cm.

(e) É possível recuperar a distribuição diamétrica original dentro do ciclo de corte?

Não foi possível recuperar a distribuição diamétrica original após 17 anos.

(f) Qual a duração do ciclo que maximiza as taxas de crescimento e de acumulação de biomassa?

As taxas de crescimento nas parcelas de Corte Raso foram maiores entre 10 e 17 anos quando o IPA superou o IMA.

(g) Qual é o ciclo de corte ideal?

O ciclo de corte ideal para produção de biomassa deve se situar entre 15 e 20 anos.

5. RECOMENDAÇÕES APLICÁVEIS PARA A PRÁTICA DO MFS

Esta Unidade Experimental dispõe apenas de um único tratamento, visto que não foram aplicados o controle da rebrota nem o pastoreio extensivo. Logo, as recomendações para a implementação do manejo florestal se limitam à estimativa das taxas de crescimento, dinâmica da diversidade e riqueza e recuperação da estrutura diamétrica.

As taxas de crescimento são da ordem do esperado para essa zona de precipitação média anual e estão em torno de $0,6\text{m}^3/\text{ha}/\text{a}$ – $1,2\text{m}^3/\text{ha}/\text{a}$.

A recuperação do estoque original nesse caso ocorreu entre 15 e 17 anos, mas em outras áreas dependerá da situação inicial da vegetação, que pode ser uma floresta madura ou uma mata antropizada em fase de recuperação.

O Corte Raso não demonstra ter impactos significativos na riqueza, diversidade e dominância de espécies e, portanto, não apresenta restrições para a sua aplicação no manejo florestal em relação à conservação da diversidade florística.

Um ciclo de corte de 15 a 20 anos permite a recuperação do estoque original em termos de biomassa total. Contudo, a obtenção de indivíduos com DAP maiores que 10cm necessitará de ciclo de exploração mais longo.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. 2013.

PAREYN, F.G.C., RIEGELHAUPT, E.M., MARQUES, M.W.C.F., CRUZ FILHO, J.L.V., PEREIRA, W.E., ARAÚJO, E.L. A contribuição do manejo florestal da caatinga para a segurança energética: um estudo da produtividade de biomassa aérea. In: ARAÚJO, E.L., PAREYN, F.G.C. (orgs.). **Manejo florestal sustentável da caatinga: contribuição para segurança energética, alimentar e hídrica**. Recife, APNE. 2022. p. 167-212.

ANEXO I

ABPH por espécie e por parcela (m³) na UE Fazenda Pendências nas quatro medições.
0% = presença com dominância < 0,5%.

2005

Bloco 1 - Tratamento									
ESPÉCIE	P1-1	P5-1	P9-1	P10-1	P3-1	P7-1	P8-1	P12-1	TOTAL
Catingueira	0,2438	0,5016	0,0951	0,3670	0,1413	0,2435	0,2652	0,2598	2,1173
Jurema-de-imbira	0,0982	0,3294	0,0604	0,4253	0,0224	0,4727	0,1256	0,2013	1,7354
Pereiro	0,1627	0,2161	0,0121		0,0525	0,0413	0,1040	0,0821	0,6708
Marmeleiro	0,1381	0,0033		0,0073	0,1466	0,0025	0,0356	0,0161	0,3495
Maniçoba	0,0936			0,0345					0,1281
Jurema-branca	0,0594	0,0061	0,1133	0,0307	0,0641	0,2750	0,0052	0,0287	0,5823
Mororó	0,0078	0,0130		0,0151	0,0058	0,0048			0,0465
Pinhão		0,0107					0,0089	0,0232	0,0429
Indeterminada	0,0034	0,0016				0,0144		0,0057	0,0251
Imburana-de-cambão		0,0018						0,0318	0,0336
Total	0,8070	1,0836	0,2809	0,8800	0,4326	1,0542	0,5445	0,6488	5,7317

2005

Bloco 1 - Testemunha					
ESPÉCIE	P2-1	P6-1	P4-1	P11-1	TOTAL
Catingueira	0,2583	0,1340	0,4535	0,2199	1,0657
Pereiro	0,1915	0,1353	0,1003	0,0014	0,4284
Jurema-de-imbira	0,2724	0,0400	0,2429	0,2487	0,8040
Maniçoba	0,1309		0,0961	0,0304	0,2575
Jurema-branca		0,0981	0,0176		0,1157
Imbiratanha		0,0654			0,0654
Marmeleiro	0,0514	0,0105	0,0084	0,0274	0,0977
Mororó	0,0219		0,0185		0,0404
Pinhão	0,0046		0,0129	0,0027	0,0202
Indeterminada			0,0241	0,0089	0,0330
Total	0,9310	0,4831	0,9744	0,5394	2,9280

Bloco 2 - Tratamento									
ESPÉCIE	P5-2	P8-2	P3-2	P11-2	P1-2	P12-2	P6-2	P10-2	TOTAL
Catingueira	0,2274	0,3370	0,2278	0,1652	0,3739	0,2015	0,8490	0,0281	2,4098
Marmeleiro	0,1043	0,0515	0,0442	0,0122	0,1714	0,0147	0,0506	0,0510	0,4998
Jurema-de-imbira	0,1452	0,1852	0,1434	0,0357	0,0655	0,0670	0,2280	0,0869	0,9570
Maniçoba	0,0271	0,0500	0,1980	0,2010	0,0237	0,0246	0,1065	0,0123	0,6431
Pereiro	0,0395		0,2961	0,0128	0,0091	0,1794	0,0680		0,6048
Mororó	0,0182		0,0953		0,0118		0,0075		0,1327
Pinhão	0,0161	0,0400	0,0086	0,0133		0,0138	0,0056	0,0067	0,1042
Indeterminada		0,0042	0,0038			0,0073	0,0188		0,0341
Imburana-de-cambão			0,2413			0,0282	0,0123	0,5673	0,8492
Feijão-bravo			0,0223						0,0223
Maria-preta			0,0016						0,0016
Jurema-branca					0,0229	0,0340			0,0569
Jurema-preta						0,0598			0,0598
Baraúna						0,0063			0,0063
Imbiratanha						0,0011			0,0011
Angico-de-carçoço							0,0199		0,0199
Total	0,5778	0,6680	1,2824	0,4401	0,6783	0,6377	1,3663	0,7523	6,4028

2005

Bloco 2 - Testemunha					
ESPÉCIE	P7-2	P9-2	P2-2	P4-2	TOTAL
Catingueira	0,2113	0,3307	0,2877	0,2078	1,0376
Jurema-preta			0,6080		0,6080
Jurema-de-imbira	0,0623	0,0598	0,0666	0,0482	0,2369
Marmeleiro	0,0540	0,0249	0,2176	0,0354	0,3319
Maniçoba	0,0295		0,1494	0,2416	0,4204
Baraúna		0,0118	0,2152		0,2270
Pereiro	0,1470	0,1958	0,0662	0,0011	0,4101
Mororó	0,0083		0,0133	0,0461	0,0677
Imbiratanha				0,0049	0,0049
Pinhão	0,0007	0,0017			0,0024
Indeterminada	0,0008				0,0008
Imburana-de-cambão				0,1552	0,1552
São-joão			0,0013		0,0013
Total	0,5138	0,6247	1,6253	0,7402	3,5040

2008

Bloco 1 - Tratamento									
ESPÉCIE	P1-1	P5-1	P9-1	P10-1	P3-1	P7-1	P8-1	P12-1	TOTAL
Angico-de-carço	0,0212								0,0212
Catingueira	0,0058	0,0021		0,0050	0,0011	0,0086	0,0107	0,0016	0,0349
Jurema-branca	0,0014		0,0028						0,0042
Jurema-de-imbira			0,0029				0,0009		0,0039
Jurema-preta						0,0409			0,0409
Maniçoba	0,0332								0,0332
Marmeleiro	0,0221	0,0027	0,0019	0,0020	0,0117	0,0020	0,0041	0,0074	0,0539
Pinhão		0,0011		0,0062		0,0009			0,0082
Total	0,0836	0,0059	0,0076	0,0133	0,0128	0,0523	0,0157	0,0091	0,2002

2008

Bloco 1 - Testemunha					
ESPÉCIE	P2-1	P6-1	P4-1	P11-1	TOTAL
Burra-leiteira		0,0110			0,0110
Catingueira	0,3547	0,5243	0,1160	0,2917	1,2867
Imbiratanha			0,0754		0,0754
Indeterminada		0,0189		0,0355	0,0544
João-mole	0,0019				0,0019
Jurema-branca		0,0225	0,0685	0,0016	0,0926
Jurema-de-imbira	0,4215	0,3180	0,0661	0,2755	1,0810
Maniçoba	0,3178	0,1208		0,0496	0,4883
Marmeleiro	0,0645	0,0304	0,0199	0,0593	0,1741
Mororó	0,0199	0,0240			0,0439
Pereiro	0,3401	0,1958	0,1388	0,0027	0,6773
Pinhão	0,0075			0,0039	0,0114
Total	1,5279	1,2657	0,4848	0,7197	3,9980

2008

Bloco 2 - Tratamento									
ESPÉCIE	P5-2	P8-2	P3-2	P11-2	P1-2	P12-2	P6-2	P10-2	TOTAL
Angico-de-carço							0,0072		0,0072
Baraúna						0,0011			0,0011
Catingueira	0,0011	0,0040	0,0100	0,0029	0,0160		0,0017		0,0357
Imbiratanha				0,0006					0,0006
Feijão-bravo			0,0019						0,0019
Jurema-de-imbira		0,0043			0,0022	0,0009	0,0009	0,0078	0,0161
Jurema-branca						0,0021			0,0021
Jurema-preta						0,0035			0,0035
Maniçoba	0,0114	0,0363	0,0702	0,1424	0,0181	0,0057	0,0290	0,0095	0,3226
Marmeleiro	0,0104	0,0018	0,0409	0,0047	0,0059	0,0031	0,0059	0,0044	0,0772
Pinhão				0,0092					0,0092
Quebra-faca				0,0010					0,0010
Total	0,0229	0,0465	0,1229	0,1609	0,0423	0,0165	0,0447	0,0216	0,4783

2008

Bloco 2 - Testemunha					
ESPÉCIE	P7-2	P9-2	P2-2	P4-2	TOTAL
Aroeira			0,2357		0,2357
Baraúna		0,0158			0,0158
Catingueira	0,2279	0,4356	0,3992	0,2507	1,3133
Imbiratanha				0,0125	0,0125
Jurema-branca		0,0075	0,0515		0,0590
Jurema-de-imbira	0,1304	0,1458	0,0016	0,1337	0,4116
Jurema-preta			0,8946		0,8946
Maniçoba	0,0430	0,0010	0,1167	0,2949	0,4556
Marmeleiro	0,0828	0,0983	0,1431	0,0627	0,3869
Mofumbo		0,0144			0,0144
Mororó	0,0166		0,0363	0,0550	0,1080
Pereiro	0,1355	0,1874	0,0711	0,0138	0,4079
São-joão			0,0035		0,0035
Imburana-de-cambão				0,2015	0,2015
Total	0,6362	0,9059	1,9533	1,0248	4,5202

2015

Bloco 1 - Tratamento									
ESPÉCIE	P1-1	P5-1	P9-1	P10-1	P3-1	P7-1	P8-1	P12-1	TOTAL
Catingueira	0,0715	0,0364	0,0291	0,0482	0,0411	0,0174	0,0565	0,0220	0,3221
Marmeleiro	0,0938	0,0019		0,0220	0,0156	0,0112			0,1445
Maniçoba	0,0599	0,0102							0,0701
Jurema-branca	0,0535	0,0009	0,0425	0,0072					0,1040
Jurema-de-imbira	0,0075	0,0337	0,0649	0,0031	0,0468	0,2139	0,0174	0,0063	0,3936
Umbuzeiro		0,0216							0,0216
Mororó	0,0020	0,0064				0,0018			0,0102
Aroeira	0,0014	0,0024					0,0044		0,0082
Quebra-faca	0,0034								0,0034
Maria-preta	0,0018						0,0010		0,0028
Pinhão				0,0384		0,0049			0,0433
Pereiro			0,0027	0,0220	0,0024		0,0105	0,0047	0,0423
Indeterminada						0,0012			0,0012
Pau-ferro						0,0086			0,0086
Total	0,2948	0,1134	0,1392	0,1409	0,1058	0,2590	0,0898	0,0329	1,1759

2015

Bloco 1 - Testemunha					
ESPÉCIE	P2-1	P6-1	P4-1	P11-1	TOTAL
Catingueira	0,6894	0,3610	0,3578	0,1779	1,5860
Jurema-de-imbira	0,2327	0,1163	0,2389	0,0651	0,6530
Pereiro	0,2309	0,0024	0,2064	0,1677	0,6075
Maniçoba	0,1310	0,0378	0,4123		0,5811
Marmeleiro	0,0363		0,0519	0,0019	0,0901
Jurema-branca			0,0142	0,1071	0,1213
Aroeira	0,0274				0,0274
Mororó	0,0261		0,0222		0,0483
Imbiratanha				0,0430	0,0430
João-mole			0,0092		0,0092
Indeterminada	0,0032	0,0158			0,0190
Indeterminada2		0,0016			0,0016
Indeterminada3		0,0014			0,0014
Total	1,3769	0,5362	1,3129	0,5627	3,7888

2015

Bloco 2 - Tratamento									
ESPÉCIE	5	8	3	11	1	12	6	10	TOTAL
Catingueira	0,0399	0,0734	0,0502	0,0511	0,1088		0,0984	0,0075	0,4294
Jurema-de-imbira	0,0409	0,0647	0,0231	0,0612	0,1185	0,0876	0,0302	0,0713	0,4975
Maniçoba	0,0661	0,1040	0,2524	0,2959	0,0782	0,0198	0,0574	0,0325	0,9061
Jurema-branca		0,0294			0,0259				0,0553
Mororó	0,0025			0,0010	0,0066		0,0027		0,0128
Feijão-bravo			0,0699		0,0065				0,0764
Marmeleiro		0,0037		0,0305	0,0023	0,0180		0,0072	0,0617
Pereiro			0,0174			0,0025	0,0056		0,0255
Jurema-preta						0,0782		0,0164	0,0946
Imbiratnha	0,0010			0,0081		0,0029			0,0120
Umbuzeiro		0,0730							0,0730
Burra-leiteira		0,0132							0,0132
Indeterminada				0,0041					0,0041
Louro-preto						0,0351			0,0351
Imburana-de-cambão						0,0136			0,0136
Baraúna						0,0121			0,0121
João-mole						0,0113			0,0113
Sipaúba						0,0017			0,0017
Angico-de-carçoço							0,0470		0,0470
Total	0,1503	0,3614	0,4130	0,4519	0,3468	0,2828	0,2413	0,1349	2,3823

2015

Bloco 2 - Testemunha					
ESPÉCIE	7	9	2	4	TOTAL
Catingueira	0,3825	0,4418	0,6840	0,3475	1,8558
Maniçoba	0,0533		0,1599	0,4104	0,6235
Jurema-de-imbira	0,2416	0,2203	0,0078	0,1943	0,6640
Pereiro	0,1870	0,2944	0,1008	0,0267	0,6088
Marmeleiro	0,0624	0,0433	0,0928	0,0094	0,2079
Mororó	0,0248		0,0353	0,0583	0,1184
Sipaúba	0,0093				0,0093
Baraúna		0,0437			0,0437
Indeterminada		0,0175			0,0175
Jurema-branca		0,0056			0,0056
Maria-preta		0,0020			0,0020
Aroeira			0,1531		0,1531
Imburana-de-cambão				0,3563	0,3563
Jurema-preta			0,9167		0,9167
Imbiratanha				0,0387	0,0387
Total	0,9608	1,0686	2,1504	1,4417	5,6215

2022

Bloco 1 - Tratamento									
ESPÉCIE	P1-1	P5-1	P9-1	P10-1	P3-1	P7-1	P8-1	P12-1	TOTAL
Aroeira	0,0018	0,0024					0,0126		0,0168
Baraúna	0,0039								0,0039
Catingueira	0,1549	0,1385	0,1090	0,1172	0,2349	0,1495	0,1503	0,1227	1,1770
Indeterminada						0,0012			0,0012
Imburana-de-cambão		0,0606			0,0029	0,0033	0,0046		0,0714
Jurema-branca	0,1037	0,0009	0,0425	0,0072		0,0041			0,1583
Jurema-de-imbira		0,1015	0,0649	0,0031	0,0542	0,2949	0,0385	0,0063	0,5633
Jurema-preta	0,0135					0,0648	0,0694		0,1477
Maniçoba	0,1609	0,0638		0,0102	0,0209		0,0274		0,2832
Marmeleiro		0,0019		0,0220	0,0027	0,0119			0,0385
Maria-preta							0,0010		0,0010
Mororó	0,0042	0,0139			0,0093	0,0018			0,0292
Pau-ferro						0,0086			0,0086
Pereiro	0,0135	0,0247	0,0157	0,0783	0,0140	0,0183	0,0594	0,0159	0,2397
Pinhão	0,0121	0,1213	0,0545	0,2370	0,0161	0,0121	0,1534	0,1129	0,7194
Total	0,4685	0,5294	0,2866	0,4749	0,3549	0,5705	0,5165	0,2578	3,4593

2022

Bloco 1 - Testemunha					
ESPÉCIE	P2-1	P6-1	P4-1	P11-1	TOTAL
Aroeira			0,0387		0,0387
Catingueira	0,5457	0,2371	0,8428	0,5536	2,1793
Indeterminada			0,0323	0,0158	0,0481
Indeterminada2				0,0014	0,0014
Indeterminada3				0,0016	0,0016
Imburana-de-cambão		0,0430			0,0430
João-mole	0,0092				0,0092
Jurema-branca	0,0084	0,1071			0,1155
Jurema-de-imbira	0,1416	0,0624	0,2003	0,1183	0,5225
Jurema-preta		0,0528			0,0528
Maniçoba	0,7439	0,0088	0,3166	0,0378	1,1071
Marmeleiro	0,0553	0,0019	0,0203	0,0117	0,0892
Mororó	0,0357		0,0295		0,0653
Pereiro	0,3076	0,1728	0,2869	0,0024	0,7697
Pinhão		0,0241		0,0302	0,0543
Total	1,8475	0,7101	1,7673	0,7727	5,0976

2022

Bloco 2 - Tratamento									
ESPÉCIE	P5-2	P8-2	P3-2	P11-2	P1-2	P12-2	P6-2	P10-2	TOTAL
Angico-de-carço			0,0012				0,1157		0,1169
Baraúna						0,0129			0,0129
Burra-leiteira		0,0030							0,0030
Catingueira	0,2271	0,2096	0,2878	0,1495	0,3834	0,0667	0,3794	0,0862	1,7896
Indeterminada			0,0032	0,0036		0,0028			0,0096
Feijão-bravo			0,0595		0,0170				0,0764
Imburana-de-cambão		0,1242	0,0172	0,0211		0,0577			0,2203
Jurema-de-imbira	0,0022		0,0404	0,0033	0,0168	0,0488	0,0041	0,1218	0,2374
João-mole	0,0032	0,0073		0,0136		0,0078			0,0319
Jurema-branca	0,0275			0,0055	0,0882	0,0741	0,0108	0,0077	0,2139
Jurema-preta	0,0022					0,2027		0,0804	0,2853
Maniçoba	0,3160	0,4105	0,5742	0,7856	0,3254	0,1203	0,2588	0,2138	3,0047
Marmeleiro					0,0037	0,0025			0,0061
Mororó	0,0138		0,0192		0,0030				0,0360
Pereiro	0,0026		0,0407	0,0186	0,0057	0,0346	0,0381	0,0011	0,1411
Pinhão	0,1243	0,0536	0,0305	0,1434	0,0011	0,0070	0,0024	0,0071	0,3694
Total	0,7189	0,8082	1,0738	1,1442	0,8443	0,6380	0,8093	0,5181	6,5547

2022

Bloco 2 - Testemunha					
ESPÉCIE	P7-2	P9-2	P2-2	P4-2	TOTAL
Aroeira			0,1558		0,1558
Baraúna		0,0343			0,0343
Catingueira	0,4773	0,2400	0,7754	0,5045	1,9972
Indeterminada	0,0019				0,0019
Imburana-de-cambão			0,0115	0,2947	0,3062
Jurema-de-imbira	0,0077	0,0256	0,0080	0,0013	0,0426
Jurema-branca		0,0792			0,0792
João-mole				0,0609	0,0609
Jurema-preta			0,9952		0,9952
Maniçoba	0,2096		0,1924	0,6164	1,0184
Marmeleiro	0,0020		0,0010	0,0035	0,0065
Mororó	0,0146		0,0343	0,0128	0,0617
Pereiro	0,1760	0,2951	0,1071	0,0709	0,6491
Pinhão	0,0048	0,0116	0,0254	0,0069	0,0486
Total	0,8939	0,6857	2,3062	1,5718	5,4576



**A DINÂMICA DA
VEGETAÇÃO DE CAATINGA
NA UNIDADE EXPERIMENTAL
SÃO JOÃO DO PIAUÍ**

**Andressa Ribeiro | Antonio Carlos Ferraz Filho |
Raimundo Tomás da Costa Filho**



1. INTRODUÇÃO

A Caatinga é um bioma extremamente rico e diverso, sob risco de ameaças antrópicas e dos efeitos das mudanças climáticas. Possui alta densidade populacional humana, resultando na pressão e uso inadequado dos recursos naturais, bem como na sua fragmentação (ANTONGIOVANNI *et al.*, 2018). O estado do Piauí ocupou a sétima posição no ranking de alertas de desmatamento no Brasil em 2021 (> 100 ha por dia), especialmente na região do MATOPIBA, registrando um aumento de 59,9% de queimadas no mesmo ano, conforme dados divulgados pelo MapBiomias (RAD, 2021). Tais alterações na paisagem aumentam a preocupação sobre a qualidade e a quantidade dos recursos naturais disponíveis, abrindo espaço para a discussão da importância do manejo florestal como uma alternativa de uso sustentável das terras.

O manejo é a administração ótima dos recursos florestais, visando a geração de renda, lucro, a oportunidade de trabalho à sociedade, assegurando menor impacto possível à natureza, garantindo o uso contínuo dos recursos e evitando sua escassez ou degradação. Na Caatinga, as práticas efetivas de planos de manejo florestal ainda sofrem alguns entraves para a sua implementação de forma sustentável (MEUNIER *et al.*, 2018). Assim, para contribuir com orientações técnicas para as atividades do manejo florestal, a Unidade Experimental Fazenda Otávio Domingues da RMFC, localizada em São João do Piauí, foi instalada no final do ano de 2005 e monitorada em 2008, 2011 e 2022, a fim de responder às seguintes questões:

- (a) Há impacto na riqueza e diversidade da vegetação conforme a largura da faixa de corte? Como estas se comportam ao longo do tempo?**
.....
- (b) A dinâmica de crescimento varia conforme a largura do corte, em especial na estrutura diamétrica?**
.....
- (c) Qual o tempo de recuperação do estoque inicial?**
.....
- (d) Qual o efeito do fogo na regeneração da caatinga, visto que no ano de 2015 dois terços da unidade experimental sofreu impactos de uma queimada de grandes proporções?**
.....

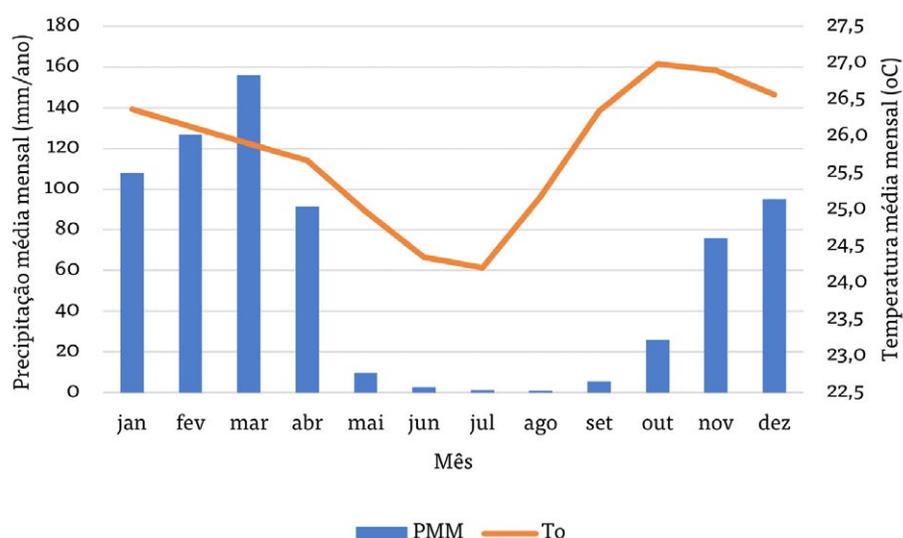
A pesquisa desenvolvida na UE Fazenda Otávio Domingues testou como hipótese o efeito positivo, negativo ou neutro da largura da faixa de corte na capacidade de regeneração e na diversidade e riqueza da vegetação, bem como o efeito do fogo na dinâmica florestal.



2. METODOLOGIA

A Fazenda Otávio Domingues, pertencente à Embrapa Meio Norte, situada no município de São João do Piauí (coordenada central 8°21'01" S e 42°19'47" O), estado do Piauí, foi selecionada para instalação da unidade experimental (UE) da Rede de Manejo Florestal da Caatinga (RMFC). O relevo no local é suavemente ondulado a ondulado, com solos dominantes das classes do tipo latossolo e argissolo. O clima é do tipo tropical seco, sendo a normal climatológica de precipitação acumulada de 710 e 649 mm por ano para os períodos de 1981-2010 e 1991-2020, respectivamente (INMET, 2018; 2022, Figura 1).

Figura 1. Climograma do município de São João do Piauí/PI.

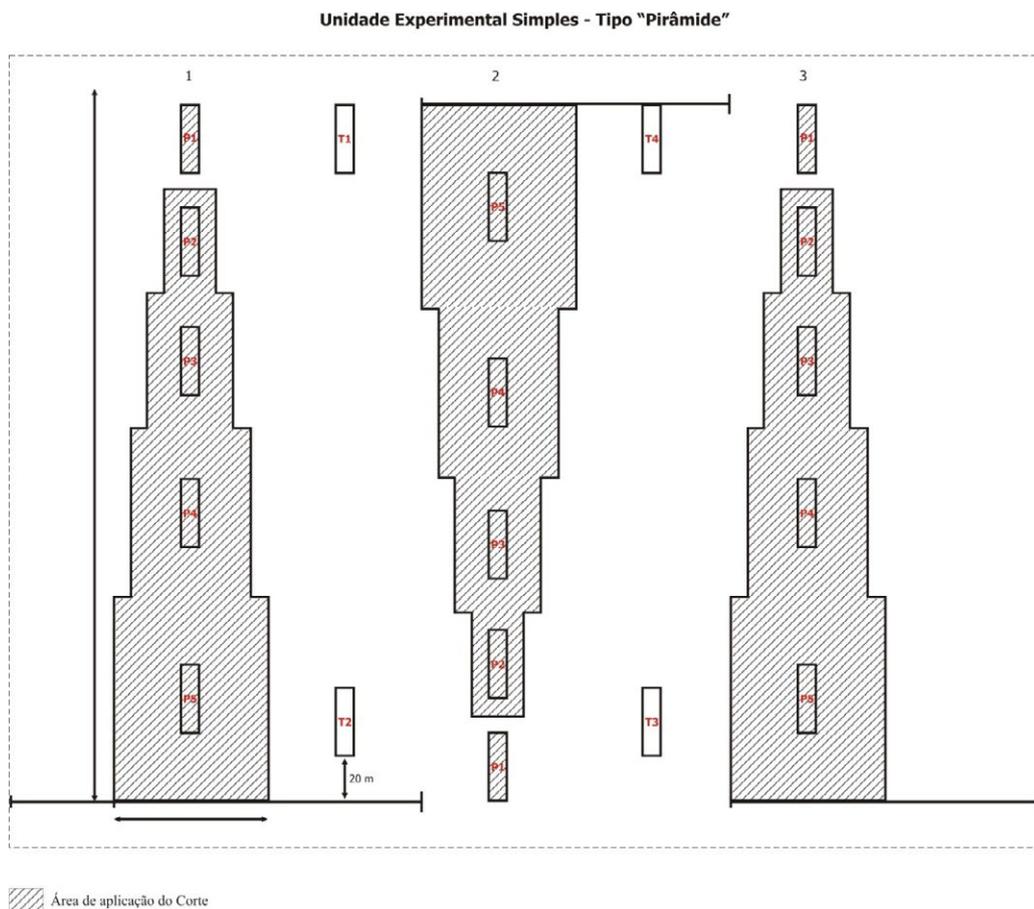


A vegetação nativa consiste em uma caatinga arbustiva e arbórea com valores populacionais médios de 5.322 fustes/ha, 2.791 árvores/ha, área basal de 12,3m²/ha e volume cilíndrico de 63,5m³/ha. A área experimental era utilizada no passado como pastagem nativa com baixa a média lotação de bovinos “pé duro”, com vegetação caracterizada, na fase do pré-corte, como homogênea.

A UE foi implantada no final do ano de 2005, seguindo as diretrizes do Protocolo da RMFC (COMITÊ, 2005). A área total do experimento é de 27 hectares (600m x 450m), com uma área explorada de 2,76ha. O desenho experimental instalado foi em blocos casualizados, com três repetições (pirâmides), contendo cinco tratamentos compostos por diferentes larguras de faixas de corte: 0, 40, 60, 80 e 100 metros (Figura 2). Cada parcela permanente de medição possuía dimensões de 10m x 40m, totalizando 15 parcelas nos tratamentos e

4 parcelas testemunhas, sendo estas instaladas entre os blocos na vegetação que não foi submetida ao corte (Figura 3).

Figura 2. Delineamento experimental instalado na Fazenda Otávio Domingues /Embrapa Meio Norte/São João do Piauí, PI, no ano de 2005, em que P= parcela e T=testemunha.



Ressalta-se que no ano de 2015, ocorreu uma queimada de grande proporção na região, atingindo a Unidade Experimental em mais de 60% da sua área. Isso interrompeu o processo de regeneração natural que vinha sendo monitorado, distorcendo as medições em curso. Consequentemente, a Rede encerrou as atividades nesta Unidade Experimental naquele ano. Em 2022, foi possível realizar a remedição da área e uma nova configuração experimental foi avaliada, novas parcelas foram alocadas alterando a dimensão (20m x 20m) e quantidade: 6 parcelas foram alocadas fora dos blocos – testemunhas sem corte raso (parcelas 4, 5 e 10 com presença de fogo e 9, 14 e 15 sem presença de fogo) e as demais 9 parcelas alocadas na área submetida ao corte raso em 2005. O novo desenho procura avaliar a regeneração da vegetação com e sem o efeito da queimada em áreas que sofreram ou não o corte raso, delimitados conforme a cicatriz do fogo (Figura 3).

Figura 3. Novo delineamento experimental instalado na Fazenda Otávio Domingues, no ano de 2022 para avaliação do efeito do fogo na vegetação (Fonte: Google Earth, imagem de janeiro 2021).



A coleta de dados do inventário florestal seguiu o Protocolo da RMFC (COMITÊ, 2005), em que as parcelas foram medidas antes do corte (ano de 2005) e em três remedições (anos de 2008, 2011 e 2022 – pós fogo). Nas parcelas foram mensurados todos os fustes com circunferência à 1,30m do solo (CAP) maior que 6cm, sendo registrada a nomenclatura botânica, circunferência na altura do solo (0,3 metros do solo - CNB) e altura total. Também foram avaliados número de fustes (N), área basal no peito (ABP), o volume cilíndrico (ABPH), todos por hectare, além do número de espécies presentes (riqueza); o índice de diversidade de Shannon foi calculado para avaliar a diversidade.

Para o acompanhamento da regeneração das parcelas que sofreram corte raso, subparcelas quadrangulares (de 5m x 5m) foram alocadas no canto esquerdo de cada parcela. Nelas foram medidos todos os indivíduos com CAP < 6 cm ou altura mínima de 0,5m, identificando espécie e a classe de altura de regeneração: C1 (classe de altura de 0,5m a 1,3m) e C2 (classe de altura > 1,3m e CAP ≤ 6cm). Também foi identificado se as plântulas medidas eram provenientes de rebrota de toco ou semente/rebrota de raiz a fim de verificar a dinâmica da regeneração. As subparcelas foram avaliadas em três campanhas de campo, um (2006), dois (2007) e quatro (2009) anos após o corte raso.



3. RESULTADOS

3.1. Estoque florestal

Nas Tabelas 1 a 3 estão apresentados os valores médios por parcela e tratamento das variáveis: diâmetro a altura do peito (DAP), altura total (H), área basal (ABP), volume cilíndrico (ABPH) e número de fustes (N/ha) para a situação da área pré-corte, no ano de 2005, 6 anos após o corte (2011) e 17 anos após o corte no ano de 2022. Os dados de 2008 não possuíam valores significativos nos tratamentos de corte raso, sendo então excluídos das análises.

Tabela 1. Valores por parcela antes da instalação dos tratamentos (largura da faixa de corte) no ano de 2005 (pré-corte) para as principais variáveis dendrométricas avaliadas, onde EP indica o erro padrão da média.

TRATAMENTO	PARCELA	DAP (cm)	H (m)	N/ha	ABP (m ² /ha)	ABPH (m ³ /ha)
0 metros	P1-1	3,7	4,6	7775	11,0	59,7
	P2-1	4,5	4,6	5125	10,7	56,3
	P3-1	4,2	3,8	6350	13,4	65,0
Média 0 m		4,1	4,3	6417	11,7	60,3
EP		0,2	0,3	766	0,9	2,5
40 metros	P1-2	4,4	4,7	4950	11,1	67,4
	P2-2	4,2	4,0	5125	10,6	52,0
	P3-2	4,7	4,3	5225	13,5	70,2
Média 40 m		4,4	4,3	5100	11,7	63,2
EP		0,2	0,2	80	0,9	5,6
60 metros	P1-3	3,4	4,2	5775	6,7	32,2
	P2-3	4,6	4,1	5650	14,1	66,4
	P3-3	4,8	4,4	4775	12,9	66,1
Média 60 m		4,3	4,2	5400	11,2	54,9
EP		0,4	0,1	315	2,3	11,3

TRATAMENTO	PARCELA	DAP (cm)	H (m)	N/ha	ABP (m ² /ha)	ABPH (m ³ /ha)
80 metros	P1-4	5,1	4,8	5800	15,7	85,6
	P2-4	5,4	4,4	5450	19,7	106,4
	P3-4	4,2	3,8	6200	12,1	52,0
Média 80 m		4,9	4,3	5817	15,8	81,4
EP		0,4	0,3	217	2,2	15,9
100 metros	P1-5	4,6	4,4	3625	9,9	59,6
	P2-5	4,2	4,1	6350	13,4	68,3
	P3-5	4,9	3,8	5850	16,1	74,0
Média 100 m		4,6	4,1	5275	13,1	67,3
EP		0,2	0,2	838	1,8	4,2
Testemunha	T1	5,3	4,5	2750	10,4	59,3
	T2	3,3	4,4	6175	6,7	34,7
	T3	6,4	4,4	3825	19,1	100,2
	T4	3,7	3,8	4350	6,8	30,1
Média testemunha		4,7	4,3	4275	10,8	56,1
EP		0,7	0,2	716	2,9	16,0
Média geral		4,5	4,3	5322	12,3	63,5
EP		0,2	0,1	263	0,8	4,6

Tabela 2. Valores por parcela oito anos após a instalação do experimento (ano de 2011) para as principais variáveis dendrométricas avaliadas, onde EP indica o erro padrão da média.

TRATAMENTO	PARCELA	DAP (cm)	H (m)	N/ha	ABP (m ² /ha)	ABPH (m ³ /ha)
0 metros	P1-1	2,4	4,0	2250	1,1	4,3
	P2-1	2,2	3,2	975	0,4	1,2
	P3-1	2,3	3,3	525	0,2	0,7
Média 0 m		2,3	3,5	1250	0,6	2,1
EP		0,1	0,2	517	0,3	1,1

TRATAMENTO	PARCELA	DAP (cm)	H (m)	N/ha	ABP (m ² /ha)	ABPH (m ³ /ha)
40 metros	P1-2	2,7	3,4	1650	1,0	3,4
	P2-2	2,2	3,1	325	0,1	0,4
	P3-2	2,3	3,2	1025	0,4	1,4
Média 40 m		2,4	3,3	1000	0,5	1,7
EP		0,2	0,1	383	0,2	0,9
60 metros	P1-3	2,4	3,2	950	0,4	1,4
	P2-3	2,3	3,1	400	0,2	0,5
	P3-3	2,1	3,1	700	0,2	0,7
Média 60 m		2,2	3,1	683	0,3	0,9
EP		0,1	0,0	159	0,1	0,3
80 metros	P1-4	2,3	3,1	1375	0,6	1,8
	P2-4	2,3	3,2	625	0,3	0,9
	P3-4	2,2	3,1	775	0,3	0,9
Média 80 m		2,3	3,1	925	0,4	1,2
EP		0,0	0,0	229	0,1	0,3
100 metros	P1-5	2,2	2,9	1325	0,5	1,5
	P2-5	2,2	3,1	475	0,2	0,6
	P3-5	2,2	2,7	500	0,2	0,5
Média 100 m		2,2	2,9	767	0,3	0,9
EP		0,0	0,1	279	0,1	0,3
Média Corte Raso		2,3	3,2	925	0,4	1,3
EP		0,0	0,1	138	0,1	0,3
Testemunha	T1	5,9	4,6	2850	13,0	69,2
	T2	3,6	4,9	4725	5,7	32,7
	T3	6,8	4,7	3550	20,3	118,0
	T4	4,2	4,0	3375	6,7	31,1
Média testemunha		5,1	4,6	3625	11,4	62,7
EP		0,7	0,2	396	3,4	20,4

Tabela 3. Valores por parcela dezessete anos após a instalação do experimento (ano de 2022) para as principais variáveis dendrométricas avaliadas, onde EP indica o erro padrão da média.

CORTE RASO	FOGO	PARCELA	DAP (cm)	H (m)	N/ha	ABP (m ² /ha)	ABPH (m ³ /ha)
Sim	Não	11	2,7	3,2	9325	5,6	18,4
Sim	Não	12	2,6	3,3	10400	5,7	19,3
Sim	Não	13	3,0	3,8	8750	7,2	30,3
Média corte raso sem fogo			2,8	3,4	9492	6,2	22,7
EP			0,1	0,2	484	0,5	3,8
Sim	Sim	1	2,8	3,7	1775	1,1	4,3
Sim	Sim	2	2,6	3,2	3275	1,9	6,6
Sim	Sim	3	2,2	2,8	1525	0,6	1,6
Sim	Sim	6	2,5	3,2	1600	0,9	3,3
Sim	Sim	7	2,5	3,2	4075	2,1	7,1
Sim	Sim	8	2,5	2,7	1675	0,9	2,6
Média corte raso com fogo			2,5	3,2	2321	1,3	4,3
EP			0,1	0,1	442	0,3	0,9
Não	Não	9	3,8	3,9	5050	7,9	38,7
Não	Não	14	3,7	3,7	4025	5,5	23,6
Não	Não	15	3,5	3,7	5575	8,1	39,2
Média testemunha sem fogo			3,7	3,8	4883	7,1	33,8
EP			0,1	0,1	455	0,8	5,1
Não	Sim	4	4,3	3,1	375	0,9	5,0
Não	Sim	5	4,5	3,2	275	0,8	5,2
Não	Sim	10	4,9	3,7	950	3,0	15,1
Média testemunha com fogo			4,6	3,3	533	1,6	8,4
EP			0,2	0,2	210	0,7	3,3

Observando as tabelas acima, nota-se que no inventário pré-corte os valores das variáveis dendrométricas não se diferenciaram nas parcelas dos tratamentos avaliados. Ainda no pré-corte, quando comparando as parcelas de receberam corte raso com as testemunhas, a única

variável que acusou diferença estatisticamente significativa foi o número de fustes por hectare, com as parcelas de corte raso apresentando valor superior desta métrica (5.602 fustes/ha contra 4.275 fustes/ha). No ano de 2011, os valores foram superiores nas parcelas testemunhas quando comparadas às parcelas que foram submetidas ao corte raso, sendo os maiores valores registrados na largura 0 metros (sem corte raso no entorno). No entanto, oito anos após o corte raso, os valores estavam muito aquém daqueles observados no pré-corte, recuperando apenas 2% do volume por hectare. Por sua vez, o número de fustes tinha recuperado em média 16% do número original.

Os valores de estoque volumétrico encontrados em 2022, 17 anos após o corte raso e 7 anos após a ocorrência do incêndio, indicaram que toda a floresta sofreu uma redução, especialmente nas parcelas que foram queimadas. É notável o efeito negativo do fogo na vegetação, tanto na recuperação do estoque florestal nas áreas exploradas quanto nas parcelas testemunha. Mamede e Araújo (2008) descreveram que o banco de sementes exerce um papel fundamental na manutenção da população de espécies herbáceas da Caatinga, sendo que a maioria é do tipo terófito, as quais dependem exclusivamente do banco de sementes no solo e da curta estação chuvosa para completar seu ciclo e manter populações viáveis. O efeito do fogo também é prejudicial para o banco de sementes de espécies arbóreas da caatinga, reduzindo tanto a viabilidade quanto a diversidade das sementes, especialmente das espécies raras (BEZERRA *et al.* 2022). Logo, o potencial negativo do impacto do fogo no banco de sementes do solo representa uma ameaça para a conservação de plantas nativas.

Com exceção da variável DAP nas parcelas testemunhas na área que sofreu os efeitos do fogo, todos os demais valores foram significativamente inferiores quando comparados às parcelas que não sofreram com a queimada. Infelizmente, o experimento foi impactado com a queimada e teve que ser reestruturado; logo, a dinâmica do crescimento nas faixas de corte de 0m a 100m não são passíveis de inferências ao longo dos anos (Figura 3).

Avaliando apenas as parcelas de corte raso que não sofreram queimada, foi verificado que elas conseguiram recuperar 67% do estoque de volume apresentado nas parcelas testemunha, e que a diferença entre médias provavelmente não seja significativa (Figura 4). As parcelas testemunhas sem queimada apresentaram uma redução do estoque volumétrico de 46%, o que é significativa comparado com os valores de 2011.

O volume das parcelas testemunhas foi de 56,1m³/ha na medição pré-corte, aumentando para 62,7 m³/ha em 2011 e sofrendo redução para 33,8 m³/ha em 2022 (considerando apenas as parcelas testemunhas sem fogo) (Figura 4). Um período de estiagem ocorreu na região entre 2012 e 2016, o que pode explicar essas mudanças. Além disso, foi verificada uma dinâmica entre 2005 e 2011, tanto no número de fustes (Figura 5), como de volume (respectivamente 85% e 112% da situação pré-corte, em 2011). Isso indica que, mesmo sem intervenção, a caatinga possui um estoque florestal dinâmico, oscilando no tempo em função, por exemplo, da precipitação no local.

Figura 4. Dinâmica do volume (ABPH) de 2005 a 2022, em que a barra de erro representa mais e menos um intervalo de confiança para a média, CR=corte raso, F=fogo e Test=testemunha.

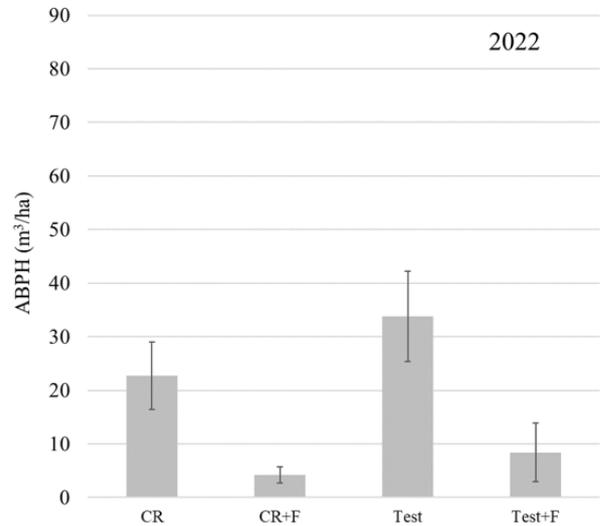
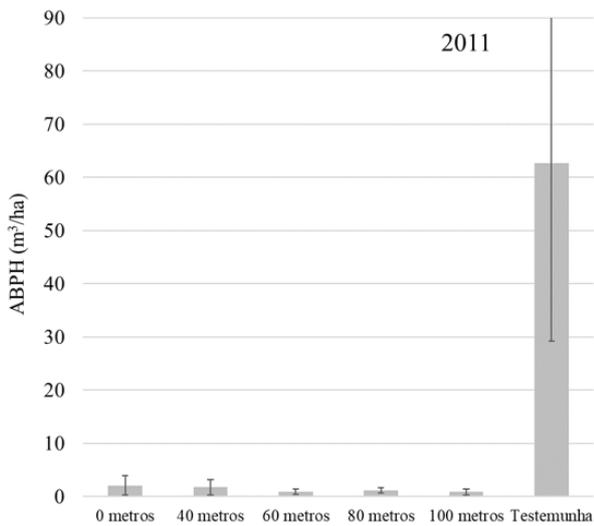
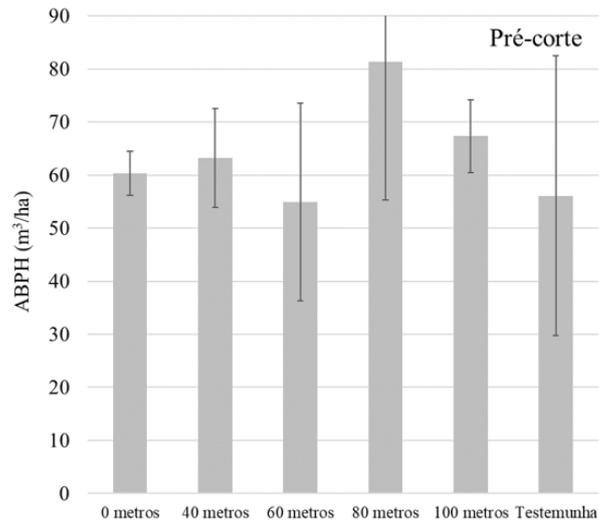
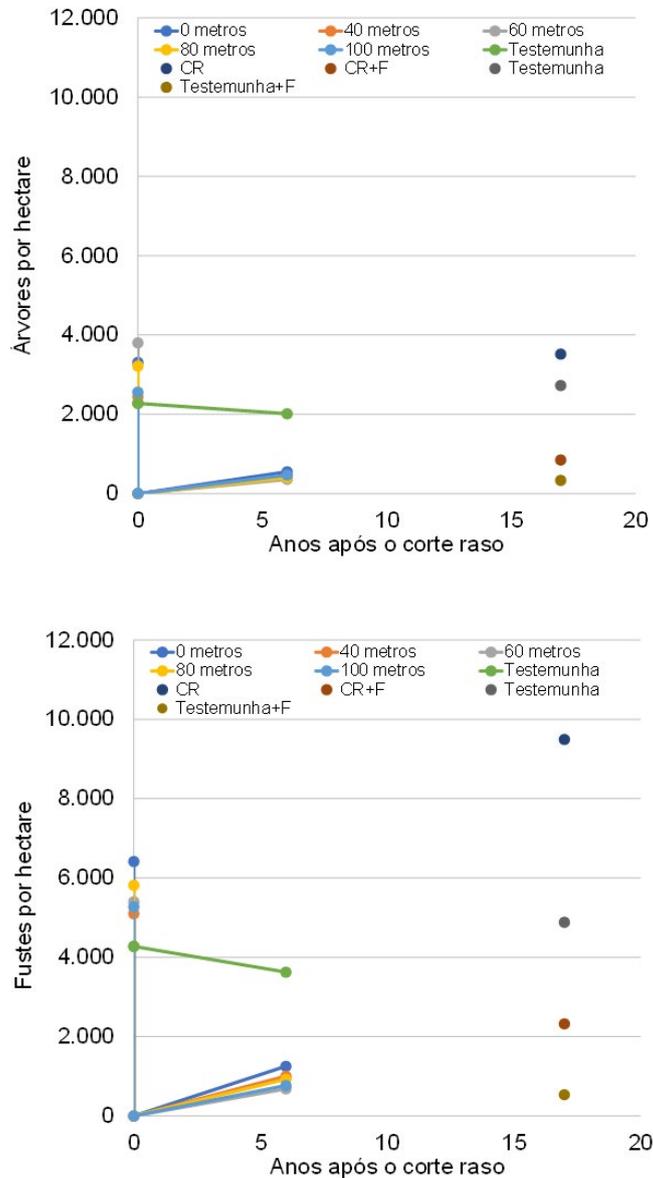


Figura 5. Número de árvores e de fustes por hectare nas medições realizadas na Faz. Otávio Domingues, PI.



Na medição pré-corte (2005) foram encontradas em média 2.933 árvores por hectare, com 5.381 fustes por hectare, resultando em média 2,0 fustes por árvore. Em 2011, tanto os valores de árvores quanto de fustes por hectare nas parcelas que sofreram um corte raso representavam cerca de 20% dos valores encontrados nas testemunhas. Já em 2022 ocorreu uma redução expressiva no número de árvores e fustes por hectare nas parcelas que sofreram queimada. Aquelas que não sofreram queimada mantiveram altos valores de árvores e fustes por hectare, especialmente as que sofreram o corte raso. Outro efeito interessante notado em 2022 foi na arquitetura das plantas, sendo que nas parcelas de corte raso havia em média 2,7 fustes por árvore, já nas parcelas testemunha este valor era de 1,7 fustes por árvore.

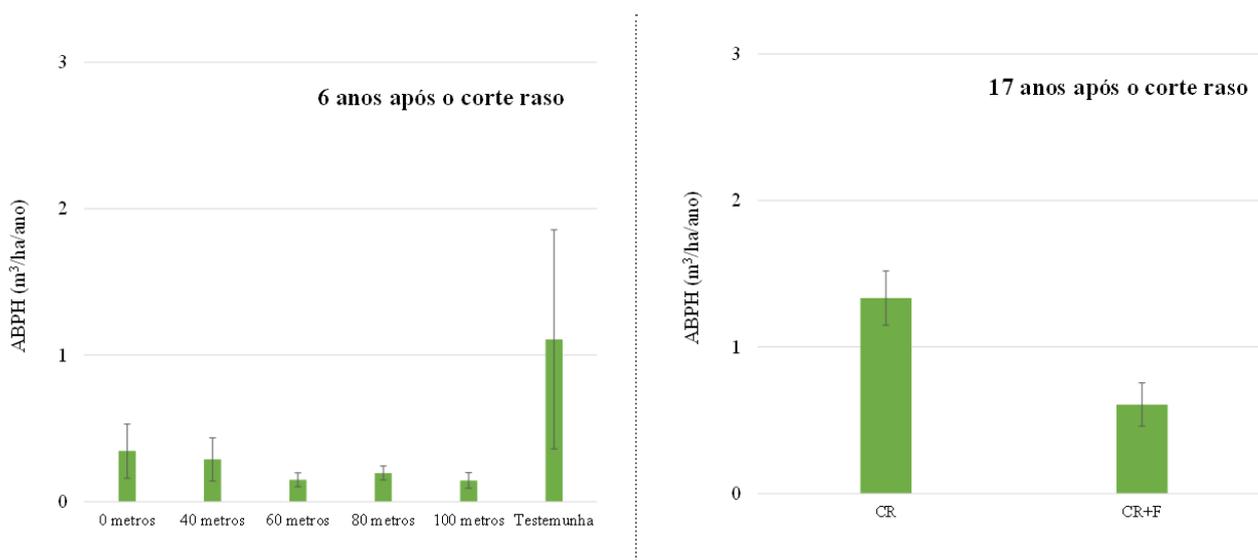
3.2. Crescimento: dinâmica do IMA

O incremento médio anual (IMA) em volume das parcelas que sofreram corte raso apresentou média de $0,22\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ seis anos após o corte (em 2011, Figura 6), com alta variação entre as parcelas (mínimo de $0,07$ e máximo de $0,71\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$), e com menores valores foram registrados nas parcelas de faixa de largura de corte de 60 a 100 metros. O valor médio de IMA em volume das parcelas que sofreram corte raso foi inferior ao valor de incremento periódico anual (IPA) em volume das parcelas testemunhas, que apresentaram média de $1,11\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ entre 2005 e 2011, também com alta variação entre as parcelas (mínimo de $-0,33$ e máximo de $2,96\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$).

Dezessete anos depois do corte raso, o IMA das parcelas que não sofreram queimada aumentou para $1,33\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ (Figura 6). Como não foi possível manter a medição das mesmas parcelas ao longo do tempo, dada a queimada ocorrida em 2015, o cálculo do incremento periódico anual (IPA) para as testemunhas não foi realizado em 2022.

O IMA em volume calculado em 2022 (Figura 6) utilizou duas idades diferentes, de 17 anos para as parcelas que não sofreram queimada e 7 anos para as parcelas que sofreram queimada, considerando que o incêndio de 2015 queimou por completo a regeneração do corte raso na área. Mesmo considerando as idades distintas, o IMA das parcelas que sofreram queimada ficou cerca de metade das parcelas que não sofreram queimada ($0,61\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ contra $1,33\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$, Figura 6), destacando o efeito maléfico do fogo no sucesso do manejo florestal.

Figura 6. Incremento médio anual (IMA) para os tratamentos que sofreram corte raso e incremento periódico anual (IPA) para as testemunhas avaliados em entre 2005 e 2011 (esquerda) e IMA para volume em 2022 para as parcelas que sofreram corte raso, considerando a idade de 17 anos para as parcelas sem presença de incêndio e 7 anos para as parcelas com presença de incêndio (direita), as barras verticais representam mais e menos um erro padrão da média.



3.3. Recuperação do estoque florestal

Como o experimento sofreu com a queimada (Figura 7), fazer inferências sobre a recuperação do estoque florestal e/ou tempo ideal de ciclo, é praticamente impossível. Assim, foi estimado um ciclo de corte ideal a partir do valor registrado de IMA, sendo $1,33\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ (17 anos de crescimento) e $0,61\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ (7 anos de crescimento) para as áreas que foram submetidas ao corte raso sem e com efeito da queimada, respectivamente. Um ciclo de 25,4 anos seria o tempo de recuperação para área de corte raso sem queimada, a fim de recuperarem o estoque volumétrico médio de madeira registrado nas parcelas testemunhas que não sofreram queimada em 2022 ($33,8 \text{m}^3/\text{ha}$). Devido à queda nos valores do IMA, a ocorrência da queimada praticamente dobrou o ciclo de corte estimado, aumentando para 56 anos.

Figura 7. Parcelas submetidas ao corte raso (acima) e testemunha sem corte (abaixo) com efeito da queimada (esquerda) e sem efeito da queimada (direita) na vegetação em julho de 2022.



Fonte: Dos autores.

Um efeito marcante da presença do fogo na vegetação foi o aumento do número de fustes e volume morto na área 17 anos após o corte raso, tanto nas parcelas cortadas quanto nas testemunhas (Tabela 4). A área que sofreu corte raso sem queimada apresentou o menor percentual de fustes mortos (5,6%). As parcelas que sofreram corte raso e queimada e as testemunhas sem

queimada apresentaram valor superior de fustes mortos, de cerca de 10%. Já a área testemunha que sofreu queimada apresentou valor elevado de fustes mortos, de 23%. O percentual de volume de árvores mortas foi bastante elevado nesta área, com média de 65%.

Tabela 4. Percentual de fustes e volume de árvores em pé mortas em 2022 para os diferentes tratamentos avaliados.

CORTE RASO	FOGO	PARCELA	% FUSTES MORTOS	% VOLUME MORTOS
Sim	Não	11	3,2	2,3
Sim	Não	12	1,7	2,2
Sim	Não	13	12,0	7,5
Média corte raso sem fogo			5,6	4,0
Sim	Sim	1	2,8	2,1
Sim	Sim	2	9,2	4,6
Sim	Sim	3	4,9	4,2
Sim	Sim	6	6,3	17,1
Sim	Sim	7	6,1	4,2
Sim	Sim	8	26,9	36,5
Média corte raso com fogo			9,4	11,4
Não	Não	9	11,4	9,9
Não	Não	14	19,3	9,7
Não	Não	15	4,0	12,0
Média testemunha sem fogo			11,6	10,5
Não	Sim	4	20,0	64,3
Não	Sim	5	27,3	97,1
Não	Sim	10	21,1	33,6
Média testemunha com fogo			22,8	65,0

3.4. Diversidade: dinâmica da riqueza e da dominância

Ao todo foram amostradas 34 espécies arbóreas no inventário pré-corte realizado na área no ano de 2005, com riqueza variando de 17 a 21 espécies botânicas entre as parcelas. A dominância das espécies Caneleiro, Birro e Marmeleiro foi presente em todos os tratamentos (Anexo 1), sendo estas representativas da vegetação ocorrente na região (RIBEIRO *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2022; MACEDO *et al.*, 2019). O número de espécies encontradas no inventário florestal 6 anos após o corte raso reduziu para 19, e cresceu para 26 na última medição, 17 anos após o corte

raso e 7 anos pós queima (Tabela 5). A dominância das espécies sofreu alterações após o corte raso (Anexo 1), em especial para Caneleiro, que se manteve dominante apenas nas parcelas testemunhas. Nas parcelas que sofreram corte raso, o Caneleiro foi substituído pelo Marmeleiro como a principal espécie de ocorrência, seguido pela Jurema-preta (sem fogo) ou pelo Angico-de-bezerra (com fogo). O Marmeleiro é uma espécie considerada colonizadora de áreas desmatadas na caatinga (GUERRA JUNIOR *et al.*, 2022; LIRA *et al.*, 2019).

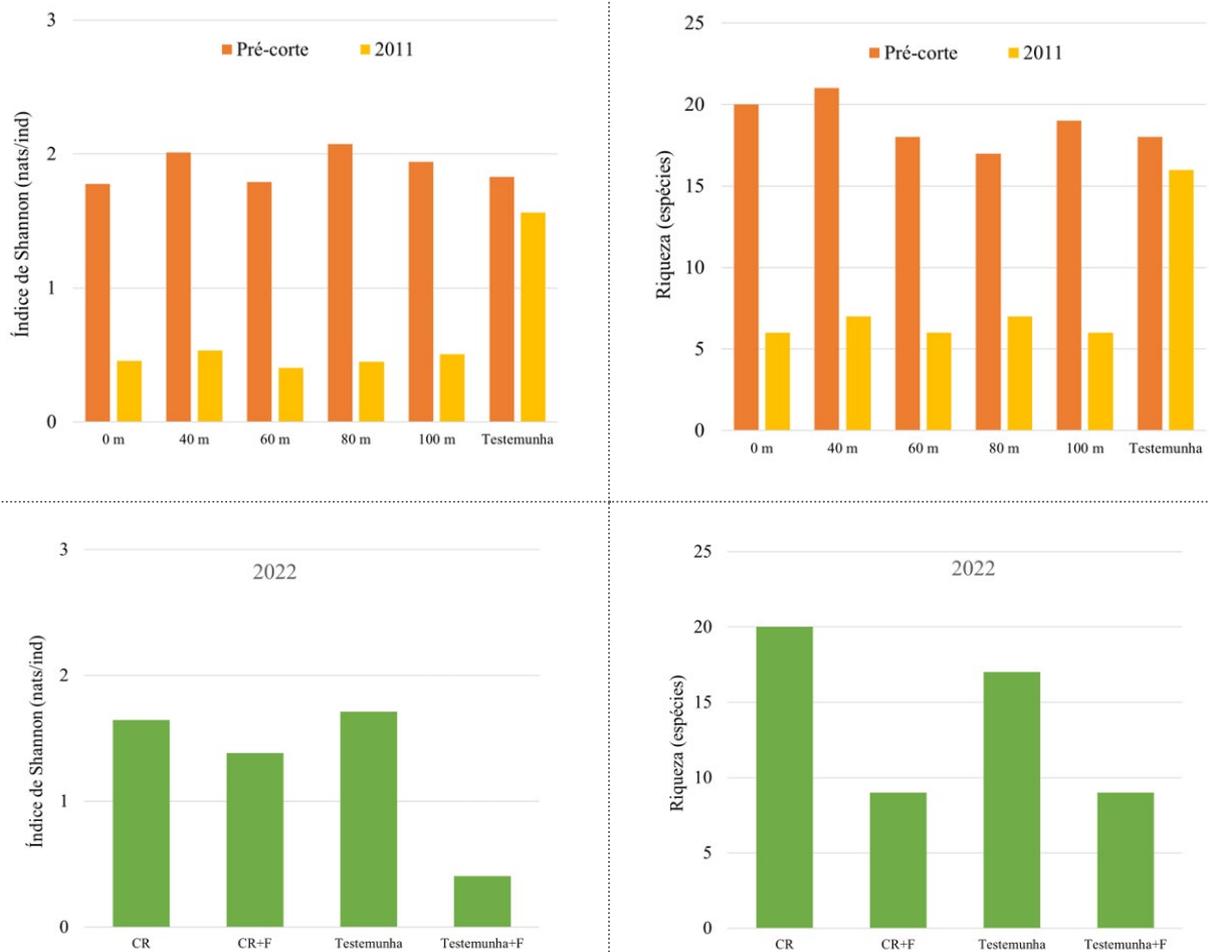
Tabela 5. Riqueza, Índice de Shannon (H') e número de espécies dominantes (somam 80% ou mais do ABPH) por tratamento e ano de medição.

Tratamento: 0 m	2005	2011	Tratamento: CR com fogo	2022
Riqueza	20	6	Riqueza	20
H'	1,8	0,5	H'	1,6
Spp. dominantes	5	1	Spp. dominantes	4
Tratamento: 40 m	2005	2011	Tratamento: CR com fogo	2022
Riqueza	21	7	Riqueza	9
H'	2,0	0,5	H'	1,4
Spp. dominantes	6	4	Spp. dominantes	4
Tratamento: 60 m	2005	2011	Tratamento: Test sem fogo	2022
Riqueza	18	6	Riqueza	17
H'	1,8	0,4	H'	1,7
Spp. dominantes	3	3	Spp. dominantes	5
Tratamento: 80 m	2005	2011	Tratamento: Test com fogo	2022
Riqueza	17	7	Riqueza	9
H'	2,1	0,4	H'	0,4
Spp. dominantes	4	3	Spp. dominantes	3
Tratamento: 100 m	2005	2011		
Riqueza	19	6		
H'	1,9	0,5		
Spp. dominantes	3	2		
Tratamento: Testemunha	2005	2011		
Riqueza	18	16		
H'	1,8	1,6		
Spp. dominantes	3	2		

A riqueza de espécies arbóreas na condição pré-corte foi considerada moderada, com a média do Índice de Shannon variando entre 1,8 e 2,1nats ind⁻¹ (Figura 8), reflexo da alta dominância de um

grupo restrito de espécies. No Piauí, a literatura encontrada em diferentes estudos fitossociológicos realizados próximos à área de estudo apresentam valores entre 1,6nats ind⁻¹ a 3,1nats ind⁻¹, com média de 2,9nats ind⁻¹ para áreas de vegetação preservadas (ALVES *et al.*, 2013; FERNANDES *et al.* 2014; LEMOS; RODAL, 2002; MACEDO *et al.*, 2019; OLIVEIRA *et al.*, 1997; SILVA *et al.* 2022; VASCONCELOS *et al.*, 2017), valores superiores aos encontrados na área de estudo no período pré-corte. Após seis anos de corte, o valor $H' = 0,7\text{nats ind}^{-1}$ foi abaixo do esperado, mas aumentou para $H' = 1,3\text{nats ind}^{-1}$ dezessete anos após o corte. Após 6 anos, a riqueza média nas parcelas que receberam corte raso era de 6 espécies, contra 16 espécies nas parcelas testemunhas. Aos 17 anos, observou-se que o corte raso sem fogo teve o maior valor de riqueza (20 espécies), superior a 17 espécies registradas nas parcelas testemunhas sem fogo (Figura 8). O Índice de Shannon seguiu o mesmo padrão ao longo dos anos, atingindo 72% dos valores observados nas testemunhas dezessete anos após o corte raso e queimada, reforçando a resiliência do bioma. Mamede e Araújo (2008) no estudo conduzido no Ceará avaliando a regeneração, reportaram uma redução de 44% da riqueza de espécies e 6% no índice de diversidade de Shannon após a queimada.

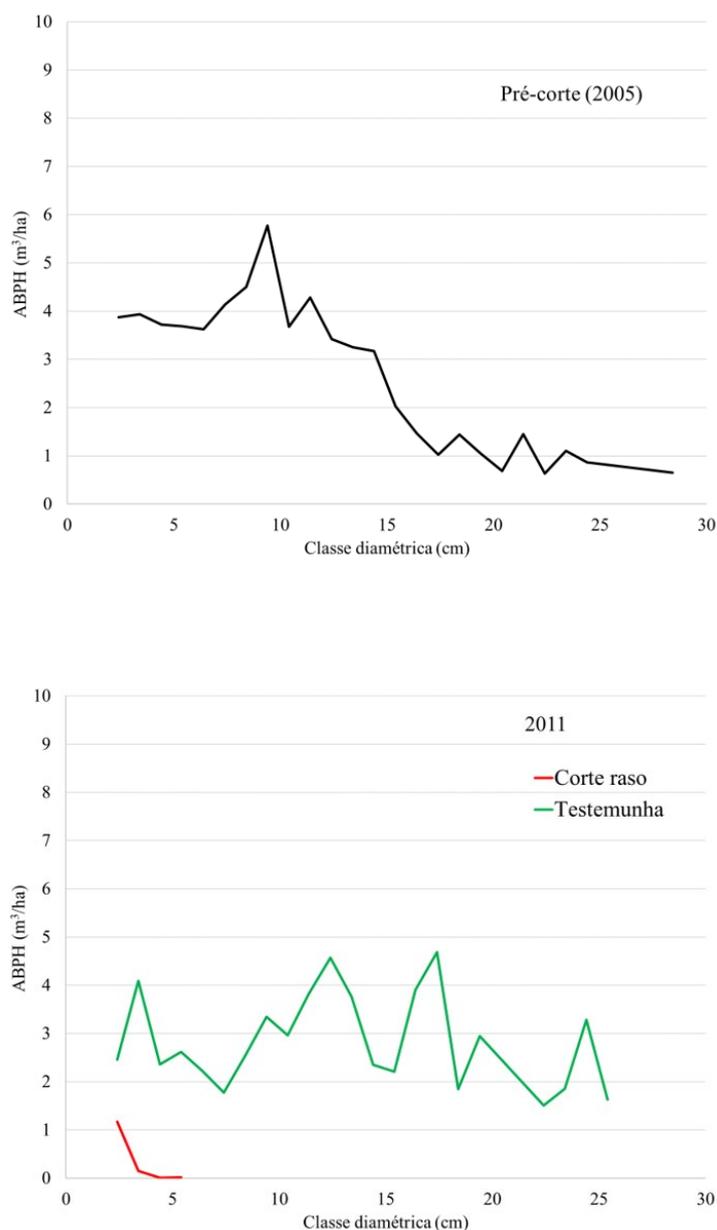
Figura 8. Valores de índice de diversidade de Shannon (esquerda) e de riqueza (número de espécies, direita) para os tratamentos avaliados.

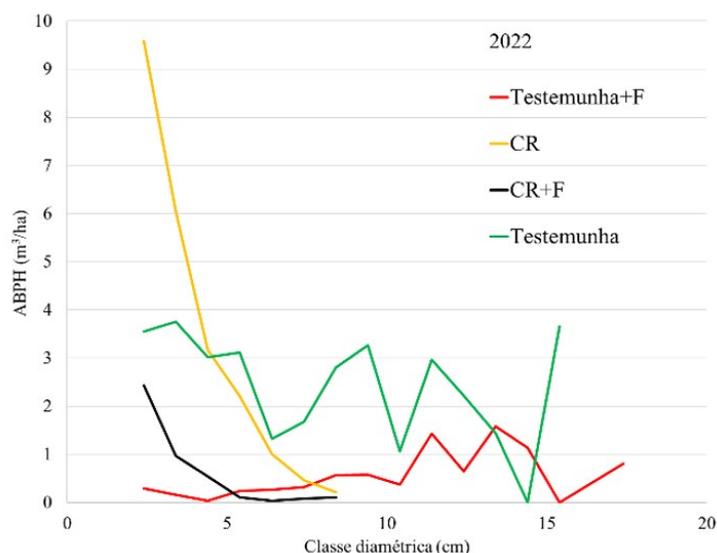


3.5. Distribuição diamétrica: situação pré-corte e dinâmica posterior

A distribuição do volume e número de plantas por classe diamétrica foi típica de uma floresta inequidiana (Figura 9). Em todos os anos, as maiores frequências ocorrem nas primeiras classes diamétricas, novamente respaldando a dinâmica de uma floresta natural, e, nesse caso, com distúrbio de queimada (Figura 9). Em 2022, as parcelas que sofreram corte raso apresentaram valores de volume concentrados nos menores diâmetros e as testemunhas registraram valores em diferentes classes diamétricas (Figura 9).

Figura 9. Distribuição de volume (ABPH) por classe de diâmetro ao longo dos anos de medição para os diferentes tratamentos avaliados na Faz. Otávio Domingues, PI.





3.6. Dinâmica da regeneração natural nas subparcelas (5m x 5m)

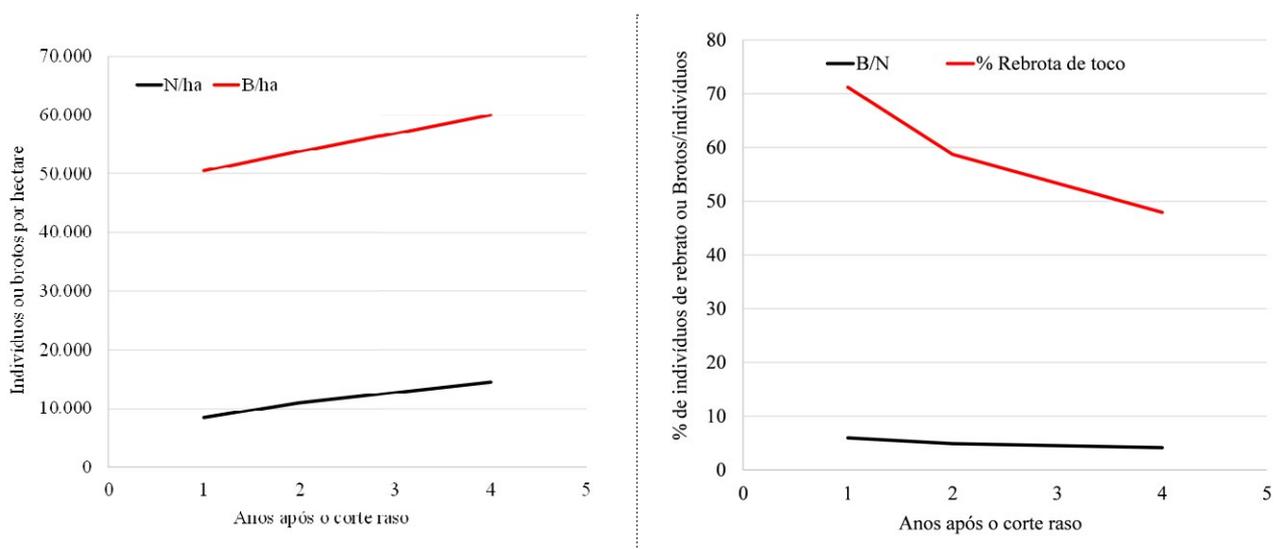
O número de indivíduos e brotos regenerantes por hectare, nas diferentes datas de medição, nos diferentes tratamentos e classes de altura estão apresentados na Tabela 5. A Figura 10 ilustra a dinâmica do número de indivíduos e brotos regenerantes por hectare, bem como o percentual de brotos originados de rebrota de tocos. Apesar da alta variação entre parcelas, os tratamentos de corte raso não influenciaram significativamente na quantidade de indivíduos e brotos regenerantes por hectare (Tabela 6), verificando-se que foi crescente entre 1 e 4 anos após o corte raso. No entanto, a participação de indivíduos oriundos de brotações de toco reduziu de 71% para 48% neste mesmo período.

Tabela 6. Média de número de indivíduos por hectare e número de brotos (ou plântulas) por hectare segundo os tratamentos. A regeneração é apresentada em duas classes: C1 para plântulas ≤ 1 m de altura e C2 para plântulas altura > 1 m e CAP $\leq 6,0$ cm. Os valores entre parênteses representam um desvio padrão da média.

ANO	TRATAMENTO	INDIVÍDUOS/ha			BROTOS/ha		
		C1	C2	TOTAL	C1	C2	TOTAL
2006	100 m	5.733	2.533	8.267	36.667	12.933	49.600
	80 m	5.467	2.267	7.733	36.800	14.667	51.467
	60 m	4.933	2.800	7.733	25.867	18.933	44.800
	40 m	7.733	4.267	12.000	34.000	31.733	65.733
	0m	4.800	1.800	6.600	27.200	13.400	40.600
Média	2006	5.733 (528)	2.733 (417)	8.467 (924)	32.107 (2.339)	18.333 (3.513)	50.440 (4.268)

INDIVÍDUOS/ha					BROTOS/ha		
ANO	TRATAMENTO	C1	C2	TOTAL	C1	C2	TOTAL
2007	100 m	5.867	6.133	12.000	24.533	40.667	65.200
	80 m	6.933	4.000	10.933	29.600	24.933	54.533
	60 m	4.400	5.200	9.600	13.600	31.467	45.067
	40 m	5.733	8.000	13.733	18.800	44.800	63.600
	0m	5.067	3.600	8.667	22.933	17.467	40.400
Média	2007	5.600 (424)	5.387 (792)	10.987 (891)	21.893 (2.700)	31.867 (5.002)	53.760 (4.911)
2009	100 m	4.133	11.067	15.200	9.067	50.000	59.067
	80 m	3.200	11.600	14.800	6.800	54.267	61.067
	60 m	2.400	8.400	10.800	4.400	44.133	48.533
	40 m	3.733	13.067	16.800	6.533	67.067	73.600
	0m	5.200	9.467	14.667	14.267	43.333	57.600
Média	2009	3.733 (468)	10.720 (817)	14.453 (989)	8.213 (1.684)	51.760 (4.318)	59.973 (4.026)

Figura 10. Dinâmica da regeneração para as parcelas que sofreram corte raso após 1, 2 e 4 anos.



A espécie mais importante no estrato regenerativo foi o Marmeleiro, responsável por cerca de 40% dos indivíduos medidos, independentemente da idade de medição. Outras espécies importantes encontradas (de um total de 21) incluem: Angico-de-bezerro, Caneleiro, Goiaba-brava, Mororó, Pereiro, Besouro e Canelinha.



4. RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DA PESQUISA

(a) *Há impacto na riqueza e diversidade da vegetação conforme a largura da faixa de corte? Como estas se comportam ao longo do tempo?*

Em 2011, 6 anos após o corte raso, não é possível verificar efeitos significativos da largura da faixa de corte nas duas variáveis (riqueza e diversidade). Ao se comparar os valores das parcelas de tratamentos e parcelas testemunhas, verifica-se notável diferença entre riqueza e diversidade, provavelmente devido ao pouco tempo entre o corte e a avaliação.
.....

(b) *A dinâmica de crescimento varia conforme a largura do corte, em especial na estrutura diamétrica?*

Os resultados não permitem responder tal pergunta, uma vez que apenas 6 anos de monitoramento não foram suficientes para fornecer respostas. Em função da queimada, o monitoramento das mesmas árvores para verificar a dinâmica de crescimento não se completou.
.....

(c) *Qual o tempo de recuperação do estoque inicial?*

Um ciclo de 25,4 anos seria o tempo de recuperação do estoque das parcelas testemunhas para corte raso sem queimada. A presença de queimada elevou o ciclo de corte para 56 anos.
.....

(d) *Qual foi o efeito do fogo na vegetação e na dinâmica de crescimento?*

O efeito do fogo, tanto nas parcelas testemunhas e naquelas que foram submetidas ao corte raso foi negativo, com diminuição nos valores de riqueza, diversidade, taxa de crescimento e estoque volumétrico. Porém, o impacto do fogo foi maior na diversidade das parcelas testemunhas quando comparadas às parcelas que sofreram o corte raso.
.....



5. RECOMENDAÇÕES PARA A PRÁTICA DO MFS

O fogo é um agente modificador da paisagem e os resultados do experimento deixaram claro o efeito deste na regeneração da floresta de Caatinga, que mesmo altamente resiliente, teve queda no número de espécies arbóreas, no valor de diversidade florística e nas taxas de crescimento. Recomenda-se a adoção de aceiros nas áreas sob prática de manejo florestal e o controle de queimadas.

Ainda que com pouco tempo de avaliação, não há indícios para preferência de largura de faixas entre 40m e 100m na aplicação do manejo florestal.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. R.; RIBEIRO, I. B.; SOUSA, J. R. L.; BARROS, S. S.; SOUSA, P. S. Análise da estrutura vegetacional em uma área de caatinga no município de Bom Jesus, Piauí. **Revista Caatinga**, v. 26, p. 99-106, 2013.
- ANTONGIOVANNI, M.; VENTICINQUE, E. M.; FONSECA, C. R. Fragmentation patterns of the Caatinga drylands. **Landscape Ecology**, v. 33, p. 1353-1367, 2018.
- BEZERRA, J. S.; ARROYO-RODRÍGUEZ, V.; TAVARES, J. M.; LEAL, A.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. Drastic impoverishment of the soil seed bank in a tropical dry forest exposed to slash-and-burn agriculture. **Forest Ecology and Management**, v. 513, p. 120185, 2022.
- COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO DA REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA. Rede de manejo **florestal da Caatinga**: protocolo de medições de parcelas permanentes. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. 26p.
- FERNANDES, M. M.; OLIVEIRA, T. M.; FERNANDES, M. R. M.; CASTRO, V. C.; ALVES, A. R. Aspectos biológicos e espécies potenciais para restauração ecológica de áreas em desertificação no Sul do Piauí - Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, p. 6-13, 2014.
- GUERRA JUNIOR, J. I.; FERREIRA, M. R. A.; OLIVEIRA, A. M.; SOARES, L. A. L. Croton sp.: a review about popular uses, biological activities and chemical composition. **Research, Society and Development**, v. 11, e57311225306, 2022.
- INMET. **Normais Climatológicas do Brasil 1981-2010**, Instituto Nacional de Meteorologia, Brasília/DF, Brasil, 2018.
- INMET. **Normais Climatológicas do Brasil 1991-2020**, Instituto Nacional de Meteorologia, Brasília/DF, Brasil, 2022.
- LEMONS, J. R.; RODAL, M. J. N. Fitossociologia do componente lenhoso de um trecho da vegetação de caatinga no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, p. 23-42, 2002.
- LIRA, E. C.; PEREIRA, D. D.; NASCIMENTO, G. V.; FELIX, E. S.; OLIVEIRA FILHO, T. J.; RIBEIRO, N. L. O Marmeleiro (Croton sp.) e os seus arredores: manejo e oportunidades de utilização na produção florestal. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, p. 27147-27160, 2019.
- MACEDO, W. S.; SILVA, L. S.; ALVES, A. R.; MARTINS, A. R. Análise do componente arbóreo em uma área de ecótono Cerrado-Caatinga no sul do Piauí, Brasil. **Scientia Plena**, v. 15, p. 010201, 2019.
- MAMEDE, M. A.; ARAÚJO, F. S. Effects of slash and burn practices on a soil seed bank of caatinga vegetation in Northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 72; p. 458-470, 2008.
- MEUNIER, I. M. J.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A. O licenciamento de Planos de Manejo Florestal da Caatinga assegura sua sustentabilidade? **Pesq. flor. bras.**, v. 38, e201701461, p. 1-7, 2018.
- OLIVEIRA, M. E. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CASTRO, A. A. J. F.; RODAL, M. J. N. Flora e fitossociologia de uma área de transição carrasco-caatinga de areia em Padre Marcos, Piauí. **Naturalia**, v. 22, p. 131-150, 1997.
- RAD-RELATÓRIO ANUAL DE DESMATAMENTO 2021**. MapBiomas, 2022, São Paulo, Brasil. 126 p. Disponível em: <http://alerta.mapbiomas.org>. Acesso em 16 nov. 2022.

RIBEIRO, A.; FERRAZ FILHO, A. C.; FARIAS, S. G. G.; DIAS, B. A. S.; SILVA, H. P. Restoration potential of eight tree species from a seasonally dry tropical forest in southeast Piauí, Brazil. **Cerne**, v. 27, e-102702, 2021.

SILVA, L. S.; TEIXEIRA, R. S.; MACEDO, W. S. Diversidade florística entre fragmentos de Caatinga, Piauí, Brasil. **Diversitas Journal**, v. 7, p. 555-566, 2022.

VASCONCELOS, A. D. M.; HENRIQUES, I. N.; SOUZA, M. P.; SANTOS, W. S.; SANTOS, W. S.; RAMOS, G. G. Caracterização florística e fitossociológica em área de Caatinga para fins de manejo florestal no município de São Francisco-PI. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, p. 329-337, 2017.

ANEXO 1

Dominância relativa em volume cilíndrico (DoR %) das espécies arbóreas presentes no inventários pré-corte, 8 e 15 anos após aplicação dos tratamentos de largura de faixa de corte raso.

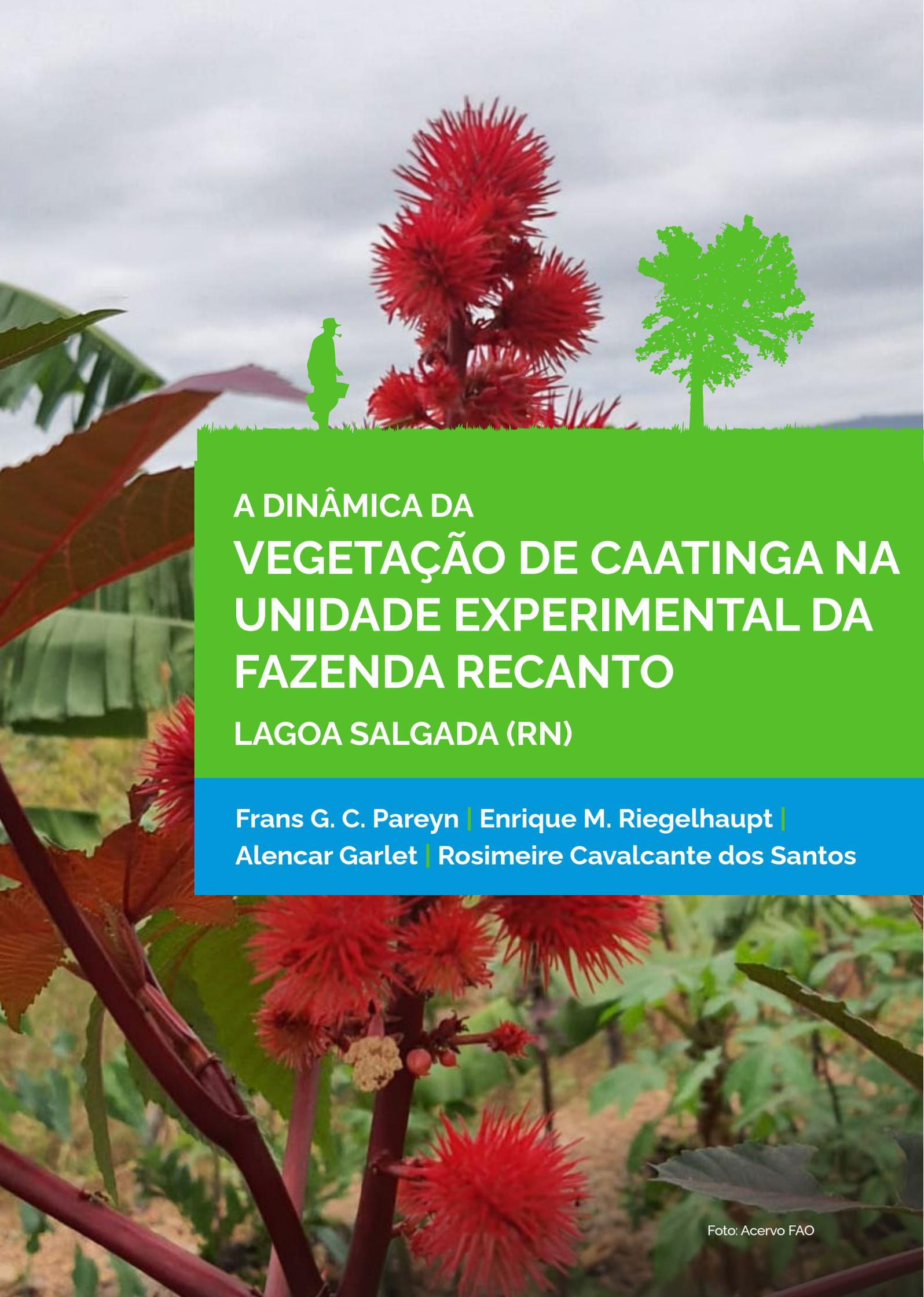
INVENTÁRIO PRÉ-CORTE											
0 m ABPH = 60,3 m ³ /ha		40 m ABPH = 63,2 m ³ /ha		60 m ABPH = 54,9 m ³ /ha		80 m ABPH = 81,4 m ³ /ha		100 m ABPH = 67,3 m ³ /ha		TESTEMUNHA ABPH = 56,1 m ³ /ha	
ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)
caneleiro	33,3	caneleiro	43,1	caneleiro	57,5	caneleiro	64,7	caneleiro	69,2	caneleiro	66,9
marmeleiro	21,1	birro	15,1	marmeleiro	15,6	farinha-velha	5,7	marmeleiro	7,2	marmeleiro	11,8
birro	17,7	marmeleiro	10,8	birro	7,1	birro	5,6	cangalheiro	6,2	birro	5,9
pau-branco	6,5	chifre-de-carneiro	6,1	angico-de-bezerro	4,9	mororó	5,5	pau-branco	5,2	cangalheiro	4,2
violeto	4,6	pau-de-rato	4,6	cangalheiro	3,2	marmeleiro	4,1	angico-de-bezerro	3,6	angico-de-bezerro	3,0
mororó	3,9	pereiro	3,4	goiaba-brava	2,5	pau-branco	3,9	goiaba-brava	3,3	mororó	1,9
pau-de-rato	3,1	mororó	2,6	mororó	2,4	angico-de-bezerro	2,4	mororó	2,1	jacurutu	1,2
farinha-velha	2,6	sucupiri	2,5	figado-de-galinha	1,7	cangalheiro	1,6	pereiro	0,9	pau-de-rato	1,2
angico-de-bezerro	2,2	jacurutu	2,2	violeto	1,4	violeto	1,4	mofumbo	0,6	ameixa	0,9
pereiro	1,9	violeto	2,1	jacurutu	0,8	maniçoba	1,1	birro	0,5	jurema-branca	0,8
ameixa	1,3	angico-de-bezerro	1,9	unha-de-gato	0,6	pereiro	1,0	sete-cascas	0,2	jurema-preta	0,6
goiaba-brava	0,6	pau-branco	1,7	ameixa	0,6	camaratuba	0,9	camaratuba	0,2	não-identificada	0,6
unha-de-gato	0,4	figado-de-galinha	1,4	pereiro	0,6	jacurutu	0,7	ameixa	0,2	goiaba-brava	0,5
camaratuba	0,3	goiaba-brava	1,0	besouro	0,4	goiaba-brava	0,6	não-identificada	0,1	pereiro	0,2
mofumbo	0,1	maniçoba	0,4	camaratuba	0,2	chifre-de-carneiro	0,5	unha-de-gato	0,1	besouro	0,1
jurema-branca	0,1	unha-de-gato	0,3	jurema-preta	0,2	unha-de-gato	0,2	banha-de-tiu	0,1	sete-cascas	0,1
mulatinho	0,1	camaratuba	0,2	pinhão	0,1	besouro	0,1	maniçoba	0,1	mulatinho	0,1
cipó-tatu	0,0	pinhão	0,1	cipó-tatu	0,0			mulatinho	0,0	catingueira	0,0
xique-xique	0,0	ameixa	0,1					pinituba	0,0		
besouro	0,0	cansação	0,0						0,0		
		cangalheiro	0,0								

6 ANOS APÓS O CORTE RASO

0 m ABPH = 2,1 m³/ha		40 m ABPH = 1,7 m³/ha		60 m ABPH = 0,9 m³/ha		80 m ABPH = 1,2 m³/ha		100 m ABPH = 0,9 m³/ha		TESTEMUNHA ABPH = 62,7 m³/ha	
ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)
marmeleiro	80,0	marmeleiro	46,8	angico-de-bezerro	39,8	marmeleiro	52,8	marmeleiro	51,5	caneleiro	68,3
angico-de-bezerro	9,1	sete-cascas	20,7	marmeleiro	39,7	jurema-preta	18,9	angico-de-bezerro	39,7	marmeleiro	13,7
jurema-preta	4,3	jurema-branca	9,4	jurema-preta	7,8	angico-de-bezerro	18,8	jurema-branca	3,4	birro	8,0
sete-cascas	2,8	não-identificada	7,4	jurema-branca	6,3	maniçoba	3,7	jurema-preta	2,4	angico-de-bezerro	3,3
jurema-branca	2,3	angico-de-bezerro	5,5	mulatinho	5,4	jurema-branca	3,2	pereiro	1,9	mulatinho	1,8
caneleiro	1,6	jurema-preta	5,1	caneleiro	1,0	caneleiro	1,9	ameixa	1,1	mororó	1,2
		maniçoba	5,1			sete-cascas	0,7			não-identificada	0,9
										jurema-preta	0,7
										não-identificada2	0,5
										coração-de-negro	0,4
										goiaba-brava	0,4
										pereiro	0,3
										catingueira	0,2
										jurema-branca	0,1
										ameixa	0,1
										mofumbo	0,1
										não-identificada1	0,1

17 ANOS APÓS O CORTE RASO

CR ABPH = 22,7 m ³ /ha		CR+F ABPH = 4,3 m ³ /ha		TESTEMUNHA ABPH = 33,8 m ³ /ha		TESTEMUNHA+F ABPH = 8,4 m ³ /ha	
ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)
marmeleiro	46,2	marmeleiro	30,9	birro	25,2	pau-branco	39,6
jurema-preta	19,2	angico-de-bezerro	25,2	marmeleiro	22,3	caneleiro	37,0
caneleiro	8,6	jurema-branca	18,8	caneleiro	16,9	marmeleiro	5,5
angico-branco	6,2	caneleiro	10,3	pau-de-rato	12,6	angico-de-bezerro	4,9
angico-de-bezerro	3,9	jurema-preta	8,0	jurema-preta	10,2	figado-de-galinha	4,8
unha-de-gato	3,7	jurema-de-vaqueiro	2,5	angico-de-bezerro	5,4	birro	3,7
maniçoba	2,5	angico-branco	2,1	miudinha	1,3	violeto	2,4
lambe-beiço	2,5	unha-de-gato	1,2	sete-cascas	1,3	jurema-branca	1,8
pau-de-rato	2,1	maniçoba	0,9	violeto	1,1	jurema-de-vaqueiro	0,3
pereiro	2,0			pereiro	1,0		
mororó	0,9			unha-de-gato	0,9		
jaborandi	0,6			maniçoba	0,5		
violeto	0,5			farinha-velha	0,5		
birro-vermelho	0,4			jurema-branca	0,5		
gameleira	0,3			mucunã	0,2		
jurema-de-vaqueiro	0,1			lambe-beiço	0,1		
miudinha	0,1			jurema-de-vaqueiro	0,1		
não-identificada	0,1						
farinha-velha	0,1						



**A DINÂMICA DA
VEGETAÇÃO DE CAATINGA NA
UNIDADE EXPERIMENTAL DA
FAZENDA RECANTO
LAGOA SALGADA (RN)**

**Frans G. C. Pareyn | Enrique M. Riegelhaupt |
Alencar Garlet | Rosimeire Cavalcante dos Santos**



1. INTRODUÇÃO

Esta Unidade Experimental (UE) foi instalada em 1996 no Plano de Manejo Florestal Sustentado, na época em execução na Fazenda Recanto, localizada no município de Lagoa Salgada, na região Agreste do estado do Rio Grande do Norte. A vegetação é caatinga com predominância da Catanduva (*Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R.W.Jobson). Não havia conhecimento de atividade humana nos últimos 20 – 30 anos.

Posteriormente a fazenda foi transformada em assentamento e a UE continuou a ser monitorada até o ano de 2015, quando a área do experimento foi desmatada para uso agrícola, e conseqüentemente, o experimento foi encerrado.

1.1. Motivos para estabelecer esta Unidade Experimental

O objetivo da UE era avaliar os efeitos de diferentes tipos de exploração da caatinga. Foram instalados, além do Corte Raso, três tipos de corte seletivo, no intuito de avaliar o melhor desempenho no que diz respeito a crescimento, diversidade e estrutura de vegetação pós-manejo.

Outro objetivo desta UE era ser uma área demonstrativa das técnicas de exploração. Por isso, somente foram instaladas duas repetições de cada tratamento, e não foram instaladas parcelas de Testemunha.

1.2. Perguntas de pesquisa que esta Unidade Experimental pode responder

Com apenas duas repetições para cada tratamento nesta Unidade Experimental, as respostas às perguntas de pesquisa somente podem ser indicativas, uma vez que não é possível realizar testes estatísticos paramétricos.

A Unidade busca responder às seguintes perguntas:

- (a) Como variam a riqueza e diversidade do estrato arbóreo e da regeneração no tempo, com distintas seletividades e intensidades de corte?
.....
- (b) Como variam as taxas de crescimento em função do tempo, do estoque original, e dos tipos de corte?
.....
- (c) É possível recuperar o estoque inicial dentro do ciclo de corte estipulado?
.....
- (d) Como muda a distribuição da biomassa por classes de diâmetro ao longo do tempo?
.....
- (e) É possível recuperar a distribuição diamétrica original dentro do ciclo de corte?
.....
- (f) Qual a duração do ciclo que maximiza as taxas de crescimento e de acumulação de biomassa?
.....
- (g) Qual é o ciclo de corte ideal?
.....

Hipóteses testadas

As hipóteses originais eram:

- (a) A conservação de árvores matrizes promove a regeneração, mantendo um banco de sementes em contínua reposição;
.....
- (b) O corte seletivo (em alguma das três modalidades aplicadas) pode aumentar a velocidade de crescimento ou reduzir o ciclo de corte.
.....

Não foi possível testar estas hipóteses com estatísticas paramétricas, porque há apenas duas repetições para cada tratamento.



2. METODOLOGIA

2.1. Desenho experimental: tratamentos e repetições e variáveis chave

O desenho experimental consta de 5 tratamentos aplicados em blocos de 0,5ha cada. Na época da instalação, a Unidade era totalmente circundada por vegetação nativa. A vegetação era homogênea, com densidade entre 5.500 e 8.500 ind/ha e área basal no peito entre 8 e 10m²/ha, de acordo com o inventário prévio. A riqueza era baixa uma vez que foram encontradas apenas 12 espécies, com dominância muito alta de Catanduva e Marmeleiro.

Em cada bloco foram alocadas duas parcelas de medição de 20m x 20m, convertidas a Parcelas Permanentes no padrão da RMFC no ano de 2004 (Figura 1) (PAREYN et al, 2010). Em um dos cantos das parcelas foram instaladas sub-parcelas (5m x 5m) para monitoramento da regeneração. Este aspecto não será abordado neste capítulo.

Os tratamentos aplicados foram:

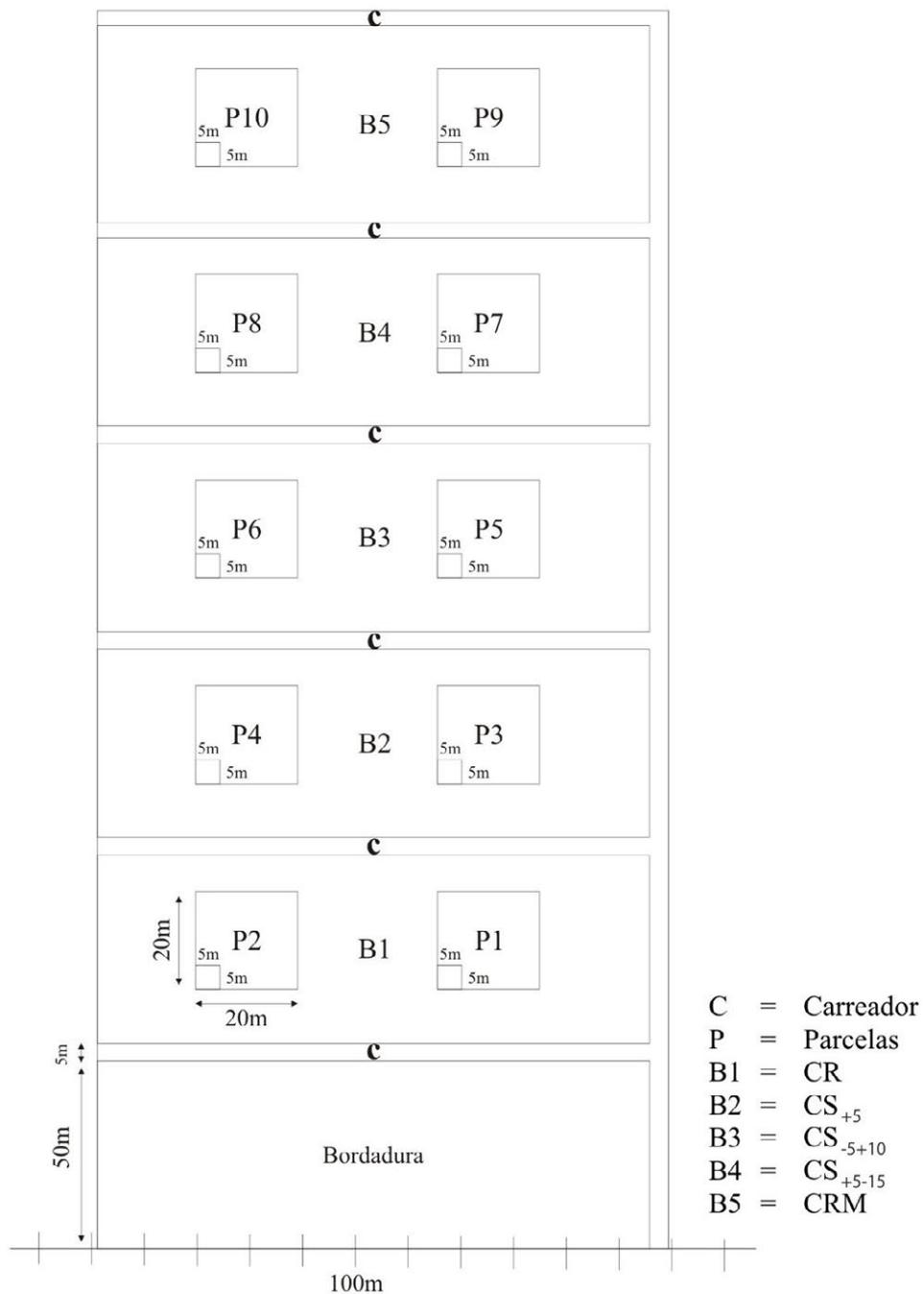
- > Corte raso (CR),
- > Corte seletivo de árvores acima de 5 cm de DNB (CS₊₅),
- > Corte seletivo de árvores com DNB menor que 5 e maior que 10 cm (CS_{-.5+10})
- > Corte seletivo das árvores com DNB maior que 5 cm, respeitando matrizes (DNB > 15 cm) (CS₊₅₋₁₅).
- > Corte seletivo de árvores com DNB menor que 15 cm (CRM)

As variáveis chave consideradas são:

SÍMBOLO	NOME	UNIDADE	FONTE
N	Número de fustes com no mínimo um CAP > 6 cm, utilizado como estimador da densidade	fuste/ha	medida
CAP	Circunferência na Altura do Peito	cm	medida
DAP	Diâmetro na Altura do Peito	cm	calculada
ABP	Área Basal no Peito	cm ²	calculada
H	Altura total do maior fuste	m	medida
ABPH	Volume cilíndrico	m ³	calculado
SPP	Espécie, nome vulgar		observado
CD	Classe diamétrica (DAP)	cm	calculado

SÍMBOLO	NOME	UNIDADE	FONTE
Ingresso	Novos indivíduos na população	n/ha	medido
Egresso	Indivíduos mortos ou desaparecidos	n/ha	medido

Figura 1. Croquis da Unidade Experimental Fazenda Recanto.



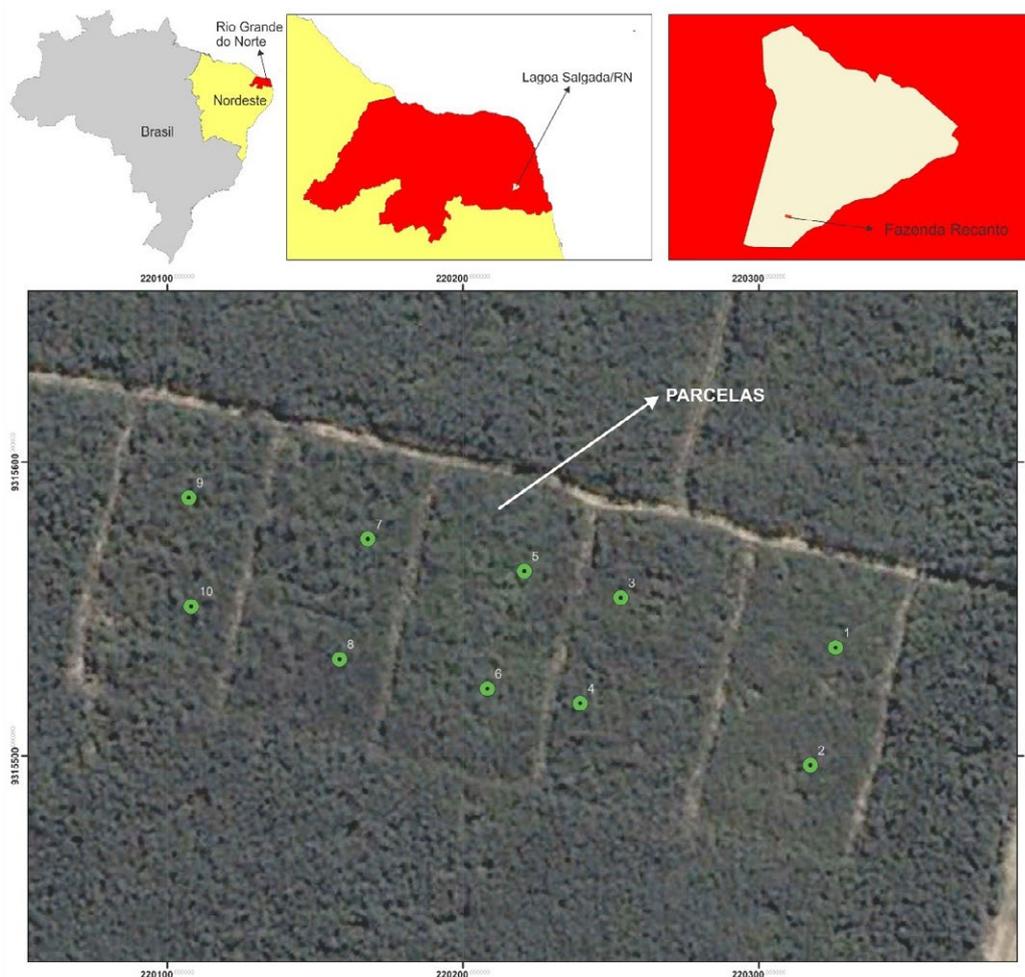
2.2. Medições realizadas, protocolo adotado e período estudado.

Após a instalação da Unidade em 1996, as medições realizadas nos anos 2004, 2007, 2011 e 2015 seguiram o protocolo da RMFC e são as únicas consideradas neste artigo. Não foi possível realizar medições posteriores e atualmente a unidade encontra-se desativada.

2.3. Localização da UE, clima e solos.

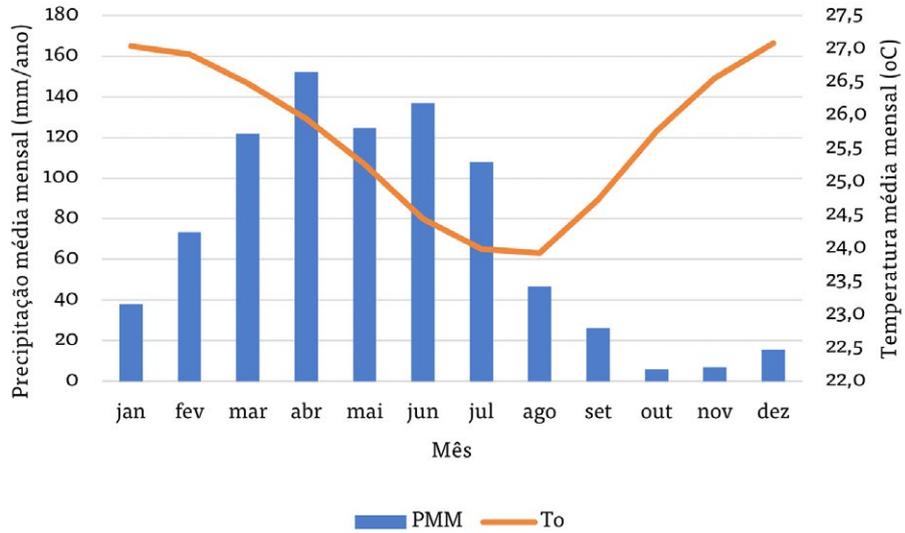
A Fazenda Recanto se localiza no município de Lagoa Salgada no Agreste do RN (microrregião da Borborema Potiguar) (Figura 2).

Figura 2. Localização da UE Fazenda Recanto, Lagoa Salgada/RN (imagem 2002).



O clima é do tipo As – clima tropical de savana com estação mais seca no verão - com precipitação média anual de 857mm. As chuvas estão concentradas em cinco a seis meses do ano, como demonstrado na Figura 3 (ALVARES *et al.*, 2013).

Figura 3. Climograma do município de Lagoa Salgada-RN.

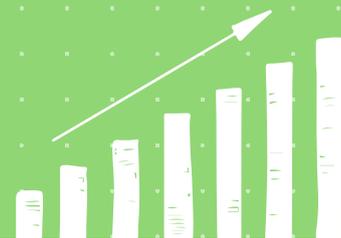


O solo da área da UE é do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo plíntico textura média (leve)/ argilosa fase caatinga hiperxerofila relevo plano (Figura 4).

Figura 4. Perfil do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO encontrado na UE Fazenda Recanto.



Foto: Banco imagens APNE



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Dinâmica do estoque

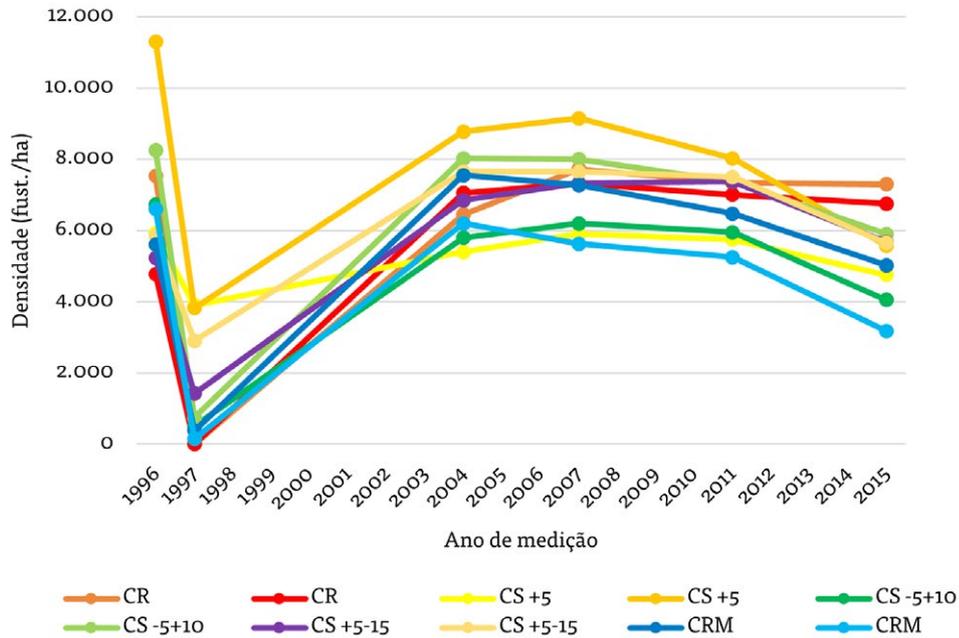
3.1.1. Dinâmica de N (número de fustes)

A dinâmica do número de fustes para cada parcela e tratamento ao longo do período de acompanhamento é apresentada na Tabela 1 e na Figura 5.

Tabela 1. Número de fustes por ano de medição na UE Fazenda Recanto.

TRATAMENTO	1996	PÓS-CORTE	PÓS/PRÉ	2004	2007	2011	2015	2015/1996
CR	7.525	0	0%	6.450	7.725	7.350	7.300	97%
CR	4.775	0	0%	7.050	7.325	7.000	6.750	141%
CS ₊₅	5.925	3.900	66%	5.400	5.900	5.750	4.750	80%
CS ₊₅	11.300	3.825	34%	8.775	9.150	8.025	5.575	49%
CS ₋₅₊₁₀	6.725	500	7%	5.800	6.200	5.950	4.050	60%
CS ₋₅₊₁₀	8.250	750	9%	8.025	8.000	7.375	5.900	72%
CS ₊₅₋₁₅	5.225	1.425	27%	6.850	7.325	7.375	5.675	109%
CS ₊₅₋₁₅	5.850	2.900	50%	7.650	7.650	7.500	5.650	97%
CRM	5.600	375	7%	7.550	7.275	6.475	5.025	90%
CRM	6.600	150	2%	6.200	5.625	5.250	3.175	48%

Figura 5. Dinâmica de N (fustes/ha) na UE Recanto de 1996 a 2015.



O efeito de cada tratamento é claramente visível na densidade da vegetação remanescente em 1997. Contudo, o impacto de cada tratamento pode resultar diferente em nível de parcela, como por exemplo em CS₊₅ e CS₊₅₋₁₅.

Com exceção de uma parcela do CS₊₅, que apresentava densidade muito superior já em 1996, todas as parcelas já tinham praticamente atingido a densidade pré-corte em 2004. Em 2015, a situação é bastante heterogênea onde 5 parcelas mantiveram a sua densidade e outras 5 apresentaram uma redução importante⁷.

3.1.2. Dinâmica da Área Basal no Peito (ABP)

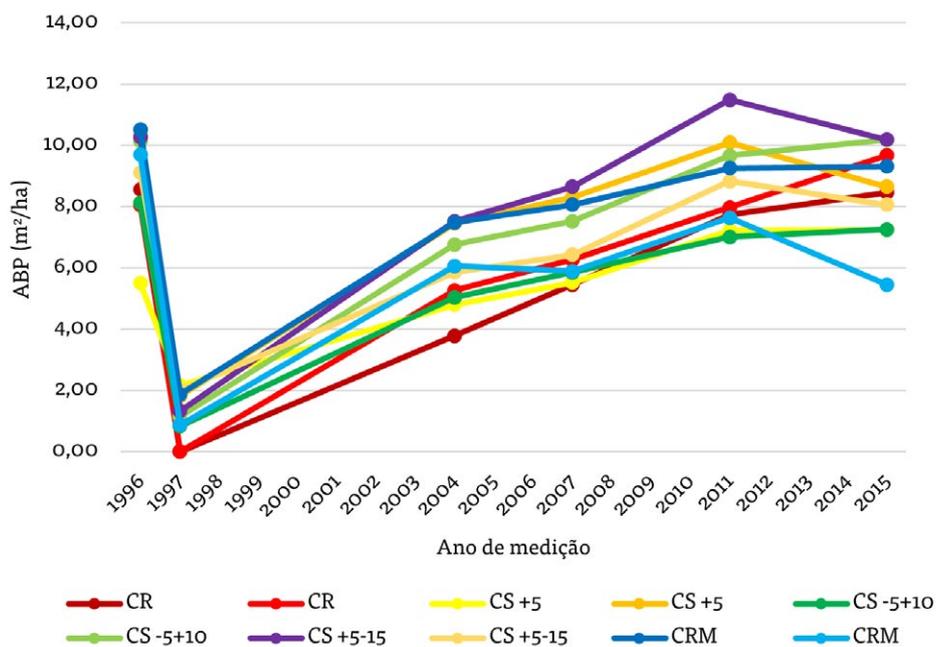
A dinâmica da ABP para cada parcela é apresentada na Tabela 2 e na Figura 6.

⁷ Uma possível explicação pode estar relacionada à seca excepcional entre 2012 e 2015.

Tabela 2. Área basal (ABP - m²/ha) por ano de medição na UE Fazenda Recanto.

TRATAMENTO	1996	PÓS-CORTE	PÓS/PRÉ	2004	2007	2011	2015	2015 /1996
CR	8,56	0,00	0%	3,7870	5,4484	7,7379	8,4629	99%
CR	8,05	0,00	0%	5,2613	6,2734	7,9742	9,6750	120%
CS ₊₅	5,50	2,16	39%	4,8029	5,5179	7,2273	7,2477	132%
CS ₊₅	10,32	1,81	18%	7,4537	8,3056	10,0884	8,6476	84%
CS ₋₅₊₁₀	8,12	0,83	10%	5,0339	5,8478	7,0063	7,2532	89%
CS ₋₅₊₁₀	10,14	1,15	11%	6,7655	7,5253	9,6645	10,1760	100%
CS ₊₅₋₁₅	10,27	1,33	13%	7,5173	8,6519	11,4848	10,1873	99%
CS ₊₅₋₁₅	9,10	2,00	22%	5,8653	6,4307	8,8297	8,0589	89%
CRM	10,52	1,87	18%	7,4871	8,0644	9,2594	9,3150	89%
CRM	9,70	0,87	9%	6,0608	5,8865	7,6377	5,4543	56%

Figura 6. Dinâmica da ABP (m²/ha) na UE Recanto de 1996 a 2015.



Observa-se que todos os tratamentos acarretaram uma redução forte da área basal original, resultando em área basal remanescente de, no máximo, 39% a 18% no CS₊₅. Onde as matrizes foram conservadas, a ABP remanescente foi de 9% e 18%

A dinâmica do crescimento segue um padrão crescente constante, independente dos tratamentos. A queda significativa do número de fustes observada no período 2011-2015 é bem menos visível para a área basal e, portanto, essa redução não necessariamente significa perda de biomassa total na área. Uma das parcelas de CRM e as duas do CS₊₅₋₁₅ apresentam perda importante no último período de medição, devido à morte das árvores de DAP > 15 cm que não foram cortadas durante a aplicação dos tratamentos.

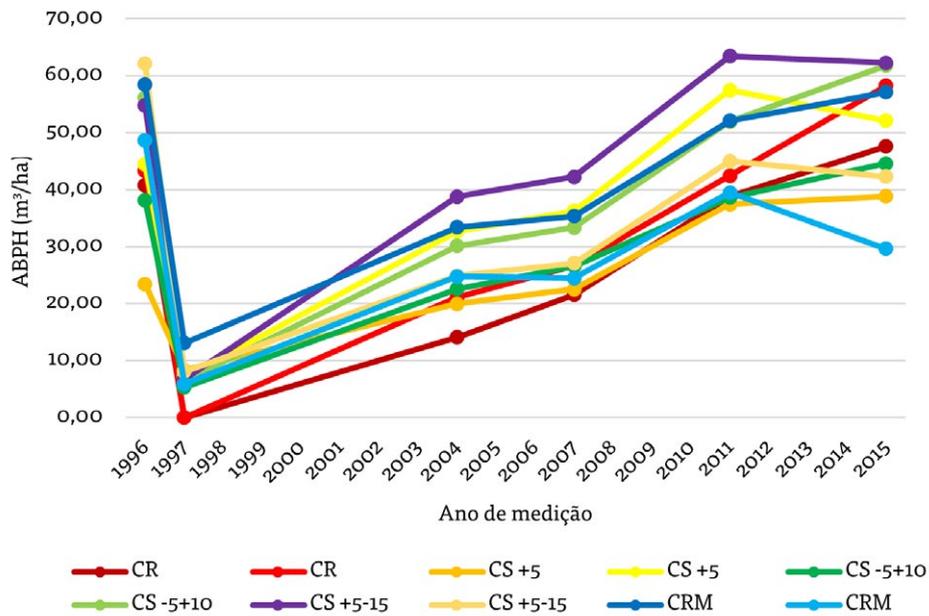
3.1.3. Dinâmica do volume cilíndrico

A dinâmica do Volume Cilíndrico (ABPH) para cada parcela é apresentada na Tabela 3 e na Figura 7.

Tabela 3. Volume cilíndrico (ABPH m³/ha) por ano de medição na UE Fazenda Recanto.

TRATAMENTO	1996	PÓS-CORTE	PÓS/PRÉ	2004	2007	2011	2015	2015 /1996
CR	40,80	0,00	0%	14,1054	21,5437	38,7908	47,5993	117%
CR	43,33	0,00	0%	21,0857	26,6527	42,4489	58,2450	134%
CS ₊₅	23,46	8,30	35%	19,9648	22,5083	37,4199	38,8411	166%
CS ₊₅	44,43	7,15	16%	32,6844	36,2806	57,4554	52,1088	117%
CS ₋₅₊₁₀	38,18	5,30	14%	22,5967	26,5579	38,6195	44,6080	117%
CS ₋₅₊₁₀	56,07	6,45	12%	30,1583	33,3743	51,9227	61,8278	110%
CS ₊₅₋₁₅	54,83	6,73	12%	38,7539	42,2390	63,4268	62,2891	114%
CS ₊₅₋₁₅	62,10	8,05	13%	24,8820	27,0709	45,0128	42,3124	68%
CRM	58,51	13,06	22%	33,4177	35,3605	52,0950	57,0971	98%
CRM	48,65	5,85	12%	24,7829	24,4673	39,4903	29,6068	61%

Figura 7. Dinâmica da ABPH (m^3/ha) na UE Recanto de 1996 a 2015.

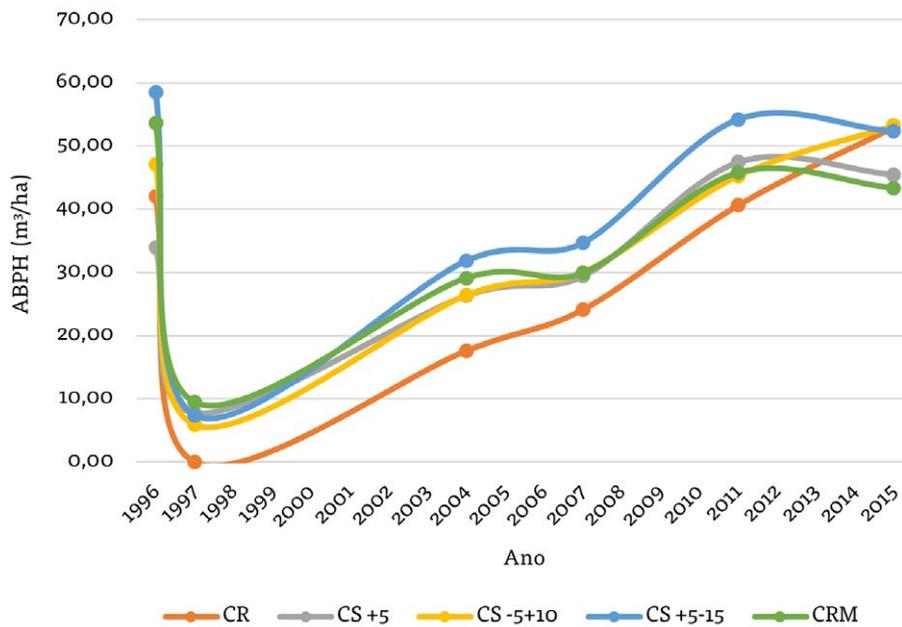


A dinâmica da ABPH segue o mesmo padrão da ABP. É importante observar que a ABPH em todas as parcelas (com exceção da parcela no tratamento CRM e as duas de CS₊₅₋₁₅), já tinham atingido ou superado o estoque original em 2011, após 15 anos da intervenção.

Apenas a título ilustrativo⁸, é possível observar os resultados, na Figura 8, da dinâmica da ABPH média por tratamento ao longo do período de observação. Claramente, todos os tratamentos seguem o mesmo padrão de crescimento, cada um no seu próprio patamar de estoque. Ainda que tenha havido a seca entre 2012 e 2015, que pode ter provocado a mortalidade e queda do estoque (observada no CRM, CS₊₅ e CS₊₅₋₁₀) o processo de crescimento continua e atinge valores bem superiores (até 66%) do estoque original em algumas parcelas.

⁸ Considerando que se dispõe apenas de duas repetições, não há fundamento estatístico para apresentação de médias.

Figura 8. Dinâmica da ABPH (m^3/ha) por tratamento na UE Recanto de 1996 a 2015.

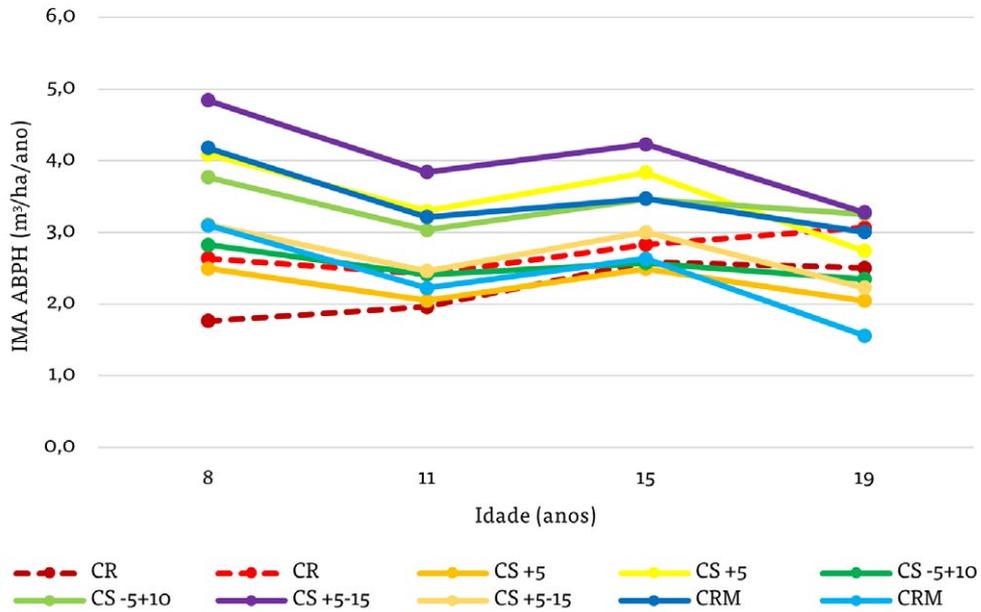


3.2. Dinâmica do IMA e IPA

O Incremento Médio Anual do volume cilíndrico (ABPH) teve um comportamento muito semelhante nos 4 tratamentos de Corte Seletivo: depois de uma queda notável no primeiro período entre medições, houve aumento considerável no segundo período, seguido de uma nova queda no terceiro, conforme apresentado na Figura 9.

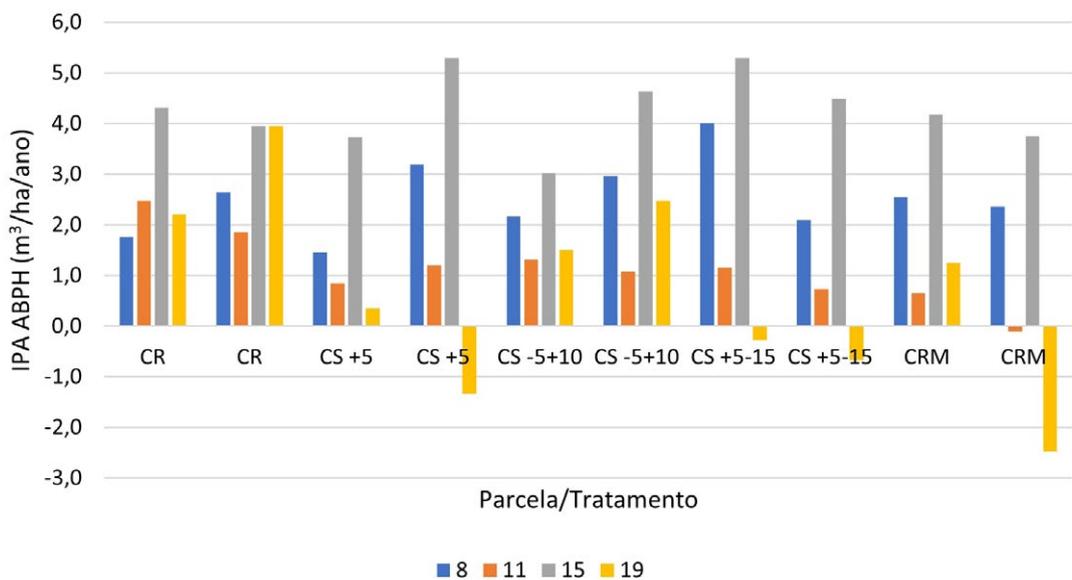
Porém, no tratamento de Corte Raso, o IMA se manteve ou aumentou ao longo dos 11 anos de monitoramento (2004 a 2015), indicando que a velocidade de crescimento pós-corte aumenta com a intensidade do corte realizado.

Figura 9. IMA das parcelas nas idades de 8 a 19 anos.



A variação do IPA nos três períodos de medição (Figura 10) mostra uma primeira etapa (de 8 a 11 anos de idade) de incrementos moderados, uma segunda etapa de grande crescimento (de 12 a 15 anos de idade) e uma terceira etapa de crescimento lento ou negativo (de 16 a 19 anos). Só no tratamento de CR e do CS₋₅₊₁₀ se mantiveram valores de IPA positivos e altos nos três períodos.

Figura 10. Dinâmica do IPA para os cinco tratamentos, em idades de 11 a 18 anos.

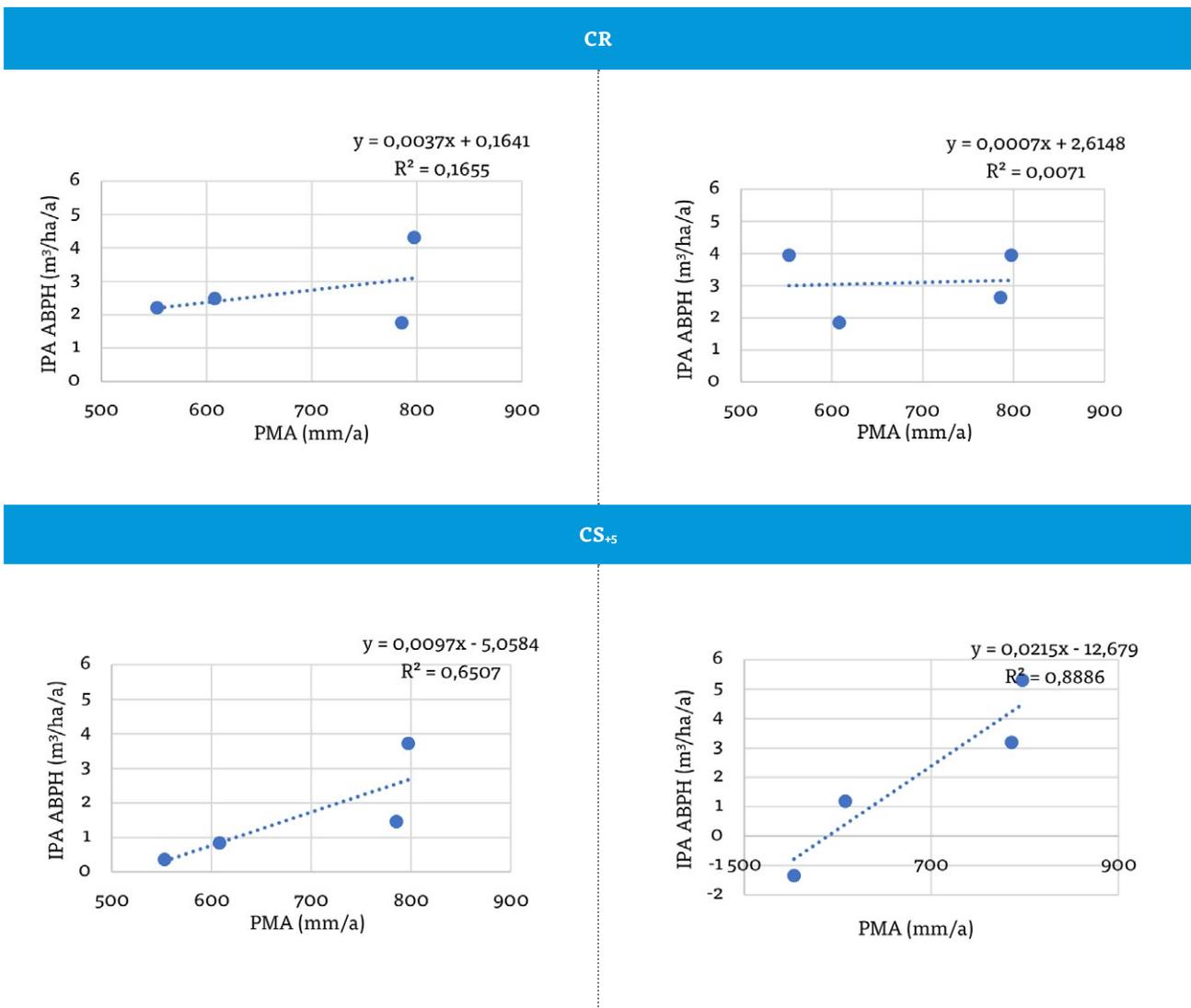


Nesta Unidade Experimental, o IPA tem alta correlação com a precipitação registrada nos períodos entre medições, em 4 dos 5 tratamentos (Tabela 4 e Figura 11).

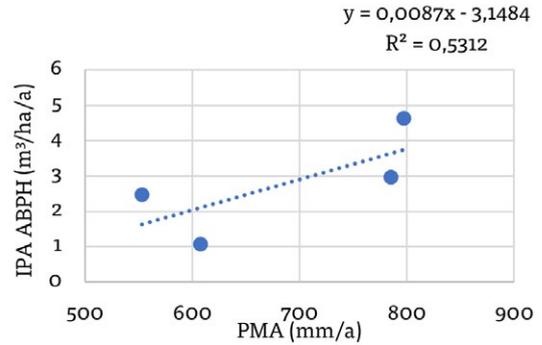
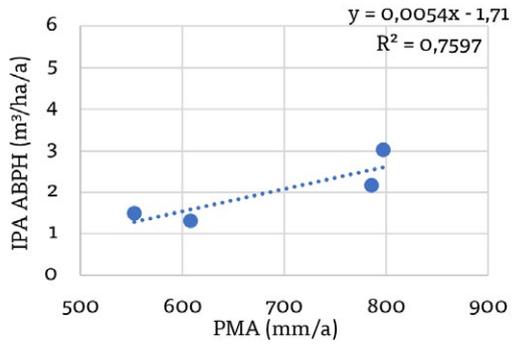
Tabela 4. Regressão entre PMA e IPA nas parcelas da UE Fazenda Recanto.

TRATAMENTOS	CR	CR	CS ₊₅	CS ₊₅	CS ₋₅₊₁₀	CS ₋₅₊₁₀	CS ₊₅₋₁₅	CS ₊₅₋₁₅	CRM	CRM
R ² de IPA x PMA	0,16	0,01	0,65	0,89	0,76	0,53	0,97	0,82	0,75	0,94

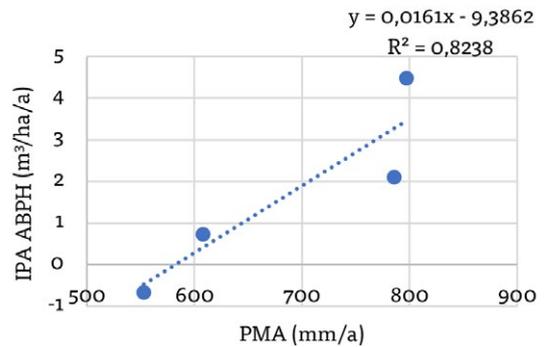
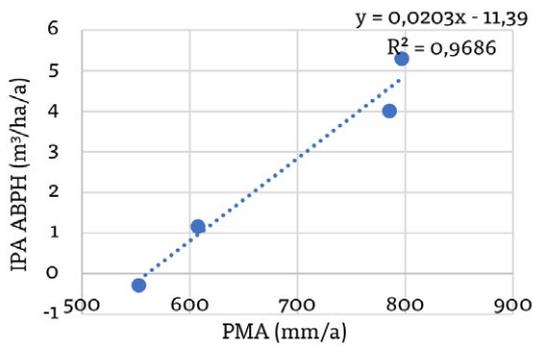
Figura 11. Regressão entre PMA e IPA da ABPH (m³/ha/a) por parcela na UE Fazenda Recanto.



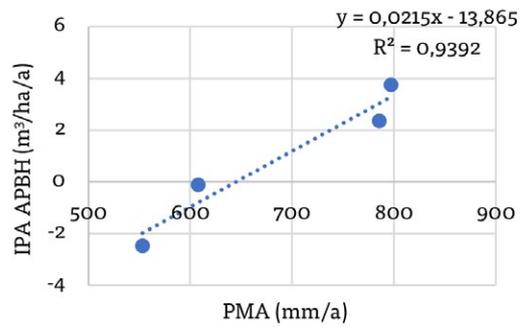
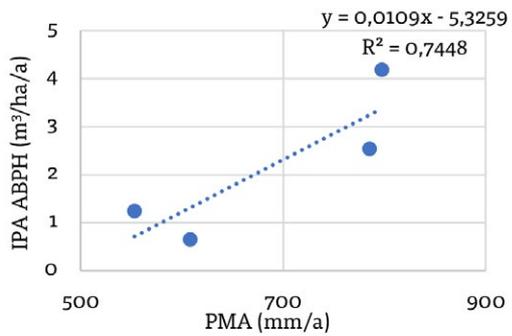
CS-5+10



CS-5 - 15



CRM

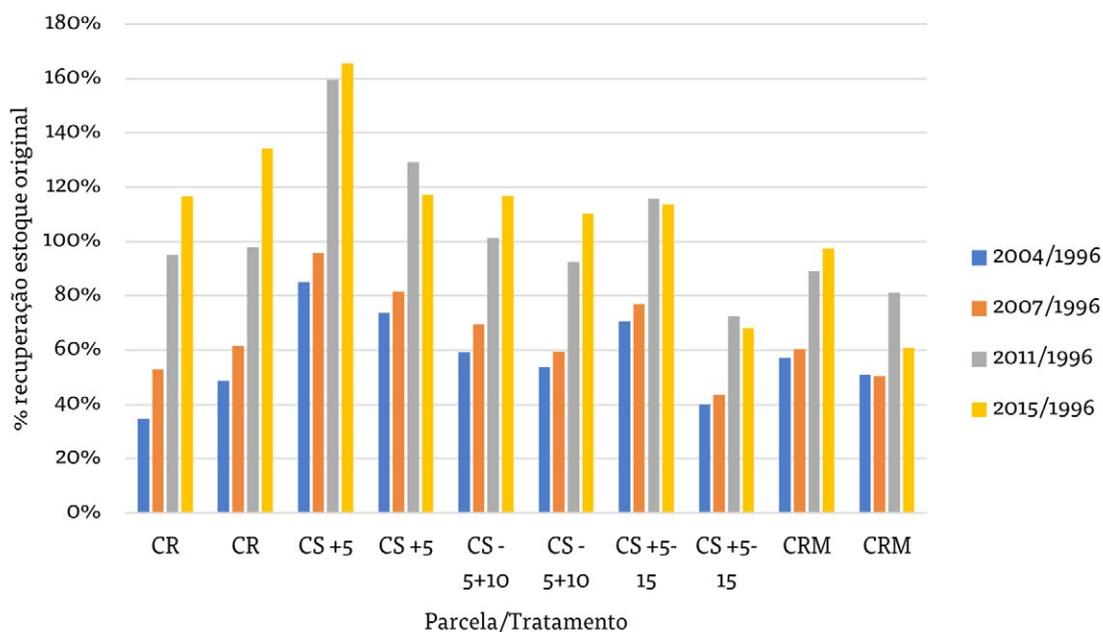


3.3. Recuperação do estoque inicial

A Figura 12 apresenta, para cada tratamento e parcela, a dinâmica de recuperação do estoque original ao longo dos quatro períodos monitorados.

Em 2011, com 15 anos de idade, a maioria das parcelas já atingia praticamente 100% do estoque original. Em 2015 somente duas parcelas não recuperaram 100%: uma de CRM e outra de CS₊₅₋₁₅. O corte raso com matrizes (CRM) e corte seletivo com matrizes (CS₊₅₋₁₅) tiveram os menores níveis de recuperação, indicando que a retenção de matrizes teve efeito negativo no crescimento. O CS₊₅ mostrou a recuperação mais alta do estoque, seguido do CR.

Figura 12. Recuperação do estoque por tratamento nas quatro medições sucessivas.



Para o conjunto da UE, somando todos os tratamentos, obtém-se o resultado apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Recuperação do estoque original na UE Fazenda Recanto de 1996 a 2015.

	1996	2004	2007	2011	2015
ABPH (m ³ /ha/ano)	47,04	26,24	29,61	46,67	49,45
% recuperação		56%	63%	99%	105%

Pode se aceitar que o estoque original se recuperou em 100% aos 15 anos de idade. Como a história de uso da terra nesse sítio não era conhecida, não se pode assegurar que o estoque original

expressava o máximo potencial do sítio. É possível que essa mata secundária ainda estivesse em crescimento no ano de 1996.

3.4. Diversidade: dinâmica da riqueza e dominância.

Na condição pré-corte, a Unidade Experimental apresentou 12 espécies com Índice de Shannon de 0,37 e com dominância da Catanduva e do Marmeleiro (94%).

Como demonstrado nos resultados apresentados nas Tabelas 6 e 7 e na Figura 13, a riqueza foi baixa e pouco variável ao longo dos 11 anos de medição. No Corte Raso houve aumento progressivo do número de espécies, que passou de 3 no início para 8 no final do período. No Corte Seletivo com Matrizes (CS₊₅₋₁₅), o número de espécies passou de 5 a 10. Nos demais tratamentos, a riqueza se manteve entre 8 e 11 espécies.

Os impactos dos tratamentos na composição florística foram quase imperceptíveis. A espécie dominante, em todos os tratamentos, foi a Catanduva, com 91% a 99% do volume (ABPH). Como consequência desta alta dominância de uma única espécie, o Índice de Shannon é muito baixo (de 0,05 até 0,43) e oscilante, apesar da riqueza ter aumentado ao longo do tempo. As espécies acompanhantes tiveram uma expressão mínima.

Tabela 6. Riqueza, Índice de Shannon (H') e número de espécies dominantes (somam 90% ou mais do ABPH) por tratamento e medição.

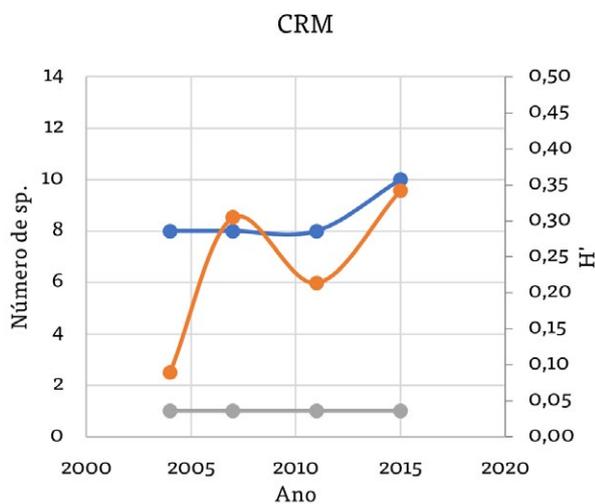
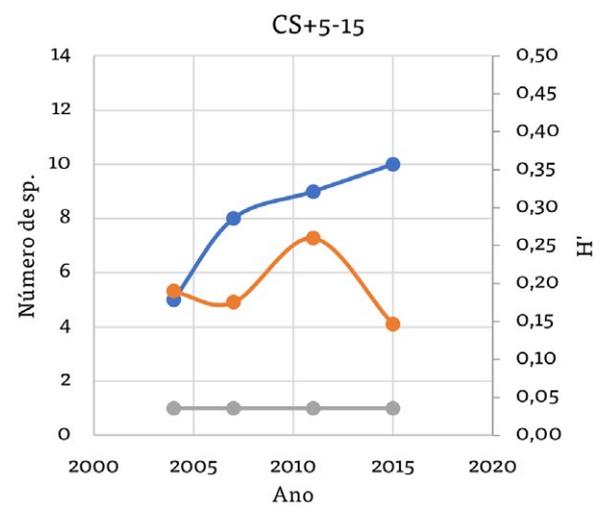
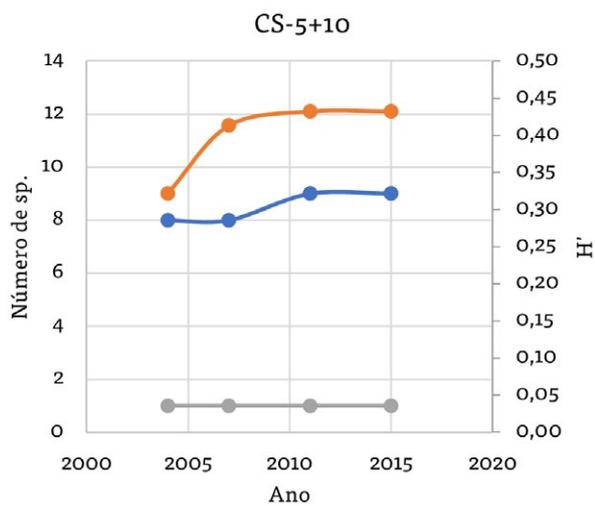
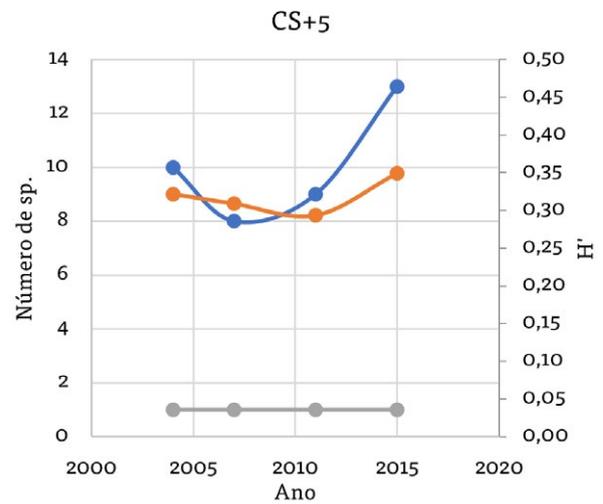
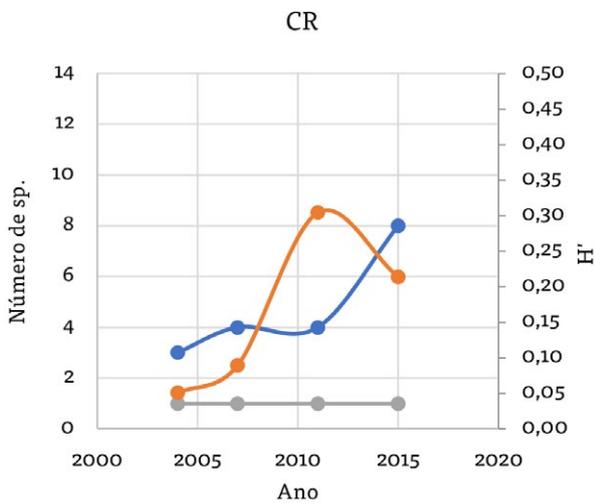
Tratamento: CR	2004	2007	2011	2015
Riqueza	3	4	4	8
H'	0,05	0,09	0,30	0,21
Spp. Dominantes	1	1	1	1
Tratamento: CS ₊₅				
Riqueza	10	8	9	13
H'	0,32	0,31	0,29	0,35
Spp. Dominantes	1	1	1	1
Tratamento: CS ₋₅₊₁₀				
Riqueza	8	8	9	10
H'	0,32	0,41	0,43	0,34
Spp. Dominantes	1	1	1	1
Tratamento: CS ₊₅₋₁₅				
Riqueza	5	8	9	10
H'	0,19	0,18	0,26	0,15
Spp. Dominantes	1	1	1	1

Tratamento: CRM				
Riqueza	8	8	8	10
H'	0,39	0,38	0,38	0,34
Spp. Dominantes	1	1	1	1

Tabela 7. Espécies dominantes para todos os tratamentos no período de 2004 a 2015.

2004		2007		2011		2015	
ESPÉCIE	DOM	ESPÉCIE	DOM	ESPÉCIE	DOM	ESPÉCIE	DOM
CR							
Catanduva	99%	Catanduva	98%	Catanduva	92%	Catanduva	96%
João-mole	1%	João-mole	1%	João-mole	7%	João-mole	3%
CS ₊₅							
Catanduva	93%	Catanduva	95%	Catanduva	95%	Catanduva	94%
Jucá	3%	Araçá	2%	JUCA	2%	João-mole	2%
CS _{-.5+10}							
Catanduva	94%	Catanduva	92%	Catanduva	92%	Catanduva	93%
Jurema-preta	2%	Marmeleiro	2%	Marmeleiro	2%	João-mole	2%
CS ₊₅₋₁₅							
Catanduva	96%	Catanduva	97%	Catanduva	95%	Catanduva	97%
Icó	3%	João-mole	1%	João-mole	2%	João-mole	2%
CRM							
Catanduva	92%	Catanduva	92%	Catanduva	91%	Catanduva	93%
João-mole	4%	João-mole	4%	João-mole	7%	João-mole	4%

Figura 13. Dinâmica da riqueza, Índice de Shannon e número de espécies dominantes nos cinco tratamentos ao longo de onze anos de medições sucessivas.



AZUL: Riqueza (número de espécies).

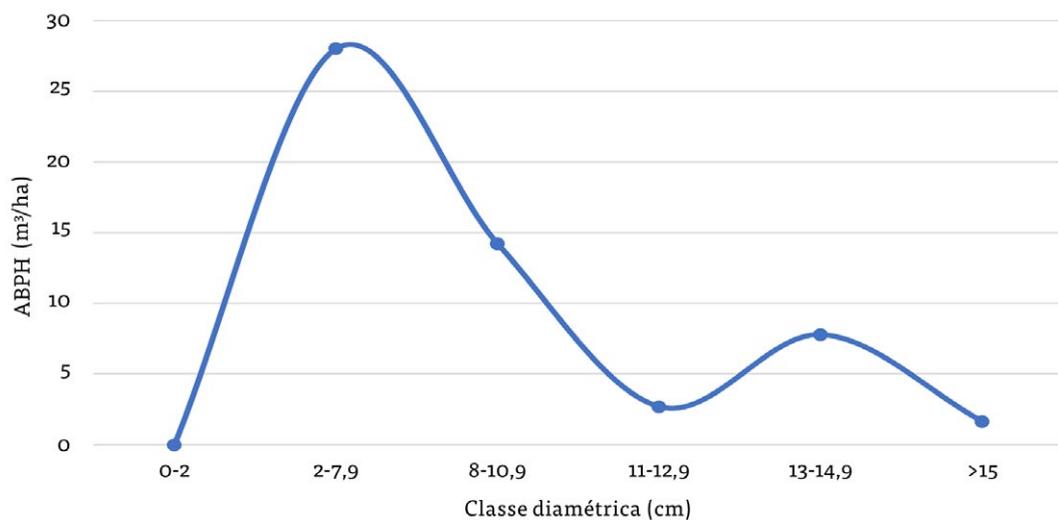
LARANJA: Índice de Shannon

CINZA: número de espécies dominantes

3.5. Distribuição diamétrica: situação pré-corte e dinâmica posterior

A vegetação original da Unidade Experimental era caracterizada por indivíduos, em sua maioria, com DAP menor que 12cm (Figura 14).

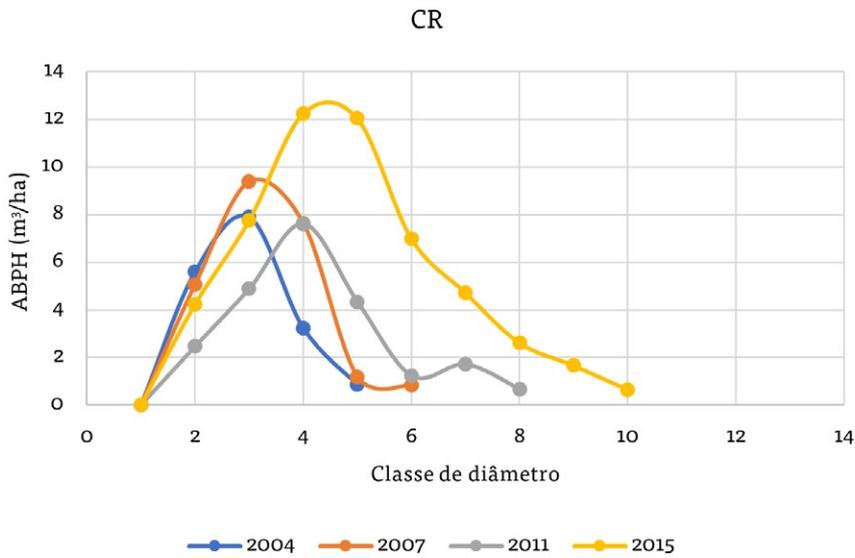
Figura 14. Distribuição diamétrica do volume pré-corte (ABPH, m³/ha) na UE Fazenda Recanto, segundo as classes do inventário florestal original (Fonte: Pareyn *et al.*, 2010).



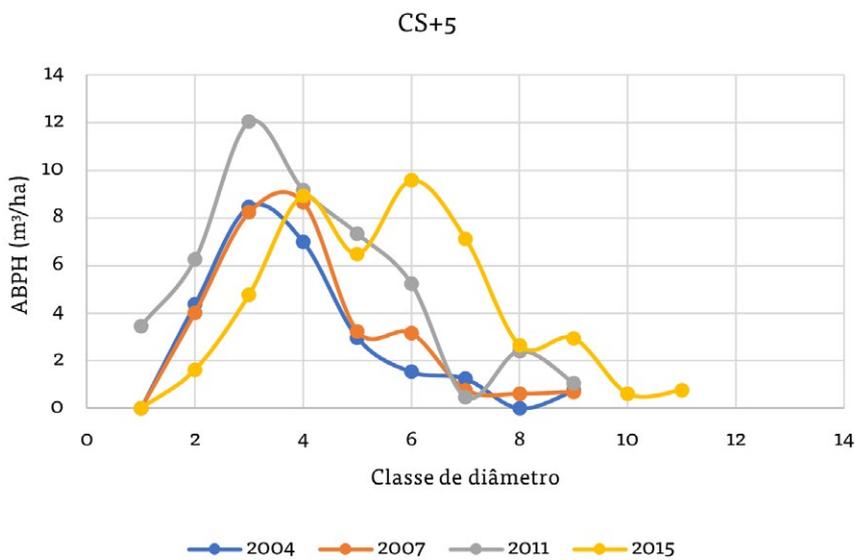
A distribuição do volume das árvores por classes de diâmetro foi influenciada pela aplicação dos tratamentos. Nos cortes seletivos foram cortadas somente as árvores pequenas, ou somente as árvores grandes, ou todas acima de um certo diâmetro mínimo, ou preservadas todas as intermediárias.

Outra diferença importante entre os tratamentos foi a decisão de conservar as árvores matrizes, o que determinou a persistência de árvores de maiores diâmetros na população. Os resultados estão apresentados na Figura 15.

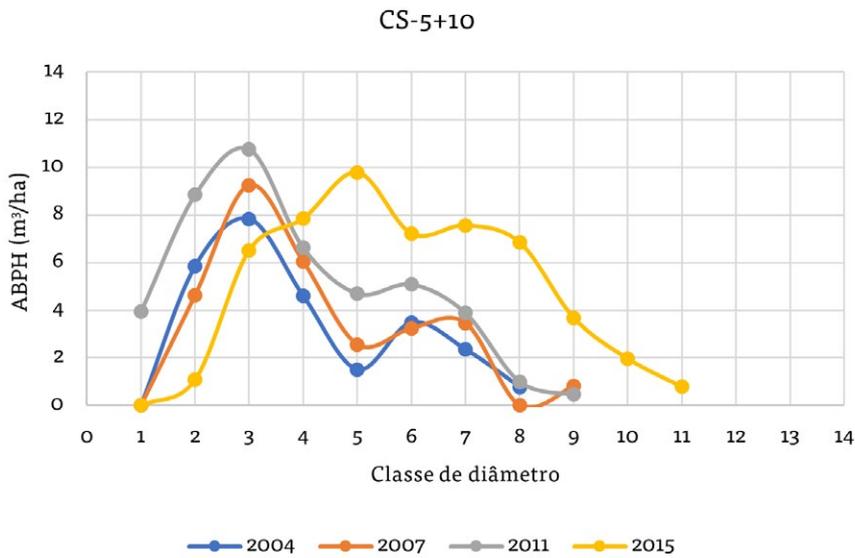
Figura 15. Distribuição do volume das árvores por classes de diâmetro nos diferentes tipos de corte.



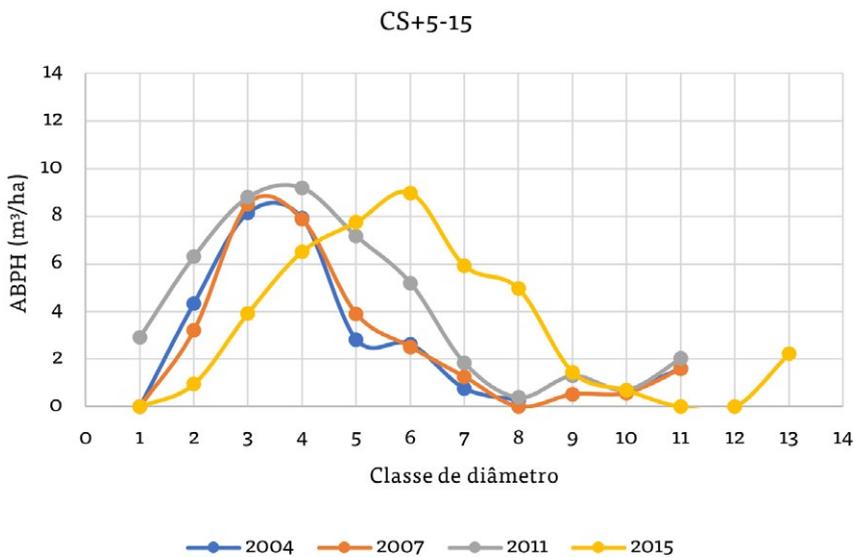
Houve deslocamento das curvas de distribuição diamétrica no sentido de diâmetros maiores com o decorrer do tempo. No ano 2015 quase todo o volume estava entre 2 e 9 cm de DAP.



O deslocamento das curvas no sentido de maiores diâmetros se repete. Em 2015 quase todo o volume estava entre 3 e 9 cm de DAP.

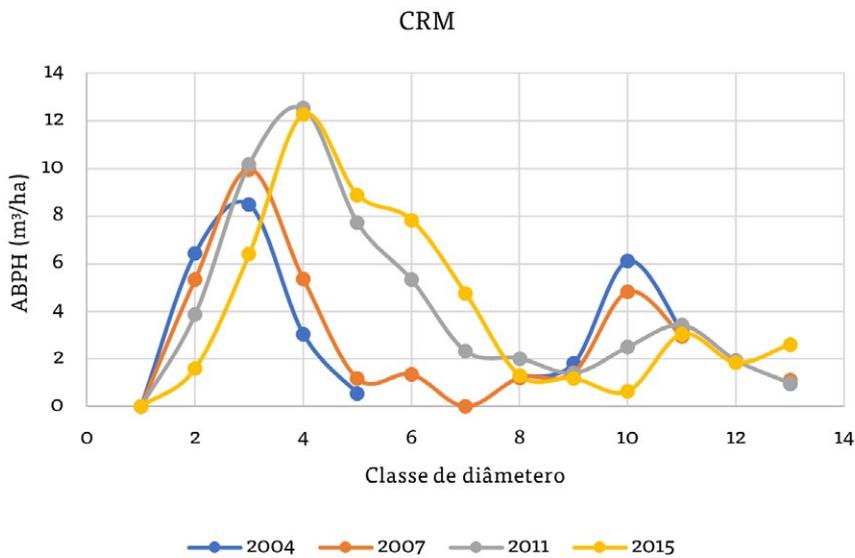


O fato de se ter preservado árvores intermediárias não mudou a distribuição por diâmetro. Em 2015 quase todo o volume estava entre 3 e 9 cm DAP.



O corte seletivo respeitando árvores matrizes não mudou a distribuição final dos diâmetros.

Em 2015 quase todo o volume está entre 3 e 9 cm DAP, e só uma pequena parte nas classes de DAP maiores (12 e 13 cm), sem volume acima de 13 cm.



A preservação de árvores matrizes quase não mudou a distribuição dos diâmetros na última data de medição. Em 2015 quase todo o volume estava entre 3 e 8 cm DAP. Uma pequena parte ficava em classes de DAP maiores (11, 12 e 13 cm).



4. RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DE PESQUISA

(a) Como variam a riqueza e diversidade do estrato arbóreo e da regeneração no tempo?

A riqueza do estrato arbóreo aumentou em todos os tratamentos ao longo do tempo. Contudo, o indicador de diversidade (Índice de Shannon) não teve variações significativas, porque a dominância da Catanduva foi sempre muito alta, inclusive na vegetação original. Os resultados da regeneração não foram avaliados nesse.

(b) Como variam as taxas de crescimento em função do tempo, do estoque original, do solo, e de outros fatores?

O único fator que pode ser avaliado nesta UE é o tempo após aplicação dos tratamentos. O IPA foi maior no período de 11 a 15 anos de idade, e depois caiu para valores menores ou negativos.

(c) É possível recuperar o estoque inicial dentro do ciclo de corte?

O estoque inicial foi igualado na idade de 11 anos e superado aos 15 anos.

(d) Como muda a distribuição da biomassa por classes de diâmetro ao longo do tempo?

A maior parte da biomassa lenhosa, conforme os dados iniciais, assim como dos do período avaliado, apresenta-se concentrada nas classes de diâmetro de 2cm até 7cm de DAP, com poucas diferenças entre tratamentos.

(e) É possível recuperar a distribuição diamétrica original dentro do ciclo de corte?

Não foi possível recuperar a distribuição diamétrica original até 15 anos após o corte.

(f) Qual a duração do ciclo que maximiza as taxas de crescimento e de acumulação de biomassa?

O período com máxima taxa de crescimento e maior velocidade de acumulação de biomassa, para o sítio avaliado, vai de 11 a 15 anos. Posteriormente ocorrem a redução do crescimento ou a redução da biomassa acumulada.

(g) Qual é o ciclo de corte ideal?

Para o sítio avaliado, o ciclo ideal para maximizar a acumulação de biomassa é menor que 15 anos, independentemente dos tratamentos. Contudo, a distribuição diamétrica com essa idade somente permite obter uma fração menor do volume em pé como estacas.



5. RECOMENDAÇÕES APLICÁVEIS NA PRÁTICA DO MFS

As mais claras recomendações derivadas desta UE são decorrentes da rejeição das hipóteses iniciais, visto que os tratamentos de corte seletivo não aumentaram a produtividade e que a preservação de árvores matrizes teve efeitos negativos sobre o crescimento, sem ter efeito notável sobre a regeneração e a biodiversidade pós-corte.

Neste tipo de caatinga, fortemente dominada por uma única espécie, a seletividade do corte por espécie não resulta aplicável; e a seleção por diâmetro não teve efeitos positivos. O corte raso, sem seleção de árvores foi o tratamento com maiores valores de crescimento líquido e com maior incorporação de novas espécies.

Não é recomendável, portanto, aplicar corte seletivo nem preservar árvores matrizes neste tipo de caatinga (vegetação com reduzido número de espécie e forte dominância de uma única espécie).

As taxas de crescimento encontradas na UE, com média de $3,0\text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$ (mínimo de 1,6 e máximo de 4,8) são muito similares às encontradas por Pareyn *et al* (2022) para a zona de Precipitação Média Anual $> 700\text{mm}$ ($2,8 - 5,1 \text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$). A região na qual se encontra esta Unidade é, portanto, muito favorável para a implementação do manejo florestal sustentável.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. 2013.
- PAREYN, F.G.C., RIEGELHAUPT, E.M., MARQUES, M.W.C.F., CRUZ FILHO, J.L.V., PEREIRA, W.E., ARAÚJO, E.L. A contribuição do manejo florestal da caatinga para a segurança energética: um estudo da produtividade de biomassa aérea. In: ARAÚJO, E.L., PAREYN, F.G.C. (Orgs.). **Manejo florestal sustentável da caatinga: contribuição para segurança energética, alimentar e hídrica**. Recife, APNE. 2022. p. 167-212.
- PAREYN, F.G.C., LIMA, K.C., MARQUES, M.W.C.F., RIEGELHAUPT, M.E. BACALINI, P. Dinâmica da regeneração da vegetação da Caatinga na Unidade Experimental PA Recanto III – Lagoa Salgada/RN. In: GARIGLIO, M.A. et al. (Orgs.). **Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da Caatinga. Serviço Florestal Brasileiro**. Brasília. 2010. p. 229-244.



**A DINÂMICA DA
VEGETAÇÃO DE CAATINGA
NA UNIDADE EXPERIMENTAL
DA FAZENDA FONSECA
FLORESTA (PE)**

Frans G. C. Pareyn | Enrique M. Riegelhaupt



1. INTRODUÇÃO

A Unidade Experimental (UE) Fazenda Fonseca foi instalada em 2006 em um plano de manejo comercial, no município de Floresta (PE). As medições foram feitas em parcelas permanentes seguindo o protocolo da RMFC.

O objetivo foi avaliar a regeneração após aplicação do corte raso e comparar os resultados com dados da vegetação das parcelas testemunhas, não cortadas. Originalmente, esta UE visou avaliar dois tratamentos distintos: (1) corte raso simples e (2) corte raso com controle da rebrota.

Na caatinga, após o corte, muitos tocos emitem rebrotas com um número alto de fustes (podendo chegar a 20 ou mais) (Figura 1). Nesses casos, as práticas silviculturais tradicionais recomendam reduzir o número de fustes visando concentrar o crescimento para que alcancem um tamanho comercial mais rapidamente (a exemplo do raleamento da rebrota de Eucalypto).

Figura 1. Rebrota de tocos na UE Fazenda Fonseca após corte raso.



Foto: Eliza R. G. M. Albuquerque

Porém, o controle de rebrota não foi realizado por ser pouco praticado, bastante oneroso e difícil de ser aplicado na prática do manejo florestal da caatinga. Logo, a UE foi submetida a um único tratamento silvicultural, o corte raso.

Perguntas de pesquisa que a Unidade Experimental pode responder.

Esta UE tem por finalidade responder às seguintes perguntas:

- (a) Como variam a riqueza e diversidade do estrato arbóreo e da regeneração, no tempo, nas áreas manejadas e não manejadas? É possível comparar tratamentos e testemunhas?
.....
- (b) Como variam as taxas de crescimento em função do tempo, do estoque original e de outros fatores?
.....
- (c) Quais são as taxas de crescimento, recrutamento e mortalidade?
.....
- (d) É possível recuperar o estoque inicial dentro do ciclo de corte estipulado?
.....
- (e) Como muda a distribuição da biomassa por classes de diâmetro ao longo do tempo?
.....
- (f) É possível recuperar a distribuição diamétrica original?
.....
- (g) Qual a duração do ciclo que maximiza as taxas de crescimento e de acumulação de biomassa?
.....
- (h) Qual é o ciclo de corte ideal?
.....

Hipóteses testadas

Nesta UE se aplicou um único tratamento: as parcelas foram submetidas ao corte raso com restrições, respeitando as espécies imunes ao corte e as impróprias para lenha, principalmente a Imburana-de-cambão.

A hipótese nula (H_0) foi que não existem diferenças no desenvolvimento da vegetação submetida ao corte raso em comparação com a vegetação das parcelas testemunhas.

A única variável controlada na UE é o tempo transcorrido desde o corte até o momento de sua medição. Não há, portanto, hipóteses sobre tratamentos silviculturais ou técnicas de manejo que possam ser testadas estatisticamente. Na análise e interpretação dos resultados, assume-se que a única variável independente é o tempo desde o corte.



2. METODOLOGIA

2.1. Desenho experimental: tratamentos e repetições, variáveis chave

O desenho experimental original constava de 4 blocos com duas repetições de cada tratamento em cada bloco. Ao todo, eram 24 parcelas (4 blocos x 2 repetições x 3 tratamentos) (Figura 2). Os tratamentos foram aplicados em áreas de 50m x 50m com parcela de medição central de 20m x 20m.

Figura 2. Delineamento experimental original da UE Fazenda Fonseca.

T2/2	T1/2	T2/2	T1/2	To/1	T2/1	To/1	T2/1
T1/1	To/2	T1/1	To/2	T1/1	T2/2	To/2	T2/2
T2/1	To/1	T2/1	To/1	To/2	T1/2	To/2	T1/2

Com a não aplicação do tratamento “controle de rebrota”, ficaram apenas o tratamento “Corte raso” (T1) e a “Testemunha” (To) (Figura 3).

Figura 3. Delineamento experimental final da UE Fazenda Fonseca.

T1/2	T1/2	T1/1	T1/2	T1/1	T1/2	T1/2	T1/1
T1/1	To/2	To/1	T1/1	To/1	T1/1	To/2	T1/2
T1/1	To/1	T1/2	To/2	T1/2	To/2	To/1	T1/1

A Figura 4 apresenta algumas imagens da vegetação do local da Unidade e das fases de implementação do experimento.

Figura 4. Imagens da área experimental pré-corte e da instalação da Unidade.



Foto: Banco imagens APNEe

As variáveis chave consideradas são:

SÍMBOLO	NOME	UNIDADE	FONTE
N	Número de fustes com CAP > 6 cm	n/ha	medida
CAP	Circunferência na Altura do Peito	cm	medida
DAP	Diâmetro na Altura do Peito	cm	calculada
ABP	Área Basal no Peito	cm ²	calculada
H	Altura	m	medida
ABPH	Volume cilíndrico	m ³	calculada
SPP	Espécie, nome vulgar		observada
CD	Classe de Diâmetro (do DAP)	cm	calculada
Ingresso	Novos indivíduos na população	n/ha	medido
Egresso	Indivíduos mortos ou desaparecidos	n/ha	medido

2.2. Medições realizadas, protocolo adotado, período estudado.

As medições foram realizadas em 2006 (pré-corte), 2009 (3 anos), 2015 (9 anos) e 2022 (16 anos), seguindo o Protocolo de Medições da RMFC. Assim, pode-se avaliar a dinâmica das variáveis individualmente em cada parcela desde a situação original até 16 anos de idade. Para efeito de cálculo do IMA, considerou-se que a vegetação pré-corte tinha 40 anos sem intervenção.

2.3. Localização da UE, vegetação, solos e clima.

A Unidade Experimental foi implantada na Fazenda Fonseca (Floresta - PE), na área do Plano de Manejo Florestal Sustentável (Figura 5).

Figura 5. Localização da UE Fazenda Fonseca, município de Floresta - PE.

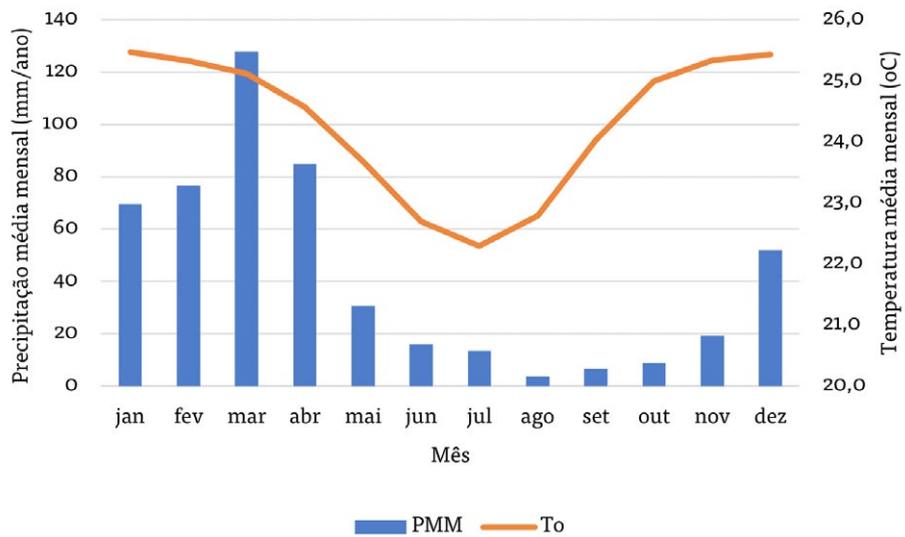


A unidade experimental apresentava densidade média de mil árvores por hectare e área basal no peito média de $7,7\text{m}^2/\text{ha}$. O volume estimado era de $120\text{st}/\text{ha}$.

Ao todo foram encontradas 25 espécies das quais as dominantes eram: Catanduva (*Piptadenia moniliformis* Benth.), Imburana-de-cambão (*Commiphora letophloeos* (Mart.) J.B.Gillett), Catingueira (*Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis), Maniçoba (*Manihot glaziovii* Muell.Arg.) e Favela (*Cnidocolus phyllacanthus* (Mull.Arg.) Pax&L.Hoffm.). O índice de Shannon para espécies arbóreas foi de 1,393 considerando toda a UE.

O relevo na área da UE é plano e o solo é classificado como Argissolo Amarelo Eutrófico típico, A moderado, textura média/argilosa. O clima no município de Floresta é do tipo BSh na classificação de Köppen, descrito como clima semiárido quente (ALVARES *et al.*, 2013). A média anual de temperatura situa-se em torno de 24°C , enquanto a precipitação média anual é de aproximadamente 510mm (Figura 6). A evapotranspiração potencial é de 1.560mm, ficando um déficit hídrico estimado em 1.000mm. O trimestre mais chuvoso corresponde aos meses de fevereiro, março e abril.

Figura 6. Climograma do município de Floresta/PE.





3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Dinâmica do estoque

3.1.1. Dinâmica de N (número de fustes vivos).

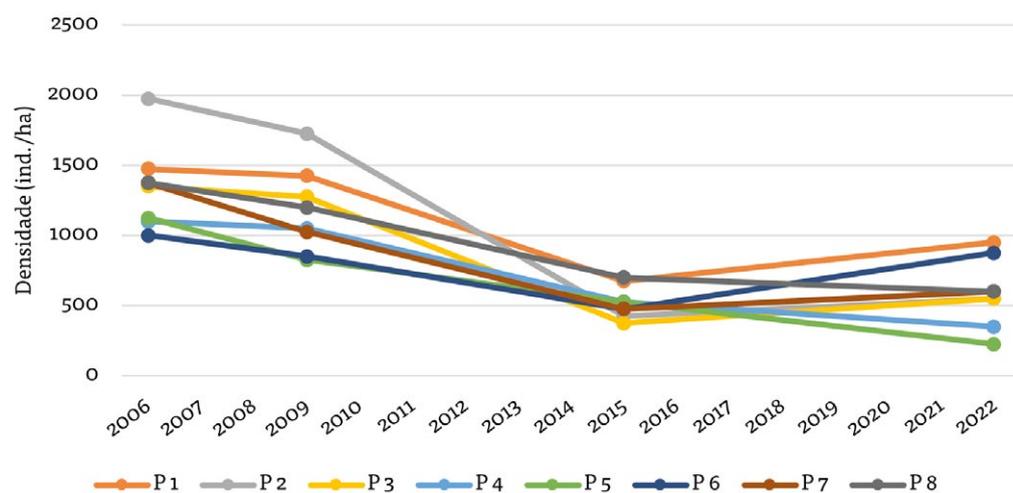
O número de fustes é apresentado na Tabela 1 e na Figura 7.

Tabela 1. Médias e Desvio Padrão de N na UE Floresta.

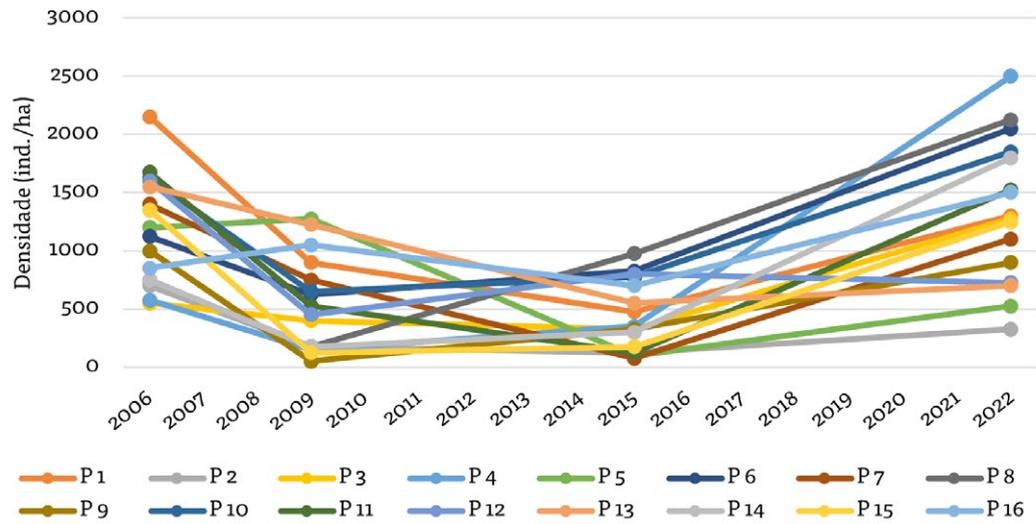
	2006	2009	2015	2022
To	1347	1172	522	588
DP	303	303	114	241
T1	1178	544	438	1341
DP	468	405	298	619

Figura 7. Dinâmica de N (fustes/ha) na UE Floresta de 2006 a 2022.

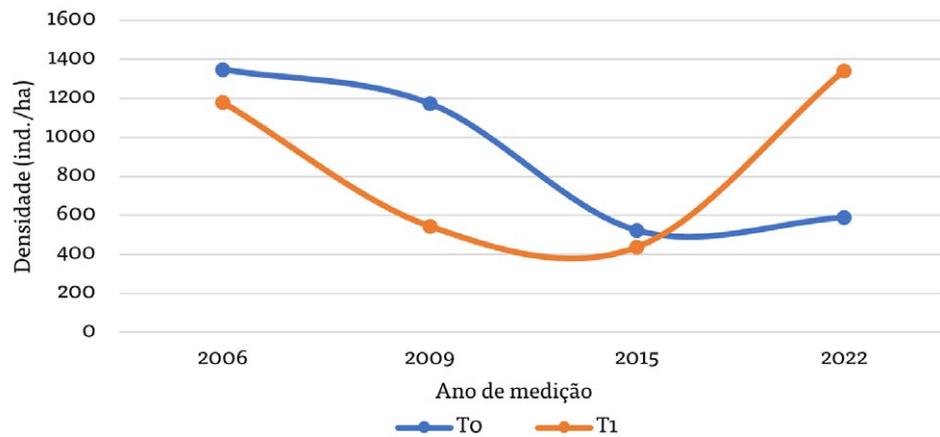
Parcelas Testemunha

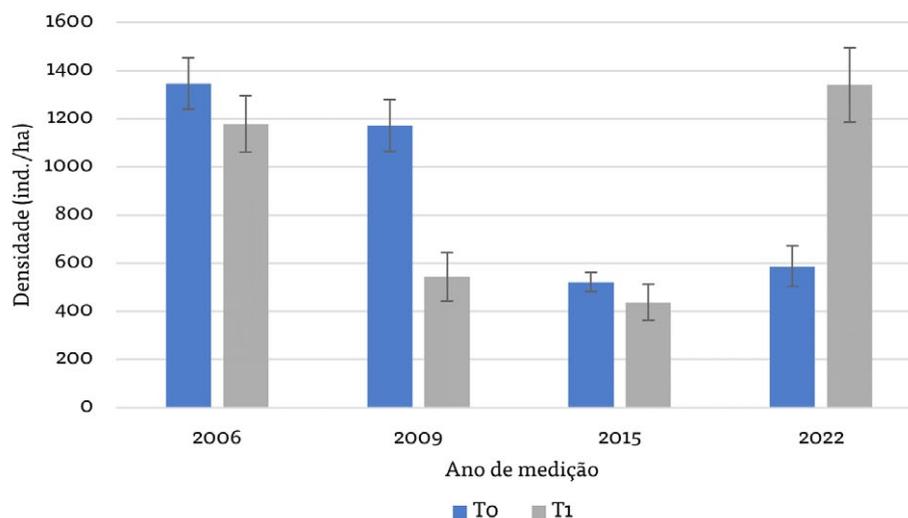


Parcelas Corte raso



Média para Testemunha (T0) e Tratamento (T1)





No To houve alta mortalidade e a média de N caiu de 1.300 para 500 fustes/ha, com mínima recuperação no último período até uma média de 600 fustes/ha. As causas aparentes foram o sobrepastoreio - por excessiva carga animal - e a seca extraordinária do período 2011-2015. O número de fustes aumentou levemente no último período, indicando que o recrutamento superou a mortalidade.

No T1, houve queda inicial de N, de 1.000 - 1.500 fustes/ha para 400 - 500 fustes/ha pelo efeito do corte raso. Posteriormente, o valor de N aumentou e igualou ou superou o nível pré-corte em 2022, o que não aconteceu no To. Contudo, houve grande variação da densidade entre parcelas ao longo do tempo (Figura 7) e as diferenças entre médias provavelmente não foram significativas em 2009 e 2015.

3.1.2. Dinâmica da Área Basal (ABP)

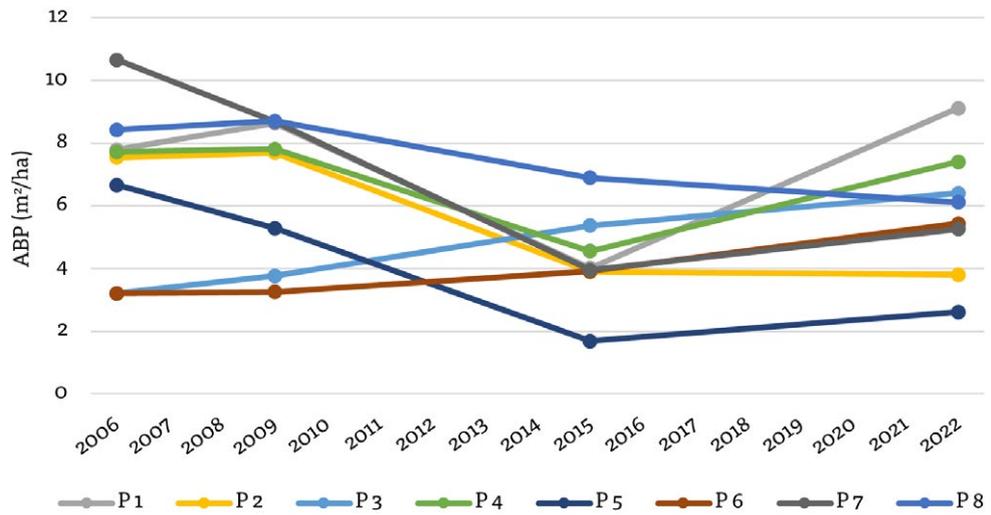
Os resultados da área basal (ABP) são apresentados na Tabela 2 e na Figura 8.

Tabela 2. Médias e Desvio Padrão de ABP (m²/ha) na UE Floresta.

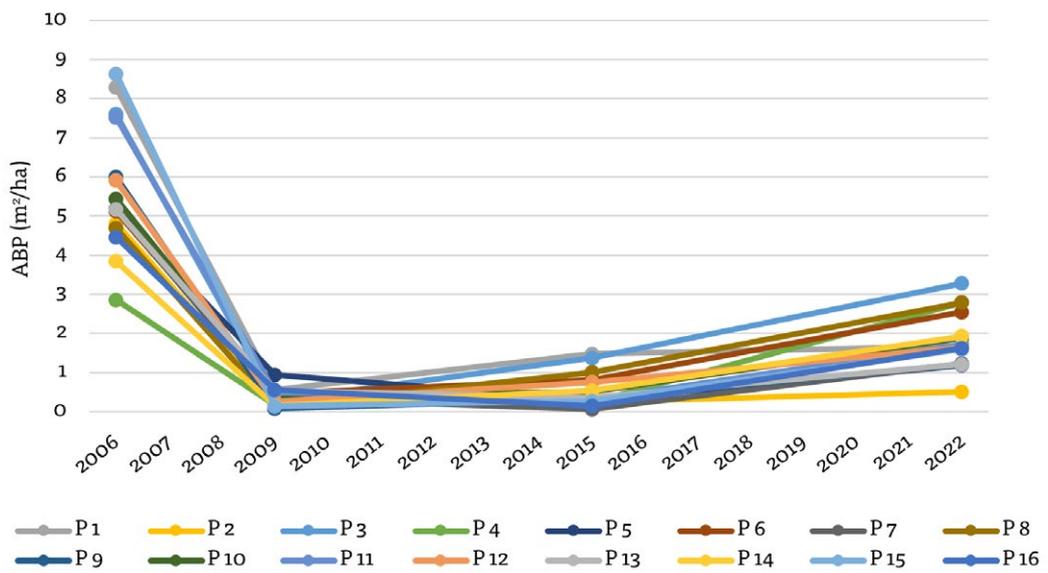
	2006	2009	2015	2022
To	6,9009	6,7294	4,2824	5,7667
DP	2,5538	2,2810	1,4790	2,0211
T1	5,6669	0,3559	0,5444	1,7981
DP	1,6009	0,2271	0,4263	0,7263

Figura 8. Dinâmica de ABP (m²/ha) na UE Floresta de 2006 a 2022. Barras de erro indicam o erro padrão das médias

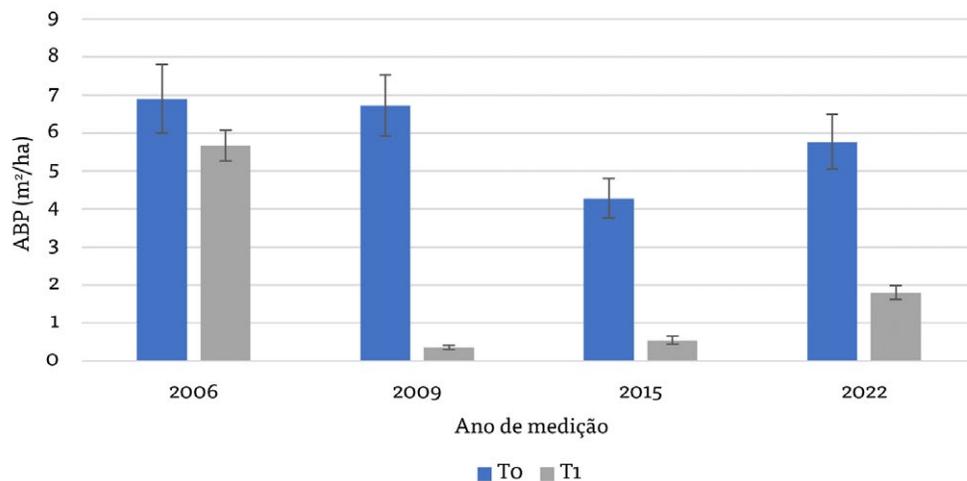
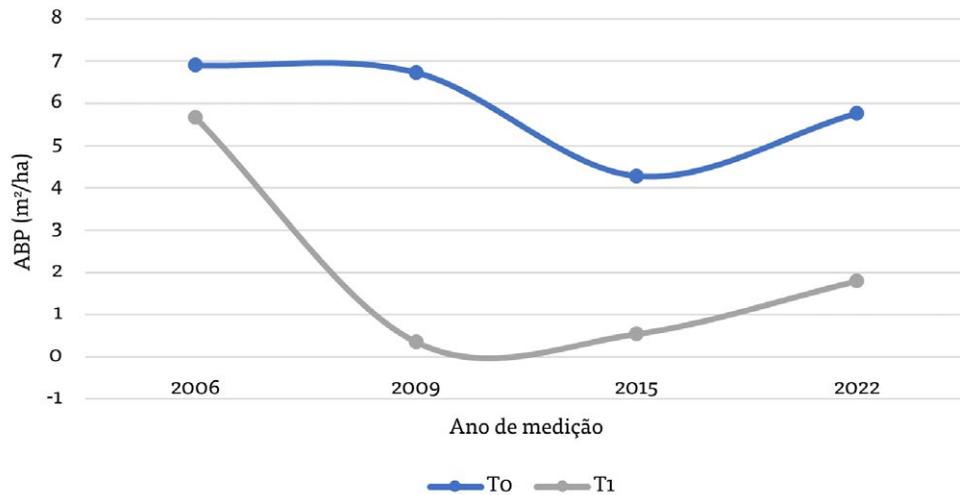
Parcelas Testemunha



Parcelas Corte raso



Média para Testemunha (To) e Tratamento (T1)



No To houve redução da ABP (em torno de 35%) entre 2009 e 2015, provavelmente provocada pela seca excepcional entre 2012 e 2015. Houve uma recuperação parcial entre 2015 e 2022.

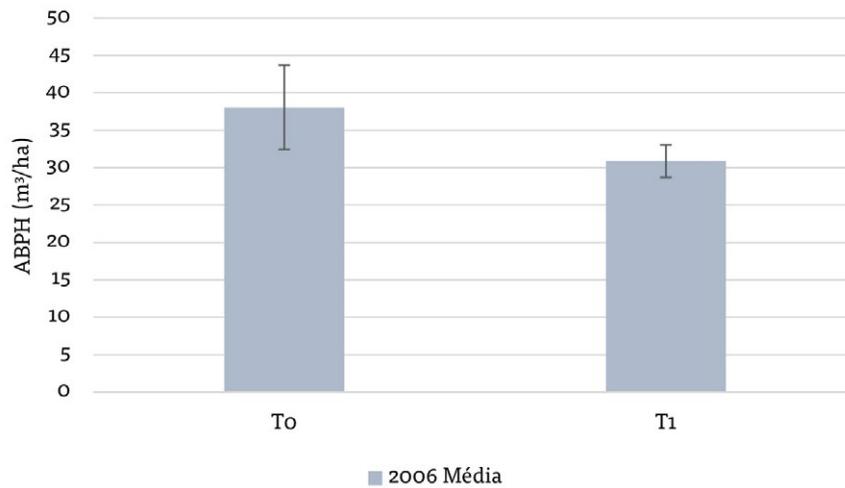
No T1, após o corte raso, a recuperação da ABP ocorreu lentamente no período de 2009 a 2015 e mais rapidamente entre 2015 e 2022. Ainda assim, em 2022 (aos 16 anos), a ABP do tratamento Corte Raso atinge apenas 35% em média da ABP original, variando entre 11% e 98%. A variabilidade entre parcelas é muito alta.

3.1.3. Dinâmica do volume cilíndrico

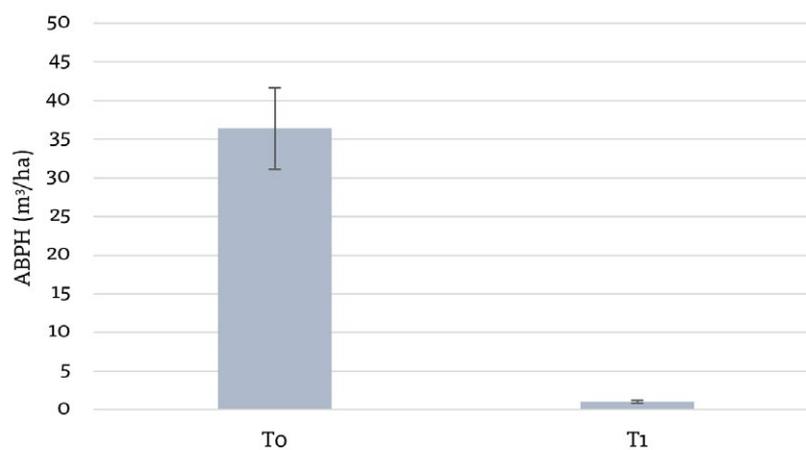
A dinâmica do volume cilíndrico (ABPH) é apresentada nas Figuras 9 e 10.

Figura 9. Dinâmica da ABPH (m³/ha) de 2009 a 2022 (média e EP).

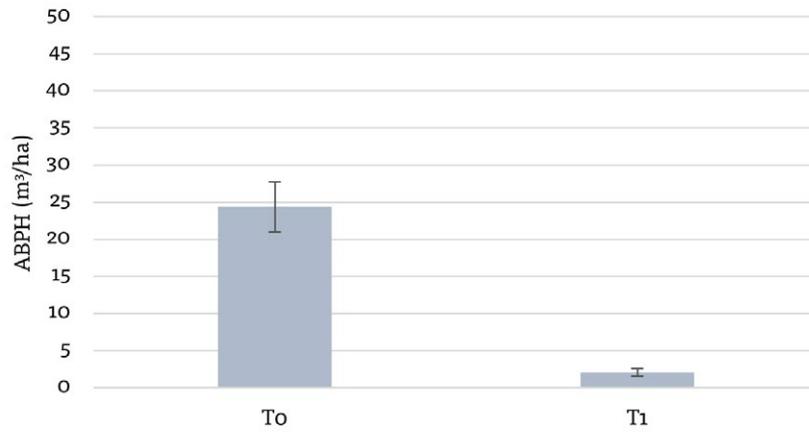
2006 – Situação pré-corte



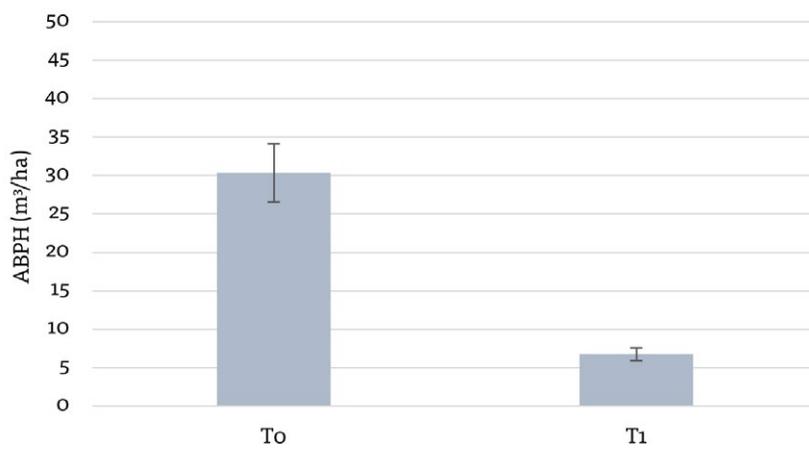
2009 – Idade = 3 anos



2015 – Idade = 9 anos

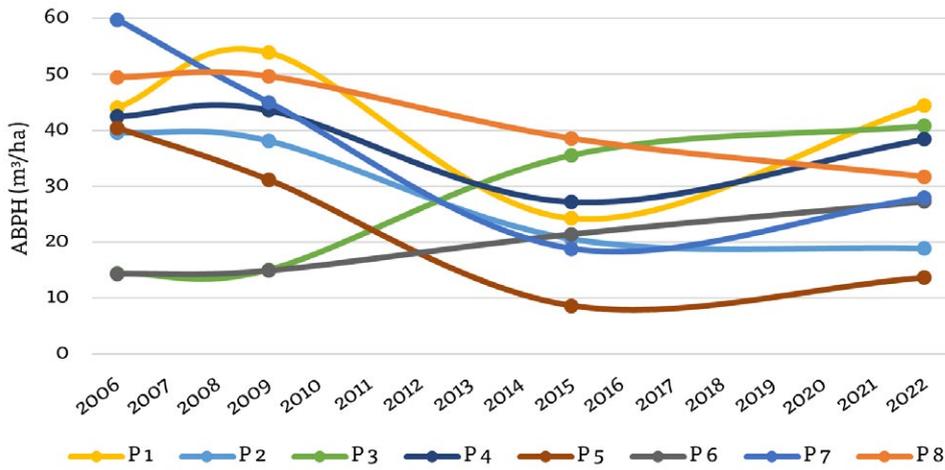


2022 – Idade = 16 anos



Analisando a dinâmica do ABPH é possível identificar padrões bem diferenciados de crescimento em algumas parcelas.

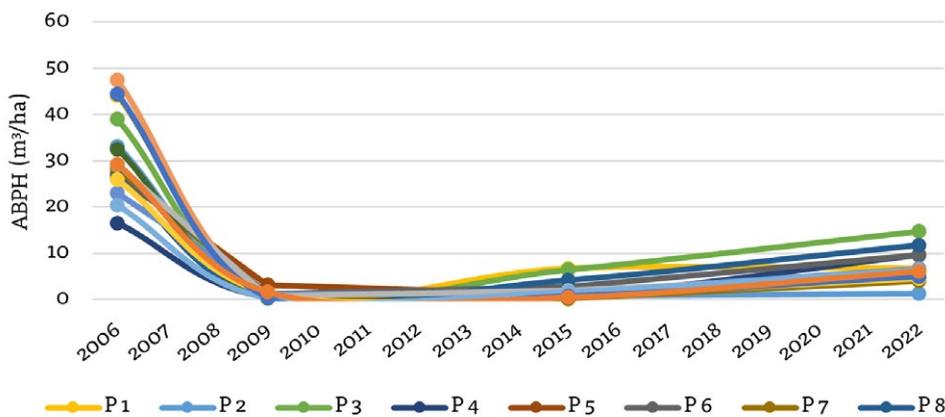
Figura 10. Dinâmica do estoque (ABPH, em m³/ha) por parcela, de 2006 a 2022.



To (Testemunha).

Dois parcelas, de estoque inicial muito baixo, tiveram aumento contínuo.

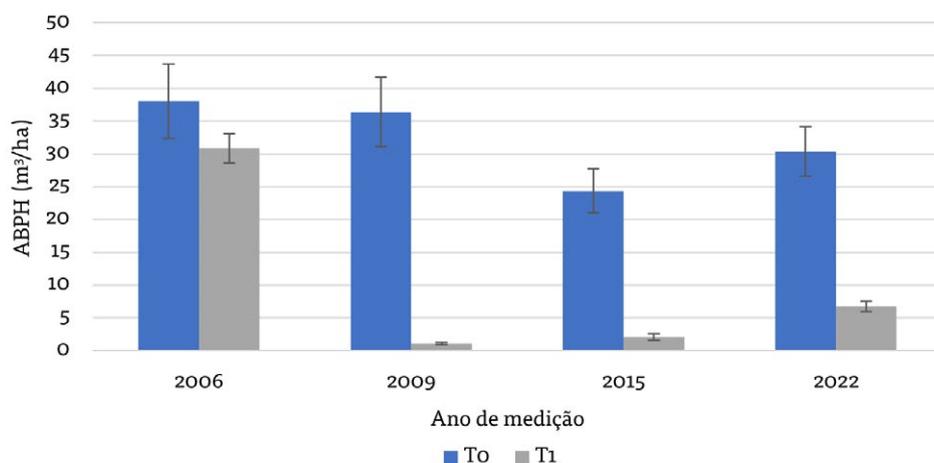
Dois parcelas perderam estoque continuamente. Quatro perderam e depois recuperaram.



T1 (Corte Raso)

Todas as parcelas aumentaram muito pouco seus estoques de 2009 para 2015.

O aumento de 2015 para 2022 foi maior, com diferenças menores entre parcelas.



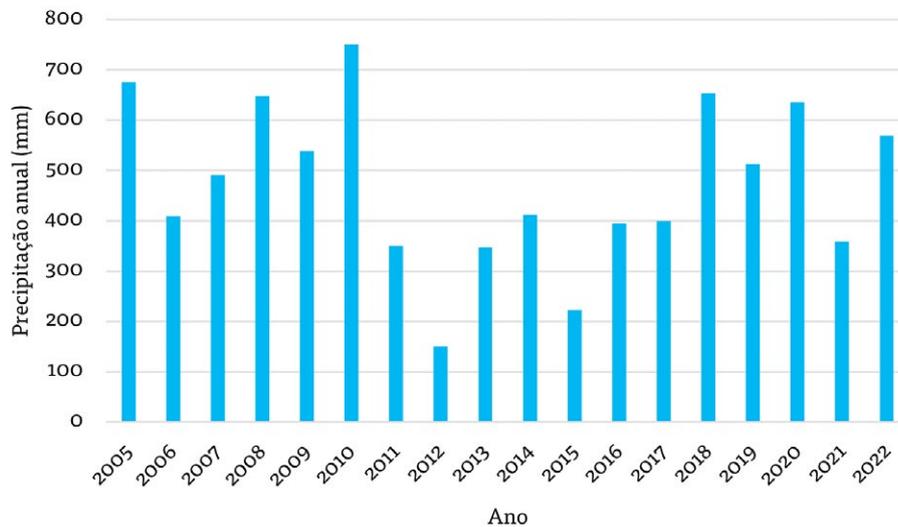
As barras de erro indicam maior heterogeneidade na dinâmica do estoque no To do que no T1. O maior número de parcelas de T1 também contribuiu para reduzir o EP.

Em 2006, o estoque inicial (volume cilíndrico) não era estatisticamente diferente nos dois tratamentos, com ABPH de 38m³/ha e 31m³/ha. Em 2009, três anos depois da aplicação do corte raso, o estoque era muito baixo nas parcelas do tratamento T1. No To (sem corte), o estoque caiu em 2009 e ainda mais em 2015, provavelmente pela alta mortalidade devida à carga animal presente no local e pela seca extraordinária de 2012 a 2015. Estas mesmas razões podem explicar também o crescimento muito lento nas parcelas de T1. Em 2022, o estoque do To foi bem maior que em 2015, e aumentou notavelmente em T1. As chuvas registradas no período 2015-2022 foram favoráveis para o crescimento.

Os estoques pré-corte em 2006 eram de 38m³/ha em To e 31m³/ha em T1, com diferenças não significativas. Em 2022 o estoque médio era de 30m³/ha nas testemunhas e de 7m³/ha no tratamento de corte raso (Figura 10), com diferença muito significativa.

Duas causas podem ter contribuído para a redução dos estoques: alta pressão do pastoreio (evidentes pela forte erosão em sulcos, alta densidade de excrementos e muitas cascas de árvores roídas e arrancadas como observado nas medições de 2006 e 2015), e a seca excepcional de 2012 a 2015 (Figura 11). Aparentemente, o gado foi retirado da UE nos últimos anos. Isso, aliado a uma série de anos com chuvas abundantes, pode ter acelerado o crescimento das árvores sobreviventes e gerado o grande aumento de número de fustes verificado no último período.

Figura 11. Precipitação anual no período de 2006 a 2022 no município de Floresta/PE.



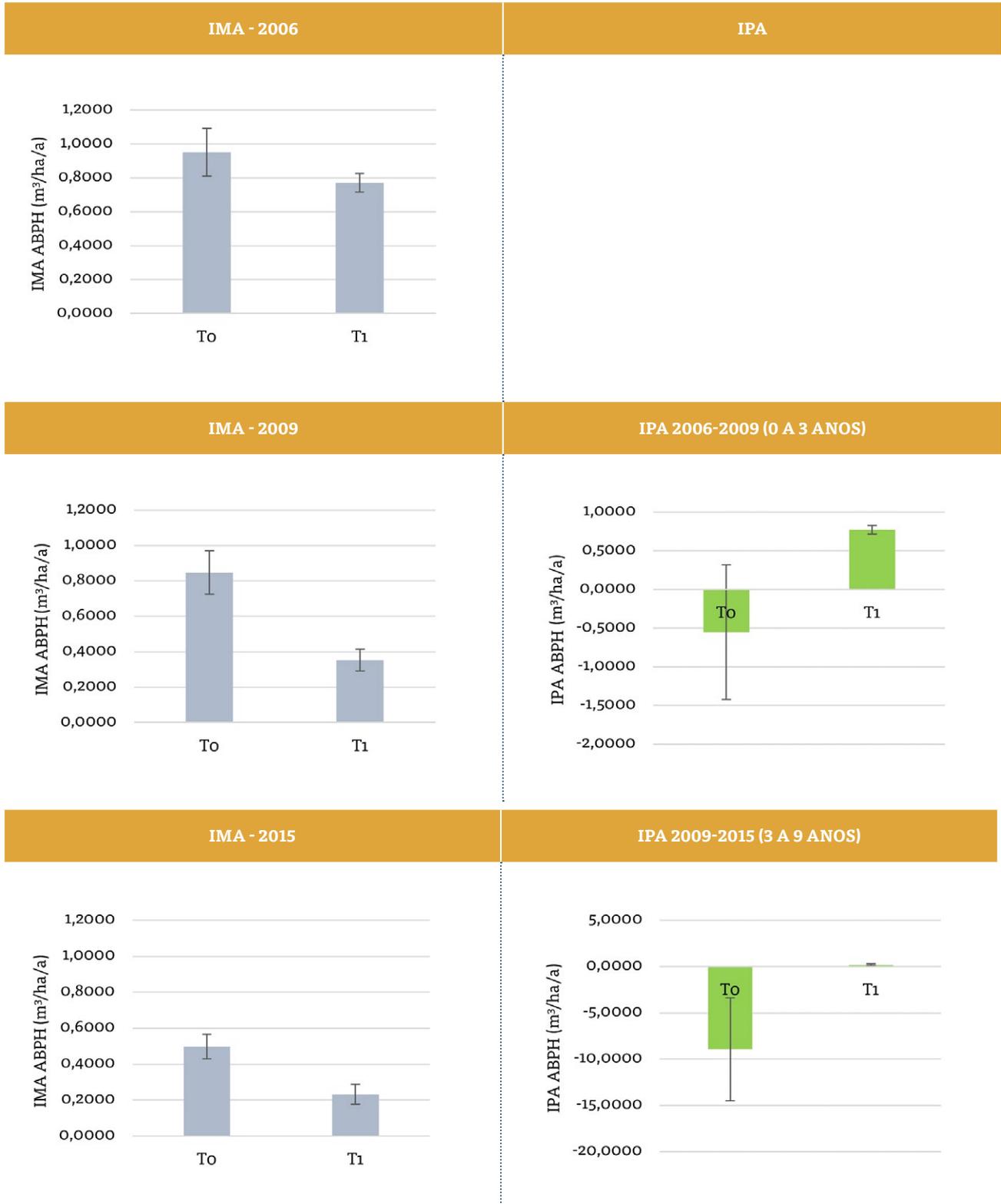
(Fonte APAC, 2022)

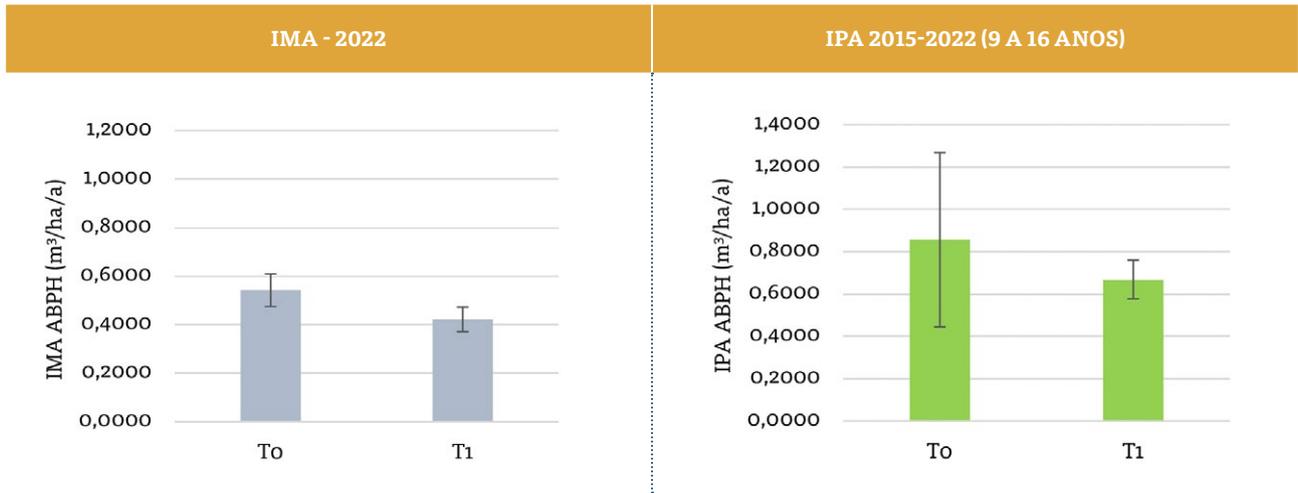
Também é interessante notar que no To, as duas parcelas com mais baixos níveis de estoque (aproximadamente $14\text{m}^3/\text{ha}$) no momento de instalar a UE, foram as únicas que experimentaram crescimento ao longo dos 16 anos de medição. Ao contrário, as parcelas com estoques iniciais altos (de $40\text{m}^3/\text{ha}$ a $60\text{m}^3/\text{ha}$) perderam consistentemente volume. Este fato reafirma o princípio de que o estoque de biomassa da caatinga sem intervenção silvicultural não é constante no tempo, já que fenômenos naturais como uma seca extraordinária e/ou outras pressões antrópicas como o superpastoreio, podem gerar alta mortalidade e reduzir a quantidade de biomassa lenhosa em pé.

3.2. Dinâmica de IMA e IPA

O IMA do To foi sempre maior que zero, porém isso não significa que existiu crescimento do estoque, porque o IMA é o quociente entre estoque e idade (dois números maiores que zero), que somente pode resultar em um número real positivo. O IPA do To foi negativo (menor que zero) nos dois períodos iniciais (2006-2009, 2009-2015) e positivo em 2015-2022 (Figura 12). No tratamento de Corte Raso, o IPA foi positivo nos três períodos, ainda que não significativo no período de 2009-2015.

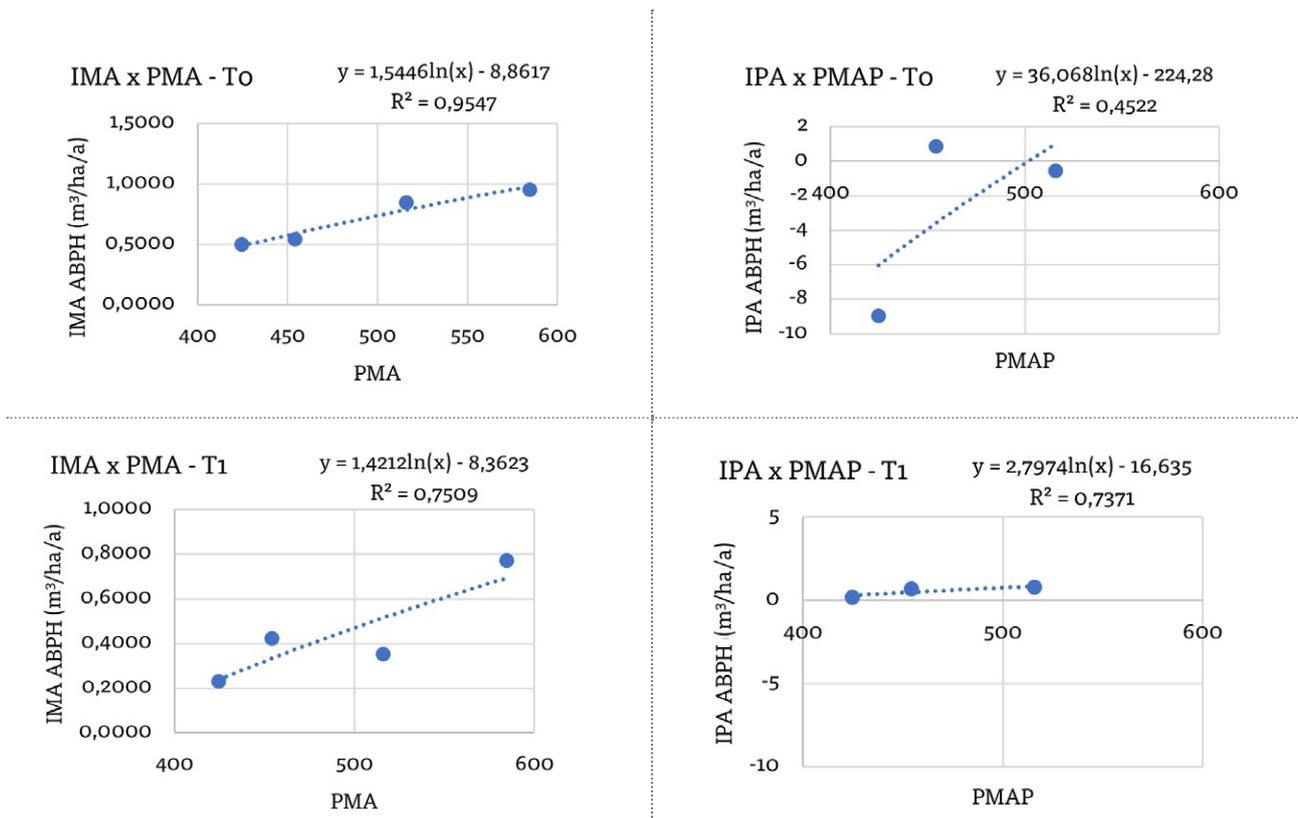
Figura 12. IMA (esquerda) e IPA (direita) (m³/ha/a) nas testemunhas e tratamentos da UE Floresta, de 2006 a 2022. Barras indicam o EP.





Para testar preliminarmente a hipótese de que pode existir uma relação direta entre a precipitação média anual e o crescimento nos mesmos períodos, foi realizada uma análise de regressão, cujos resultados se apresentam na Figura 13.

Figura 13. Análise de regressão para avaliação da relação entre a precipitação média anual (PMA) e o crescimento da floresta (IMA e IPA).



Os valores de R^2 nas regressões são bastante altos, indicando forte correlação entre os indicadores de crescimento e a PMA nos 3 períodos analisados. As inclinações das retas de regressão são positivas, sugerindo que os períodos com maiores valores de PMA também apresentam maiores crescimentos. Porém, é importante destacar que somente existem dados de crescimento para calcular o IPA de três períodos: de três, seis, e sete anos, com valores de PMA de 516mm/ano, 425mm/ano e 454mm/ano, e que os valores do IMA foram fortemente influenciados pela alta idade inicial e um IPA negativo no T_0 .

3.3. Recuperação do estoque inicial

Um dos conceitos mais discutidos sobre o manejo florestal da caatinga refere-se à recuperação do estoque inicial, muitas vezes postulado como fator fundamental para a sua sustentabilidade. A UE Floresta permite uma análise bem interessante e detalhada sobre este aspecto uma vez que dispõe de parcelas Testemunhas (sem intervenção) e parcelas de Corte Raso com dados individuais desde a situação pré-corte até 16 anos após a intervenção.

A dinâmica do N, ABP e ABPH demonstra que os estoques nas parcelas Testemunha variaram ao longo do tempo, mesmo sem extração de madeira. Evidentemente, outros fatores, como o pastoreio extensivo e a ocorrência de seca intensa, influenciaram esses estoques. Considerando que não havia diferença estatística para os principais indicadores (N, ABP e ABPH) na situação pré-corte, há duas formas de avaliar a “recuperação do estoque”:

- (1) Expressando estoques por parcela em relação ao seu estoque em 2006;
.....
- (2) Relacionando estoque médio do tratamento com o da Testemunha em 2022
.....

A Tabela 3 apresenta a relação dos estoques em 2022 e em 2006 para as três variáveis chave.

Tabela 3. Estoques em 2022 em relação ao ano 2006 para cada parcela da UE Floresta

PARCELA	N	ABP	ABPH
P 1	64%	117%	101%
P 2	28%	50%	48%
P 3	41%	200%	284%
P 4	32%	96%	90%
P 5	20%	39%	34%
P 6	88%	170%	190%
P 7	44%	49%	47%
P 8	44%	73%	64%

PARCELA	N	ABP	ABPH
Média de testemunhas	45%	99%	107%
P 1	60%	20%	15%
P 2	46%	11%	4%
P 3	232%	43%	38%
P 4	435%	98%	58%
P 5	44%	23%	18%
P 6	182%	50%	35%
P 7	79%	24%	14%
P 8	283%	59%	45%
P 9	90%	20%	15%
P 10	114%	34%	29%
P 11	91%	23%	14%
P 12	45%	28%	18%
P 13	45%	23%	18%
P 14	240%	50%	32%
P 15	93%	18%	11%
P 16	176%	36%	21%
Média de tratamentos	141%	35%	24%

Observa-se o seguinte comportamento:

- > Nas parcelas testemunha, em 2022 o número de fustes caiu para apenas 45% do número em 2006; ABP e ABPH mantiveram praticamente o mesmo estoque médio de 2006, porém com alta variabilidade entre parcelas: de 39% a 200% para ABP e de 34% a 284% para ABPH.
- > No tratamento de Corte Raso, em 2022, o número de fustes passou em média para 141% do número em 2006, porém, novamente com alta variabilidade (44% a 435%). Por outro lado, a recuperação da ABP e ABPH atingiu apenas 35% e 24% em média, com menor variabilidade (de 1% a 98% para ABP e de 4 a 58% para ABPH).

A Tabela 4 apresenta os resultados da comparação das médias do Tratamento T1 em 2022 com a Testemunha T0 em 2022. A recuperação dos estoques, nessa análise, não resulta muito diferente da análise anterior uma vez que, na Testemunha, apenas o número de fus-

tes se apresentou com valores diferentes em 2022. A recuperação da ABP e ABPH também está em torno de 31% e 21%, respectivamente.

Tabela 4. Resultados das variáveis chave para T0 e T1 em 2022 na UE Floresta.

2022	T0	T1	%
N	588	1341	228%
ABP	5,7667	1,7981	31%
ABPH	30,3617	6,7505	22%

3.4. Dinâmica da diversidade

A Tabela 5 apresenta a dominância (% de ABPH), Índice de Shannon, Riqueza e número de espécies dominantes nos anos 2006, 2009, 2015 e 2022. Os dados completos da dominância para todas as espécies são apresentados no Anexo I.

Tabela 5. Dominância (% de ABPH), Índice de Shannon, Riqueza e número de espécies dominantes na UE Floresta, de 2006 a 2022.

2006	T0	T1	2009	T0	T1
Catanduva	62%	64%	Catanduva	61%	27%
Imburana-de-cambão	23%	11%	Imburana-de-cambão	24%	1%
Catingueira	4%	11%	Maniçoba	5%	35%
Orelha-de-onça	5%	7%	Marmeleiro		17%
Shannon	1,16	1,27	Faveleira		7%
Riqueza	16	14	Jurema-branca		5%
Dominantes	3	4	Shannon	1,15	1,63
			Riqueza	13	10
			Dominantes	3	5

2015	T0	T1
Catanduva	78%	41%
Imburana-de-cambão	12%	32%
Maniçoba		11%
Orelha-de-onça		6%
Catingueira		5%
Shannon	0,80	1,24
Riqueza	10	10
Dominantes	2	5

2022	T0	T1
Catanduva	65%	56%
Imburana-de-cambão	27%	9%
Catingueira		9%
Maniçoba		7%
Orelha-de-onça		7%
Jurema-branca		5%
Shannon	0,95	1,39
Riqueza	15	14
Dominantes	2	6

No T0, a espécie mais importante, Catanduva, manteve a sua alta dominância ao longo do tempo. Em T1, a Catanduva reduziu a sua dominância em 2009 e 2015, porém a recuperou em 2022. Imburana-de-cambão se manteve no segundo lugar desde 2006 até 2022. Outras espécies mostraram dominância muito menor.

A riqueza variou de 16 a 15 espécies no T0 e de 10 a 14 no T1. O índice de Shannon foi decrescente no decorrer do tempo para T0 e sempre maior no tratamento Corte Raso que na testemunha.

Os efeitos observados são:

- > **aumento do número de espécies arbóreas no tratamento e manutenção da riqueza na testemunha;**
- > **redução da dominância das espécies mais abundantes no tratamento, gerando maiores (e crescentes) valores do Índice de Shannon no T1 quando comparados com a testemunha.**

A Tabela 6 analisa com maior detalhe a dominância em nível de parcela e tratamento, no ano de 2022. A espécie dominante é Catanduva, com valores de 46%; 56%; e 73%.

No T0, duas espécies (Catanduva e Imburana-de-cambão) somam 92% da dominância. Catingueira está em 3º lugar no T0 e no 2º lugar em T1. A Orelha-de-onça aumentou a sua do-

minância no T1. Comparando com a situação pré-corte, o padrão de dominância muda pouco, ainda que a dominância esteja distribuída em mais espécies no tratamento Corte Raso.

Tabela 6. Dominância por Tratamento e por Parcela.

T0	P 1-3	P 2-2	P 2-4	P 3-3	P 3-4	P 5-1	P 6-1	P 6-2	MÉDIA
Catanduva	42%	80%	81%	69%	100%	57%	33%	75%	65%
Imburana-de-cambão	54%	19%	11%	23%		2%	61%	23%	27%
Catingueira			8%			34%		2%	5%
Maniçoba				3%		6%	3%		1%
Pinhão				2%		2%	2%		1%
Jurema-branca	3%	1%							1%
Pau-besouro		0%		2%					0%
Indeterminada ²	1%								0%
Moleque-duro			1%	0%					0%
Carqueija	0%								0%
Alecrim							0%		0%
Caatinga-branca	0%								0%
Orelha-de-onça				0%					0%
Marmeleiro	0%								0%
Faveleira						0%			0%

T1	P 1-2	P 1-4	P 2-1	P 2-3	P 3-2	P 4-1	P 6-3	P 6-4
Catanduva	22%	24%	46%	30%	80%		92%	66%
Catingueira	5%	26%		1%	2%			5%
Imburana-de-cambão		15%		56%				
Maniçoba	17%	28%	2%	6%	10%		4%	6%
Orelha-de-onça		1%	52%	6%	7%			23%
Jurema-branca	48%	4%					2%	
Marmeleiro	1%							
Pinhão		1%	0%	0%	1%		2%	0%
Jurema-de-imbira								
Faveleira	6%							
Alecrim								
Pau-besouro								
Quebra-faca	1%							
Indeterminada 1								

T1	P 1-1	P 3-1	P 4-2	P 4-3	P 4-4	P 5-2	P 5-3	P 5-4	MÉDIA
Catanduva	48%	100%	22%	68%	35%	79%	92%	29%	57%
Catingueira	13%		53%	13%	18%	16%		14%	9%
Imburana-de-cambão					4%			7%	9%
Maniçoba	39%				6%		1%	4%	7%
Orelha-de-onça			6%		15%	1%	3%	19%	7%
Jurema-branca			0%		15%	4%			5%
Marmeleiro			17%	11%	0%				2%
Pinhão	0%		1%		7%		3%	6%	1%
Jurema-de-imbira				1%	0%			21%	1%
Faveleira									0%
Alecrim				6%	0%				0%
Pau-besouro				1%	0%	1%	1%		0%
Quebra-faca									0%
Indeterminada ¹			0%		0%				0%

0% significa presença com dominância < 0,5%

Destaca-se a alta heterogeneidade entre parcelas, indicando a necessidade de amostragem muito ampla para comprovar se existem diferenças significativas nas espécies secundárias.

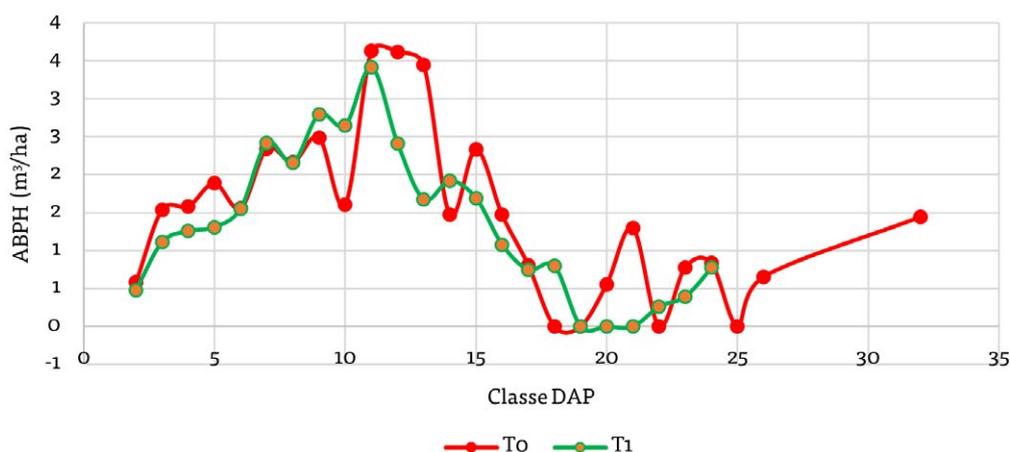
3.5. Distribuição diamétrica: situação pré-corte e dinâmica posterior

Na situação pré-corte, o volume das árvores estava distribuído seguindo uma curva normal, muito similar em T0 e T1 (Figura 14). Após a aplicação do corte raso, o volume de T1 ficou concentrado nas classes de DAP menor que 10cm até 2022.

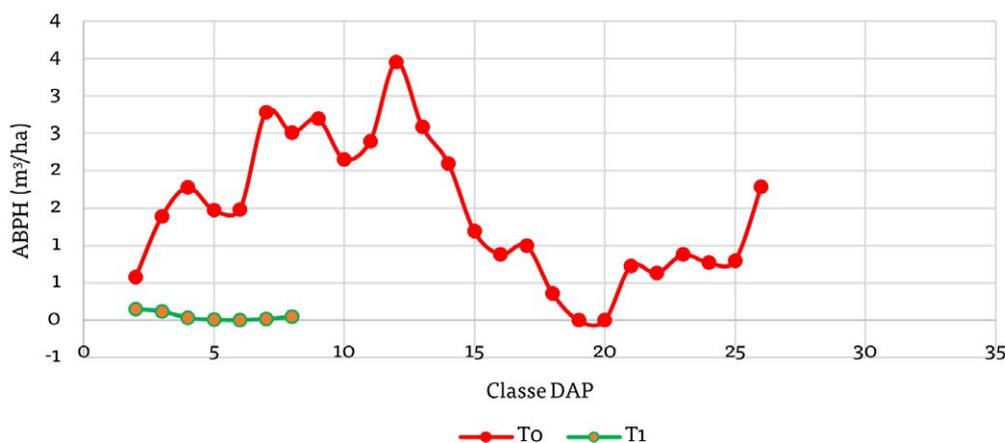
O ingresso das árvores regenerantes ou de fustes de brotação nas classes superiores de DAP ocorre de forma lenta.

Figura 14. Distribuição do Volume Cilíndrico (ABPH em m³/ha) segundo classes de DAP (cm).

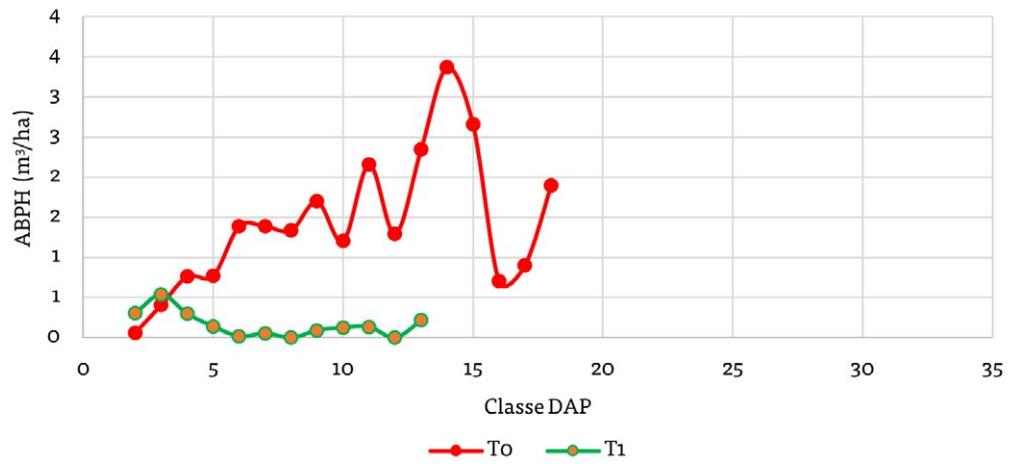
2006 – Situação pré-corte



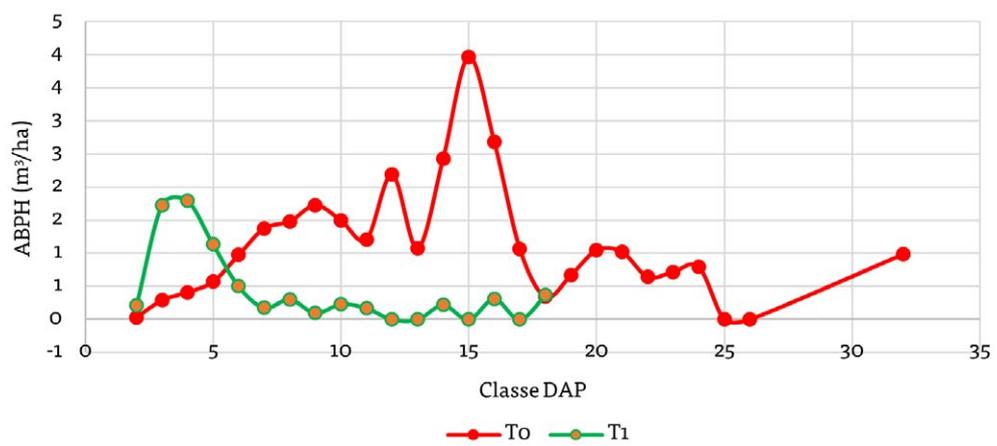
2009 – 3 anos

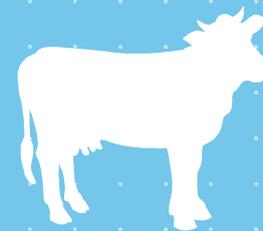


2015 – 9 anos



2022 – 16 anos





4. RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DE PESQUISA

- (a) **Como variam a riqueza e diversidade do estrato arbóreo e da regeneração no tempo nas áreas manejadas e não manejadas? É possível comparar tratamentos e testemunhas?**

A riqueza do estrato arbóreo é maior e mais crescente nos tratamentos de corte raso que nas testemunhas. A comparação requer alta intensidade de amostragem, porque em 8 parcelas a variância é grande.

- (b) **Como variam as taxas de crescimento em função do tempo, do estoque original e de outros fatores?**

O IPA é crescente no tempo dependendo do estoque original de cada parcela. No corte raso o IPA sempre foi positivo, ao contrário da Testemunha, que teve valores negativos por mortalidade nos anos de seca extraordinária.

- (c) **Quais são as taxas de crescimento, recrutamento e mortalidade?**

A mortalidade foi alta na testemunha, mas no tratamento o N recuperou após 16 anos.

- (d) **É possível recuperar o estoque inicial dentro do ciclo de corte estipulado?**

O estoque inicial não foi recuperado em 16 anos: a relação do ABPH na T e To é de $7\text{m}^3/\text{ha}$ a $30\text{m}^3/\text{ha}$.

- (e) **Como muda a distribuição da biomassa por classes de diâmetro ao longo do tempo?**

Após 16 anos, a distribuição de biomassa por CD nos tratamentos ainda se concentra unicamente em árvores com $\text{DAP} < 10\text{cm}$.

- (f) **É possível recuperar a distribuição diamétrica original?**

A distribuição de biomassa por CD se recupera lentamente e requer mais de 16 anos neste local específico.

- (g) **Qual a duração do ciclo que maximiza as taxas de crescimento e de acumulação de biomassa?**

Os maiores valores de IPA se deram de 13 a 16 anos após o corte.

- (h) **Qual é o ciclo de corte ideal?**

Para igualar a biomassa nos tratamentos e na testemunha serão necessários 30 anos ou mais neste sítio, afetado por longa seca e sobrepastoreio.



5. RECOMENDAÇÕES PARA A PRÁTICA DO MFS

- (a) Fazer uma correta e objetiva aplicação do princípio de “recuperação do estoque inicial”, que muitas vezes é considerado como um objetivo central do MFS. Na UE Floresta, tomando o estoque existente em 2006 como referência e sem considerar a variação devida a fenômenos naturais e outros fatores (sobrepastoreio), pode-se concluir que a recuperação do estoque em 2022 (16 anos após o corte) está na relação de 7:30 ou aproximadamente 22%. A diferença entre a média de T_0 com a de T_1 em 2022, é estatisticamente significativa com 95% de probabilidade.
.....
- (b) Estabelecer um número maior de parcelas Testemunha (acima de 8), similar ao número de parcelas nos tratamentos, visto que as variáveis dasométricas manifestam variância muito alta, pela alta variabilidade espacial. Em distâncias de poucos metros é comum encontrar micro-sítios com vegetação muito diferente (“moitas” e “clareiras”). Assim, a variabilidade dos indicadores resulta muito alta e a possibilidade de encontrar diferenças estatisticamente significativas nos experimentos depende muito mais do número de repetições medidas (ou do tamanho da parcela) que do tipo ou intensidade dos tratamentos aplicados e do tempo. Para os PMFS comerciais, isto implica que estabelecer uma ou poucas parcelas testemunhas pode não gerar dados representativos e fidedignos sobre a dinâmica da caatinga manejada e não manejada, e que os resultados de suas medições podem levar a interpretações erradas sobre a dinâmica da vegetação no local. Esta prática não é aconselhada.
.....
- (c) Levantar em conta que o tratamento de corte raso, aplicado em um povoamento floristicamente pobre e altamente dominado por duas espécies, aumenta a riqueza e a diversidade e reduz a dominância relativa. Este efeito, aliado ao aumento da taxa de acumulação de biomassa (medida pelo IPA), pode significar que existe um “rejuvenescimento populacional” após o corte raso.
.....
- (d) Considerar que duas condições podem afetar negativamente o crescimento pós-corte: a sobrecarga animal continuada e as secas excepcionais. Ambas as condições podem se apresentar em outros sítios e outros períodos, constituindo assim um sério empecilho para conseguir o objetivo principal do MFS, que é maximizar o crescimento da floresta depois da colheita. As taxas de crescimento encontradas nas parcelas de tratamento nesta UE ($0,2\text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$ a $0,8\text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$) são ligeiramente abaixo das sugeridas por Pareyn et al (2022) que estimam o crescimento da caatinga após o corte em $0,7$ a $1,8\text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$ para a classe de PMA < 500mm. Além disso, os resultados desta UE corroboram com a conclusão de que as taxas de crescimento da caatinga manejada nas áreas com PMA < 500mm são muito baixas e comprometem a sua viabilidade econômica.
.....

As recomendações decorrentes são:

- (a) **reduzir tanto quanto seja possível a carga animal nas áreas exploradas, e**
.....
- (b) **adotar ciclos longos, de 15 a 30 anos, que minimizem o impacto negativo das secas extraordinárias.**
.....

É muito provável que ciclos longos resultem em valores de IMA menores que ciclos curtos, implicando em produtividade menor. Porém, a resiliência das florestas manejadas em ciclos longos frente às adversidades climáticas excepcionais será maior. Aliás, considerando que não existe escassez de áreas para implantar o MFS, os ciclos longos não são um fator limitante para a produção sustentada de madeira.

Ciclos mais longos tem implicações financeiras, porque tomam um tempo maior para recuperar o investimento inicial e dividem a produção total em um maior número de anos. Porém, estes efeitos são pouco importantes no fluxo de caixa inicial, visto que o custo de elaboração do PMFS é recuperado com uma pequena fração da renda líquida gerada pela venda da lenha. Por exemplo, um PMFS que vende 150st/ha de lenha em pé de um talhão de 40ha a R\$10,00/st gera uma renda inicial de R\$ 60.000,00 e recupera seu investimento inicial em menos de um ano, gerando a mesma renda florestal por mais 19 a 29 anos.

A dinâmica das parcelas testemunhas mostrou que a mortalidade de fustes durante o período 2009 a 2015, provavelmente provocada pela escassez de chuvas, ficou concentrada nos indivíduos de maior diâmetro. O volume ficou concentrado nas classes de diâmetro de 5 a 15 cm, sendo os valores nestas classes relativamente estáveis ao longo das medições. Isto reforça que o manejo florestal é importante para aproveitar este material, que tem mortalidade por causas naturais independentemente das intervenções na floresta.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711 – 728, dec. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. 2013.

PAREYN, F.G.C., RIEGELHAUPT, E.M., MARQUES, M.W.C.F., CRUZ FILHO, J.L.V., PEREIRA, W.E., ARAÚJO, E.L. A contribuição do manejo florestal da caatinga para a segurança energética: um estudo da produtividade de biomassa aérea. In: ARAÚJO, E.L., PAREYN, F.G.C. (orgs.). **Manejo florestal sustentável da caatinga: contribuição para segurança energética, alimentar e hídrica**. Recife, APNE. 2022. p. 167-212.

ANEXO I

Dominância na UE Floresta nas quatro medições. 0% = presença com dominância < 0,5%.

2006

TESTEMUNHA	IDADE = 40 ANOS		T1	IDADE = 40 ANOS	
ESPÉCIE	ABPH (m ³ /ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m ³ /ha)	%
Catanduva	23,6191	62%	Catanduva	18,3804	60%
Imburana-de-cambão	8,8039	23%	Imburana-de-cambão	2,4000	8%
Orelha-de-onça	1,8435	5%	Catingueira	5,7493	19%
Catingueira	1,3402	4%	Orelha-de-onça	2,1211	7%
Maniçoba	1,3261	3%	Maniçoba	1,0129	3%
Pinhão	0,6044	2%	Cumarú	0,1403	0%
Indeterminada	0,2151	1%	Indeterminada	0,1464	0%
Jurema-branca	0,0733	0%	Jurema-branca	0,1125	0%
Cipó	0,0495	0%	Pinhão	0,2879	1%
Rompe-gibão	0,0458	0%	Cipó	0,0841	0%
Marmeleiro	0,0383	0%	Quebra-faca	0,0365	0%
Quebra-faca	0,0326	0%	Marmeleiro	0,0990	0%
Mororó	0,0218	0%	Alecrim	0,0038	0%
Pau-besouro	0,0132	0%	Cipaúba	0,2879	1%
Carqueija	0,0127	0%			
Cipaúba	0,0101	0%			
Total	38,0497	100%	Total	30,8619	100%

2009

TESTEMUNHA	IDADE = 43 ANOS		T1	IDADE = 3 ANOS	
	ABPH (m ³ /ha)	%		ABPH (m ³ /ha)	%
Catanduva	22,2684	61%	Maniçoba	0,3673	35%
Imburana-de-cambão	8,9091	24%	Catanduva	0,2870	27%
Maniçoba	1,7262	5%	Marmeleiro	0,1832	17%
Faveleira	1,6291	4%	Faveleira	0,0752	7%
Catingueira	1,0787	3%	Jurema-branca	0,0582	5%
Pinhão	0,3286	1%	Cipó	0,0255	2%
Jurema-branca	0,1125	0%	Catingueira	0,0230	2%
Indeterminada	0,0861	0%	Sacatinga	0,0192	2%
Cipó	0,0787	0%	Indeterminada	0,0139	1%
Sacatinga	0,0694	0%	Imburana-de-cambão	0,0105	1%
Marmeleiro	0,0550	0%			
Rompe-gibão	0,0402	0%			
Carqueija	0,0090	0%			
Total	36,3909	100%	Total	1,0631	100%

2015

TESTEMUNHA	IDADE = 49 ANOS		T1	IDADE = 9 ANOS	
	ABPH (m ³ /ha)	%		ABPH (m ³ /ha)	%
Catanduva	19,1175	78%	Catanduva	0,8427	41%
Imburana-de-cambão	2,8307	12%	Imburana-de-cambão	0,6615	32%
Maniçoba	1,0055	4%	Maniçoba	0,2194	11%
Catingueira	0,9078	4%	Orelha-de-onça	0,1321	6%
Pinhão	0,2410	1%	Catingueira	0,1102	5%
Orelha-de-onça	0,1285	1%	Jurema-branca	0,0755	4%
Jurema-branca	0,0688	0%	Marmeleiro	0,0441	2%
Cipaúba	0,0253	0%	Indeterminada	0,0119	1%
Mororó	0,0234	0%	Mororó	0,0066	0%
Quebra-faca	0,0123	0%	Unha-de-gato	0,0037	0%
Total	24,3609	100%	Total	2,0745	100%

2022

TESTEMUNHA	IDADE = 56 ANOS		T1	IDADE = 16 ANOS	
ESPÉCIE	ABPH (m ³ /ha)	%	ESPÉCIE	ABPH (m ³ /ha)	%
Catanduva	19,6131	65%	Catanduva	3,8747	56%
Imburana-de-cambão	8,3100	27%	Catingueira	0,6345	9%
Catingueira	1,3713	5%	Imburana-de-cambão	0,6160	9%
Maniçoba	0,4550	1%	Maniçoba	0,4993	7%
Pinhão	0,2511	1%	Orelha-de-onça	0,4645	7%
Jurema-branca	0,1714	1%	Jurema-branca	0,3112	5%
Pau-besouro	0,0601	0%	Jurema-de-imbira	0,1649	2%
Indeterminada2	0,0448	0%	Marmeleiro	0,1074	2%
Moleque-duro	0,0216	0%	Pinhão	0,1004	1%
Carqueija	0,0207	0%	Faveleira	0,0528	1%
Caatinga-branca	0,0114	0%	Alecrim	0,0349	1%
Orelha-de-onça	0,0097	0%	Pau-besouro	0,0190	0%
Marmeleiro	0,0061	0%	Quebra-faca	0,0106	0%
Alecrim	0,0157	0%	Indeterminada1	0,0024	0%
Total	30,3617	100%		6,8927	100%



**DINÂMICA DA
VEGETAÇÃO DE
CAATINGA NA UNIDADE
EXPERIMENTAL DA
EMBRAPA SEMIÁRIDO**

PETROLINA/PE

**Visêlido Ribeiro de Oliveira |
Andressa Ribeiro | Marcos Antônio Drumond |
Diogo Denardi Porto | Lúcia Helena Piedade Kiill |
Antonio Carlos Ferraz Filho**



1. INTRODUÇÃO

Trabalhos publicados na literatura relatam técnicas utilizadas para o manejo florestal da Caatinga (ARAÚJO FILHO e CARVALHO, 1997; DRUMOND *et al.*, 2000; GARIGLIO e BARCELLOS, 2010; SANTOS *et al.*, 2013) que se baseiam na subdivisão da área em unidades de produção anual (UPA) submetidas a diferentes formas de corte, e que passam por um processo de regeneração natural com ciclo de aproximadamente 15 anos. Porém, muitas respostas ainda precisam ser conhecidas, principalmente em relação ao potencial de regeneração da Caatinga e às formas de minimizar os impactos antrópicos na vegetação.

Uma das questões colocadas repetidamente, principalmente pelos órgãos reguladores, se refere ao tamanho máximo da UPA ou à largura da faixa de exploração que permitam manter condições adequadas de recuperação da floresta manejada.

Com este intuito, uma Unidade Experimental foi instalada na Embrapa Semiárido (chamado de “UE CPATSA”) buscando responder perguntas relacionadas ao impacto da largura das faixas de exploração (enquanto estimador do tamanho do talhão) na regeneração, crescimento e diversidade da floresta manejada, tais como:

- (a) Há impacto significativo da largura da faixa de corte na riqueza e diversidade da vegetação arbórea regenerada?
.....
- (b) Como variam a riqueza e a diversidade do estrato arbóreo ao longo do tempo, depois do corte, em função da largura da faixa?
.....
- (c) A dinâmica de crescimento e a estrutura diamétrica variam conforme a largura da faixa?
.....
- (d) Qual o tempo de recuperação do estoque inicial?
.....
- (e) Qual o ciclo de corte ideal?
.....

Hipótese testada

A hipótese avaliada neste experimento refere-se à influência da largura da faixa de exploração sobre a regeneração, diversidade e crescimento da Caatinga. Parte-se da hipótese nula, i.e., que os tratamentos não têm efeitos significativos (a 95% de probabilidade) sobre a regeneração, a dinâmica e a diversidade da vegetação.



2. METODOLOGIA

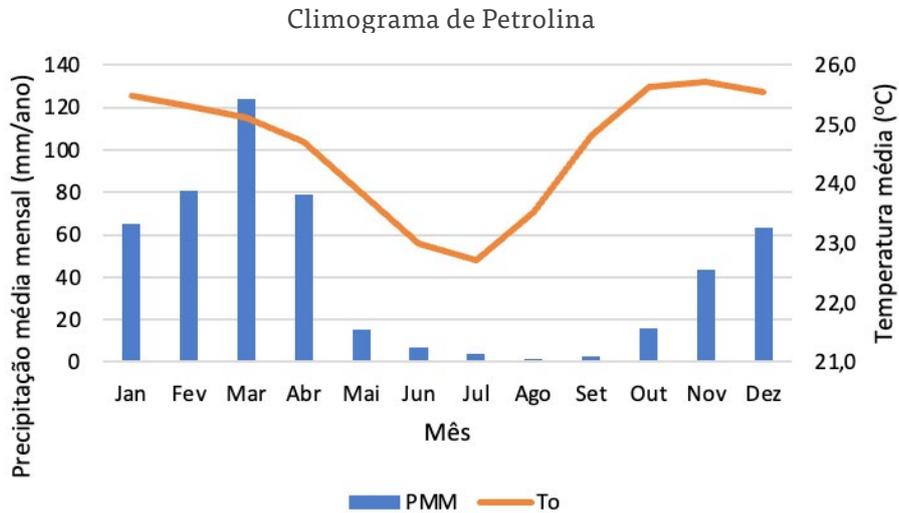
2.1. Localização, clima e solos.

O experimento foi instalado no Campo Experimental da Caatinga (CEC) no ano de 2007, em uma área de 27 hectares pertencente à Embrapa Semiárido, município de Petrolina, estado de Pernambuco, com coordenada central 9°03'42.50''S e 40°18'37.93''O (Figura 1). O clima do município, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo semiárido quente (BSh), com altitude de 421 m. A precipitação média anual é de 501mm e a temperatura média de 25°C (ALVARES *et al.*, 2013) (Figura 2). O solo pertence à classe do argissolo vermelho-amarelo eutrófico plíntico, de textura arenosa/média/argilosa. A vegetação é a Caatinga hiperxerófila, constituída de árvores e arbustos espinhosos, caducifólios, com estrato herbáceo estacional e elevada frequência de cactáceas e bromeliáceas (ANDRADE-LIMA, 1981). O relevo é plano e a profundidade do solo é cerca de 1,90 metros (CUNHA *et al.*, 2010).

Figura 1. Delineamento experimental instalado no CEC/UE Embrapa semiárido/ Petrolina, em que: P=pirâmide e parcela e T=testemunha (Fonte: Google Earth, imagem de 2016).



Figura 2. Climograma do município de Petrolina/PE.



2.2. Desenho experimental e medições realizadas

No mês de dezembro de 2007, seguindo as diretrizes do Protocolo de Medições da Rede de Manejo Florestal da Caatinga (COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO DA REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA, 2005), foram instaladas 15 parcelas retangulares de 10m x 40m, em um desenho experimental do tipo pirâmide. Além disso, 4 parcelas testemunhas foram alocadas fora das pirâmides (Figura 1). Em cada uma das pirâmides foi realizado o corte raso das árvores, com ressalvas para os indivíduos das espécies ameaçadas de extinção: *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Schinopsis brasiliensis* Engl., conforme normativas vigentes. O delineamento adotado foi o de blocos, com três repetições (pirâmides) com cinco tratamentos de largura da faixa de corte: 0 (T5), 40 (T4), 60 (T3), 80 (T2) e 100 (T1) metros.

A coleta de dados do inventário florestal seguiu o Protocolo da RMFC (COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO DA REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA, 2005). As parcelas foram medidas antes do corte (ano de 2007) e em duas remedições (anos de 2015 e 2022). Nas parcelas foram mensurados todos os fustes com circunferência maior que 6cm à 1,30 metros do solo (CAP), circunferência na base (CNB, a 0,3 metros do solo), altura total, qualidade do fuste, estado fitossanitário, posição sociológica no dossel da floresta e os indivíduos foram identificados pelo nome vulgar. Após registrar os dados em arquivos Excel, foram calculados o número de árvores (N), área basal à altura do peito (ABP), o volume cilíndrico (ABPH) por parcela e por hectare, bem como as espécies presentes e o índice de diversidade de Shannon.

Para o acompanhamento da regeneração, subparcelas quadrangulares (5m x 5m) foram alocadas no canto esquerdo de cada parcela. Nelas foram medidos todos os indivíduos com

CAP < 6cm e altura mínima de 0,5m, identificando a espécie e a classe de altura de regeneração: C1 (classe de altura de 0,5m a 1,0m) e C2 (classe de altura > 1,0m e CAP ≤ 6cm). Também foi identificado, por inspeção visual, se as plântulas eram provenientes de rebrota de toco ou de semente/rebrota de raiz. As subparcelas de regeneração foram avaliadas nas duas primeiras campanhas de inventário florestal (pré-corte em 2007 e 8 anos após o corte raso em 2015). Para melhor entender a dinâmica da regeneração, avaliações adicionais foram realizadas após um ano do corte e depois de três anos, em 2008 e 2010, apenas nas parcelas que receberam o corte raso.

2.3. Tratamentos

Os tratamentos são o corte raso com diferentes larguras de faixa: 0m, 40m, 60m, 80m e 100 m, em três repetições. Para as Testemunhas existem 4 repetições.



3. RESULTADOS

3.1. Estoque florestal

Nas Tabelas 1 a 3 estão apresentados os valores médios por parcela e tratamento das variáveis DAP, H, ABP, ABPH e N para a situação pré-corte no ano de 2007, 8 anos após o corte no ano de 2015 e 15 anos após o corte no ano de 2022. A área experimental não teve influência antrópica durante os 40 anos prévios à instalação do experimento, sendo a vegetação caracterizada na fase do pré-corte como de densidade normal, porém com baixa volumetria e área basal, comparável a outras regiões de Caatinga.

Tabela 1. Valores médios por parcela antes da instalação dos tratamentos (largura da faixa de corte) no ano de 2007 (pré-corte) para as principais variáveis dendrométricas avaliadas. Os valores entre parênteses representam o erro padrão da média.

TRATAMENTO	PARCELA	DAP (cm)	H (m)	N/ha	ABP (m ² /ha)	ABPH (m ³ /ha)
0 metros	P1-5	4,0	3,7	5750	10,6	47,3
	P2-5	3,7	3,6	3775	6,1	27,2
	P3-5	3,7	3,9	6350	9,6	47,3
Média 0 m		3,8 (0,1)	3,7 (0,1)	5292 (778)	8,8 (1,4)	40,6 (6,7)
40 metros	P1-4	4,6	4,0	4000	8,4	38,1
	P2-4	3,8	3,4	4775	8,3	39,6
	P3-4	3,7	3,9	7825	12,6	64,0
Média 40 m		4,0 (0,5)	3,8 (0,2)	5533 (1167)	9,8 (1,4)	47,2 (8,4)
60 metros	P1-3	4,0	3,5	3050	5,7	25,7
	P2-3	3,7	3,8	3675	5,0	21,2
	P3-3	3,8	3,6	4525	7,6	30,6
Média 60 m		3,9 (0,1)	3,6 (0,1)	3750 (427)	6,1 (0,8)	25,8 (2,7)
80 metros	P1-2	3,8	3,7	4075	8,2	46,1
	P2-2	4,0	4,1	6050	10,4	52,1
	P3-2	3,3	3,4	4875	6,0	25,4
Média 80 m		3,7 (0,2)	3,7 (0,2)	5000 (574)	8,2 (1,3)	41,2 (14,0)

TRATAMENTO	PARCELA	DAP (cm)	H (m)	N/ha	ABP (m ² /ha)	ABPH (m ³ /ha)
100 metros	P1-1	4,1	4,0	4650	8,5	41,6
	P2-1	3,4	3,6	5775	6,6	28,2
	P3-1	3,6	3,6	5850	8,8	39,8
Média 100 m		3,7 (0,2)	3,7 (0,1)	5425 (388)	8 (0,7)	36,6 (4,2)
Testemunha	T1	3,8	3,5	4850	7,7	35,5
	T2	3,3	3,4	3650	3,8	13,5
	T3	3,3	3,6	5775	6,1	26,4
	T4	3,4	3,7	6875	7,7	32,1
Média Testemunha		3,4 (0,1)	3,6 (0,1)	5288 (685)	6,3 (0,9)	26,9 (4,8)
Média geral		3,7 (0,1)	3,7 (0,0)	5061 (286)	7,8 (0,5)	35,9 (2,8)

Tabela 2. Valores por parcela oito anos após a instalação dos tratamentos (ano de 2015) para as principais variáveis dendrométricas avaliadas. Os valores entre parênteses representam o erro padrão da média.

TRATAMENTO	PARCELA	DAP (cm)	H (m)	N/ha	ABP (m ² /ha)	ABPH (m ³ /ha)
0 metros	P1-5	3,0	3,4	750	0,8	3,5
	P2-5	2,6	3,6	1800	1,0	4,1
	P3-5	2,6	3,6	2050	1,2	4,3
Média 0 m		2,8 (0,1)	3,6 (0,1)	1533 (398)	1 (0,1)	4 (0,2)
40 metros	P1-4	2,9	3,0	1275	1,1	4,1
	P2-4	3,1	3,6	2350	2,5	12,4
	P3-4	2,5	2,9	1800	0,9	2,9
Média 40 m		2,8 (0,2)	3,2 (0,2)	1808 (310)	1,5 (0,5)	6,4 (3,0)
60 metros	P1-3	2,8	3,1	1175	0,8	2,7
	P2-3	2,6	3,0	1650	0,9	3,0
	P3-3	2,6	3,0	1975	1,3	4,3
Média 60 m		2,7 (0,1)	3,0 (0,0)	1600 (232)	1,0 (0,1)	3,3 (0,5)
80 metros	P1-2	2,6	2,7	2625	1,5	4,0
	P2-2	3,2	3,4	1350	1,9	11,7
	P3-2	2,4	2,7	1025	0,5	1,4
Média 80 m		2,8 (0,2)	2,9 (0,2)	1667 (488)	1,3 (0,4)	5,7 (3,1)

TRATAMENTO	PARCELA	DAP (cm)	H (m)	N/ha	ABP (m ² /ha)	ABPH (m ³ /ha)
100 metros	P1-1	2,6	3,3	2275	1,3	4,6
	P2-1	2,5	3,2	2900	1,5	4,7
	P3-1	2,6	2,7	1425	0,8	2,3
Média 100 m		2,6 (0,0)	3,0 (0,2)	2200 (427)	1,2 (0,2)	3,9 (0,8)
Média corte raso		2,7 (0,1)	3,2 (0,1)	1762 (158)	1,2 (0,1)	4,7 (0,8)
Testemunha	T1	3,9	3,9	2350	3,6	16,5
	T2	3,1	3,4	4300	3,6	12,5
	T3	3,6	4,0	4000	6,6	39,1
	T4	3,3	4,0	4000	3,9	16,7
Média Testemunha		3,5 (0,2)	3,8 (0,2)	3663 (443)	4,4 (0,7)	21,2 (6,0)

Tabela 3. Valores por parcela quinze anos após a instalação dos tratamentos (ano de 2022) para as principais variáveis dendrométricas avaliadas. Os valores entre parênteses representam o erro padrão da média.

TRATAMENTO	PARCELA	DAP (cm)	H (m)	N/ha	ABP (m ² /ha)	ABPH (m ³ /ha)
0 metros	P1-5	3,3	3,5	3300	4,9	25,1
	P2-5	3,0	3,2	3425	2,6	9,4
	P3-5	3,1	3,8	3525	2,9	11,5
Média 0 m		3,1 (0,1)	3,5 (0,2)	3417 (65)	3,5 (0,7)	15,3 (4,9)
40 metros	P1-4	2,7	3,2	5100	3,4	12,2
	P2-4	3,4	2,8	3600	5,2	28,4
	P3-4	2,8	3,4	5350	3,9	15,0
Média 40 m		3,0 (0,2)	3,1 (0,2)	4683 (546)	4,2 (0,5)	18,5 (5,0)
60 metros	P1-3	2,9	3,1	3275	2,6	9,1
	P2-3	2,9	2,8	3925	2,7	8,2
	P3-3	2,9	3,2	6550	4,7	16,5
Média 60 m		2,9 (0,0)	3,0 (0,1)	4583 (1001)	3,3 (0,7)	11,3 (2,6)
80 metros	P1-2	3,1	3,2	4800	4,1	13,6
	P2-2	3,3	3,6	4500	4,5	18,6
	P3-2	3,0	2,9	4875	4,4	15,3
Média 80 m		3,1 (0,1)	3,2 (0,2)	4725 (115)	4,3 (0,1)	15,8 (1,5)

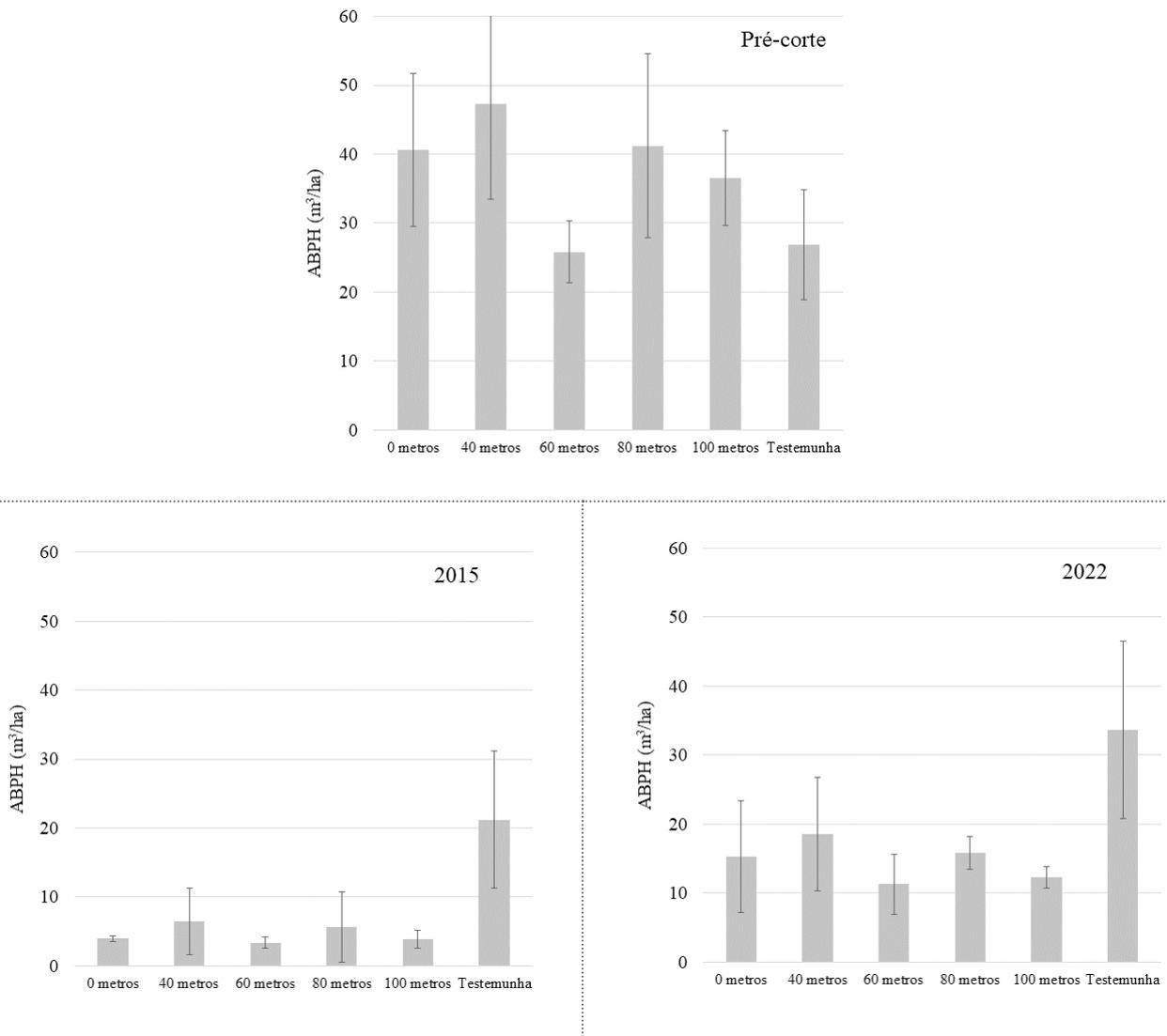
TRATAMENTO	PARCELA	DAP (cm)	H (m)	N/ha	ABP (m ² /ha)	ABPH (m ³ /ha)
100 metros	P1-1	3,0	3,8	4200	3,4	14,0
	P2-1	3,1	3,6	3850	3,2	12,2
	P3-1	2,5	2,8	6825	3,7	10,7
Média 100 m		2,9 (0,2)	3,4 (0,3)	4958 (939)	3,4 (0,2)	12,3 (0,9)
Média corte raso		3,0 (0,1)	3,3 (0,1)	4473 (290)	3,7 (0,2)	14,6 (1,5)
Testemunha	T1	3,9	3,6	4600	7,5	33,0
	T2	3,4	3,6	5775	6,1	23,4
	T3	3,8	3,9	5925	10,1	56,0
	T4	3,7	4,0	4000	5,3	22,3
Média Testemunha		3,7 (0,1)	3,8 (0,1)	5075 (465)	7,2 (1,0)	33,7 (7,8)

Para avaliar diferenças estatísticas entre os tratamentos, foi realizada análise de variância com as médias de todas as variáveis apresentadas nas Tabelas 2 e 3, para cada ano de medição. Os resultados indicaram que não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis nos dois anos de medição, adotando-se 95% de probabilidade de acerto.

No caso do inventário pré-corte (Tabela 1), a inexistência de diferenças estatisticamente significativas indica que a área experimental era homogênea o bastante para permitir avaliar o real efeito dos tratamentos. Já para as métricas de crescimento dos tratamentos avaliados nas idades 8 e 15 anos após o corte raso (Tabelas 2 e 3), a inexistência de diferenças indica que a largura da faixa não afetou a regeneração nem o crescimento, ao nível de confiança de 95%. A grande redução do intervalo de confiança das médias de volume depois do corte (Figura 3) ilustra o efeito “nivelador” do corte raso sobre o estoque volumétrico.

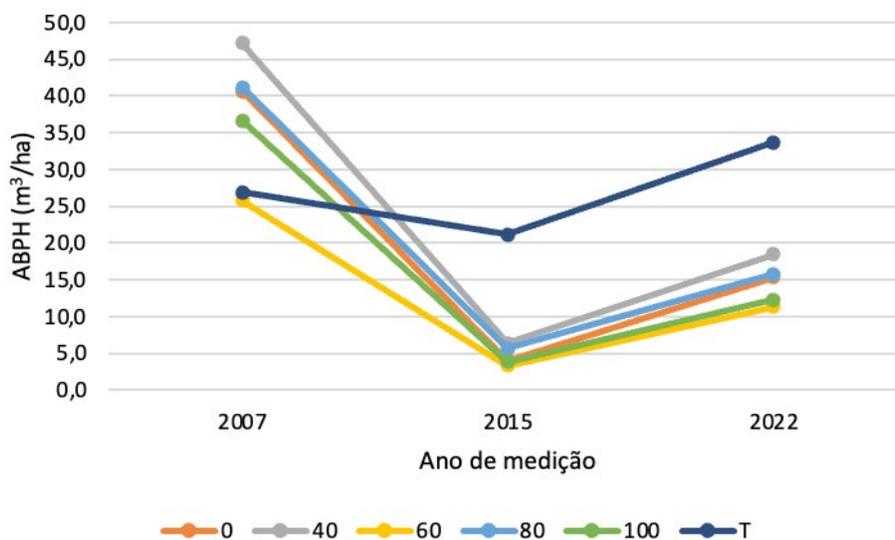
Estes resultados sugerem que a proposta de limitar o tamanho das áreas de manejo florestal (até 100 m de largura da faixa), com o intuito de auxiliar na recuperação não é justificada, visto que as diferenças de volume até 15 anos após o corte não são significativas.

Figura 3. Dinâmica do volume (ABPH) de 2007 a 2022, onde a barra de erro representa mais e menos um intervalo de confiança ($p = 0,10$) para a média.



A Figura 4 apresenta a dinâmica da ABPH média nas parcelas permanentes ao longo do período analisado. Observa-se claramente a queda da ABPH na Testemunha entre as medições de 2007 e 2015 e a pouca recuperação do estoque nos tratamentos. Ainda que não se tenha uma medição em 2011 ou 2012, estima-se que a lenta recuperação foi causada pela seca excepcional de 2012 a 2015 (Figura 5). Os anos posteriores também apresentam precipitação abaixo da média (501 mm) o que pode explicar as baixas taxas de recuperação (ver item 3.2).

Figura 4. Dinâmica da ABPH média nos tratamentos da UE CPATSA nas três medições



Os valores de ABPH nas 4 parcelas da Testemunha tiveram também forte queda em 2015, recuperando-se em 2022, como demonstrado na Tabela 4 e Figura 5. As diferenças entre as médias das três medições não são significativas, e cada parcela teve um comportamento próprio, com destaque para T3, onde não houve queda de estoque.

Tabela 4. Dinâmica da ABPH (m³/ha) nas parcelas Testemunha da UE CPATSA

PP	2007	2015	2022
T1	35,5	16,5	33,0
T2	13,5	12,5	23,4
T3	26,4	39,1	56,0
T4	32,1	16,7	22,3
médias	26,9	21,2	33,7
DP	9,7	12,1	15,6
EP	4,8	6,0	7,8

Figura 5. Dinâmica de ABPH nas 4 parcelas da Testemunha no período de 2015 a 2022

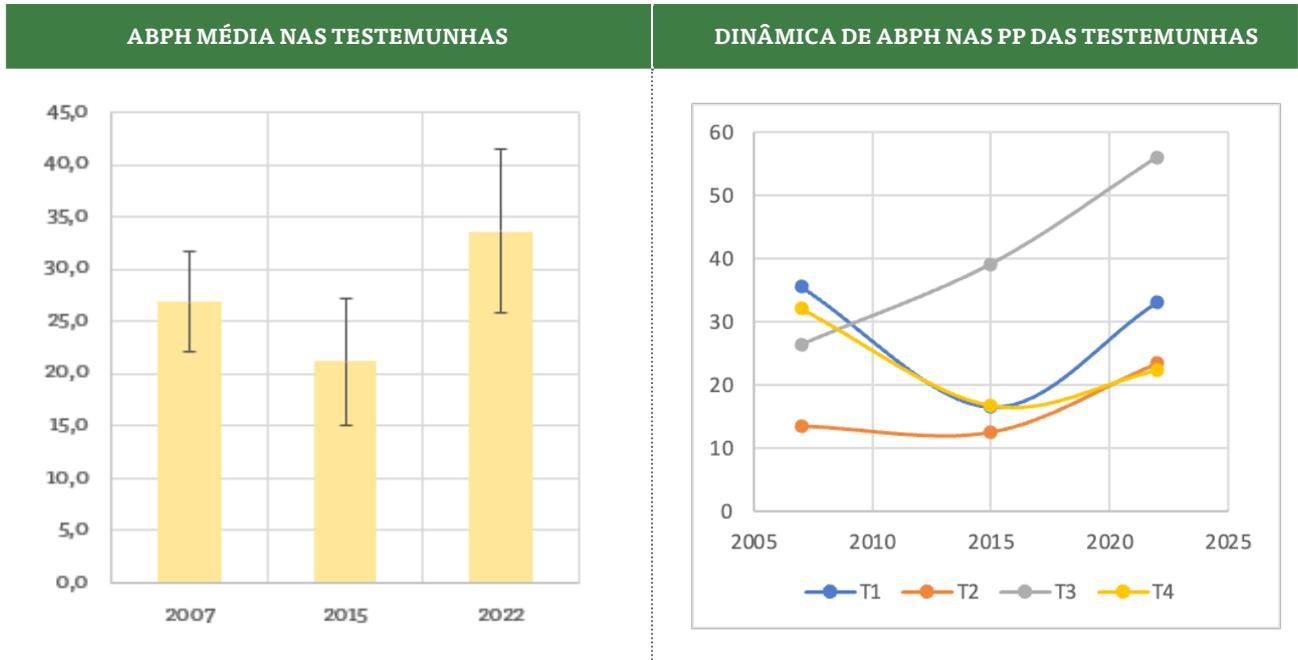
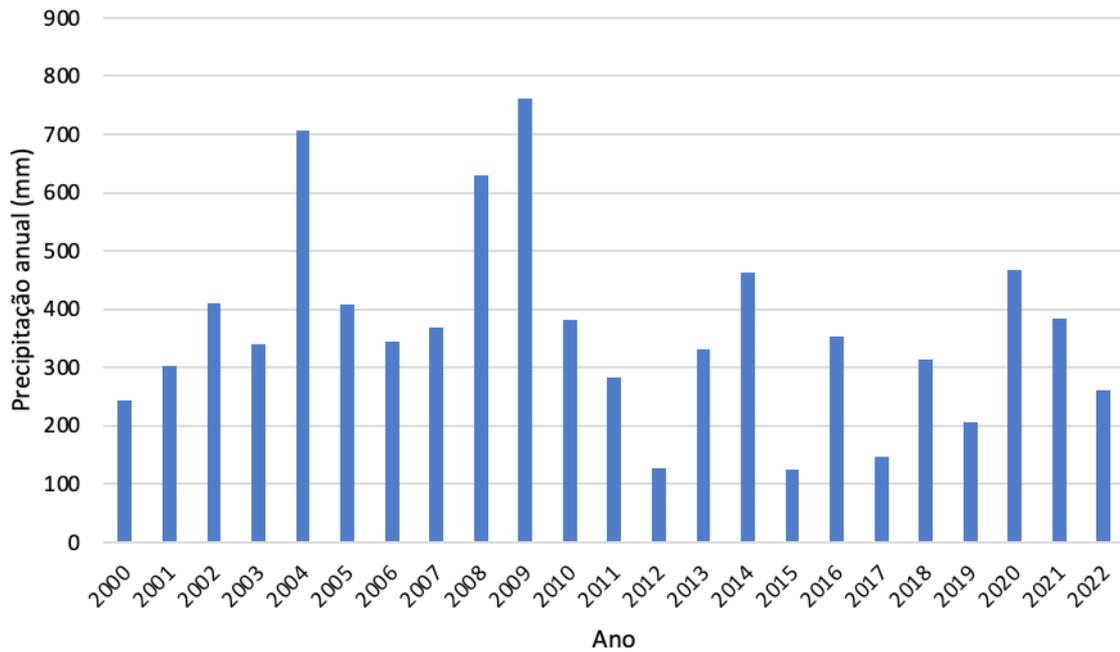


Figura 6. Precipitação anual no posto do INMET de Petrolina entre 2000 e 2022.



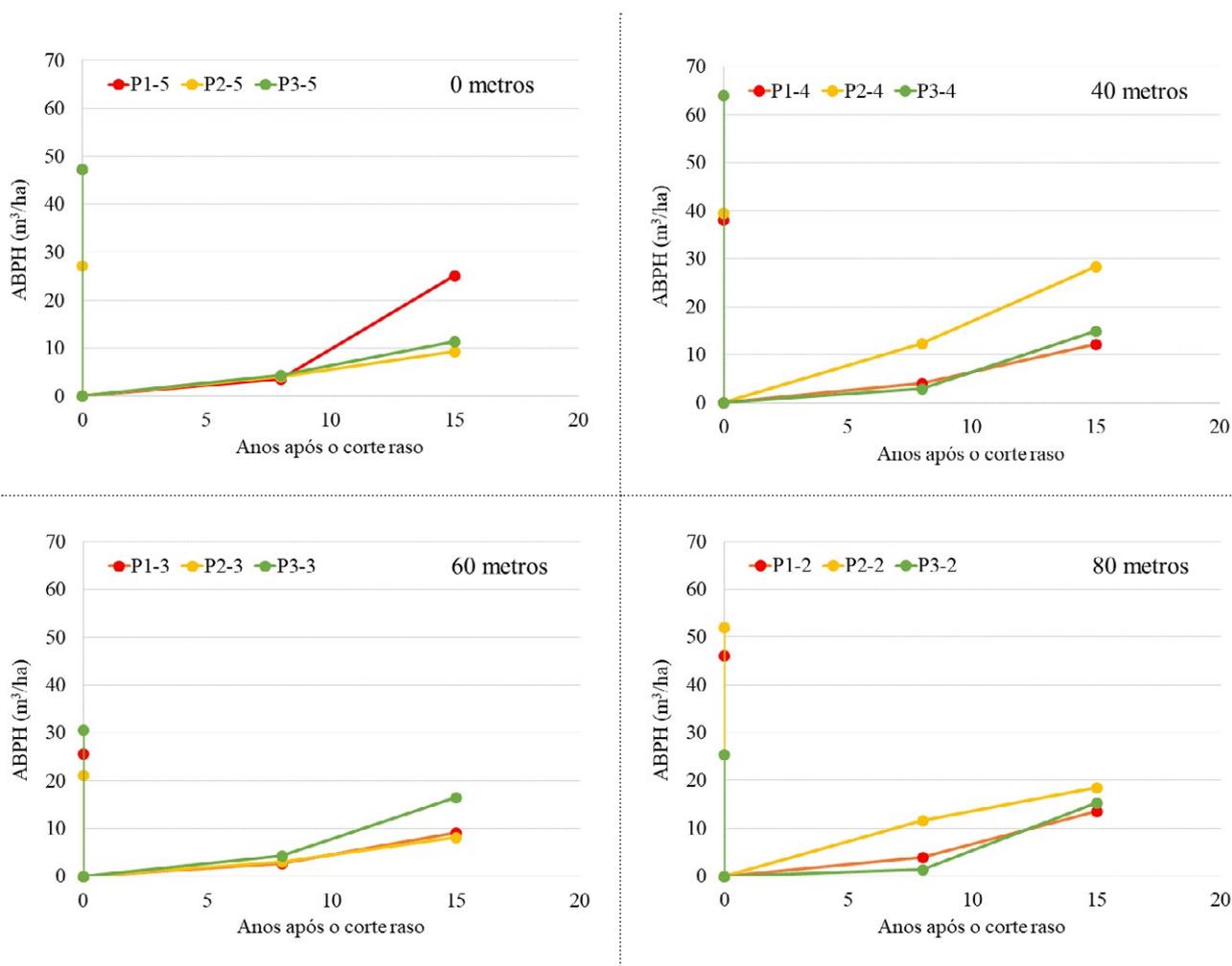
3.2. Crescimento: dinâmica de IMA e ICA

Quinze anos após a intervenção, as parcelas submetidas ao corte raso atingiram 85% dos valores das testemunhas para as variáveis DAP, altura total e fustes por hectare. A recuperação da área basal e volume foram de 51% a 43% dos valores das testemunhas antes do corte (Tabelas 1 e 3, Figuras 2 e 3).

As diferenças no estoque inicial das parcelas de corte raso foram altas, variando de 13,5m³/ha a 64,0m³/ha na medição pré-corte (Figura 7). Quinze anos após o corte, o volume variou entre 8,2m³/ha e 28,4m³/ha (Figura 3).

A correlação entre o estoque de cada parcela na situação pré-corte e após 15 anos indicando que o volume recuperado no período não depende do volume original da parcela, não foi significativa ($r(13) = 0,42, p = 0,12$). Na mesma linha, a regressão estimada na Figura 7 também não foi significativa ($R^2 = 0,15$), reforçando que o volume da parcela no pré-corte não constitui um bom preditor para o crescimento após o corte.

Figura 7. Dinâmica do estoque florestal (ABPH, em m³/ha) por parcela, de 2007 (pré-corte) a 2022 (15 anos após o corte).



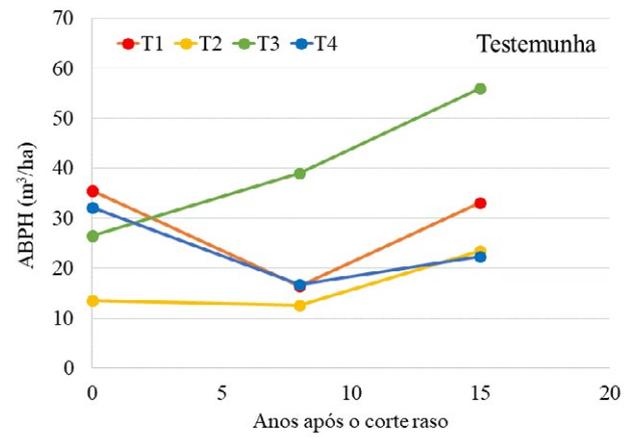
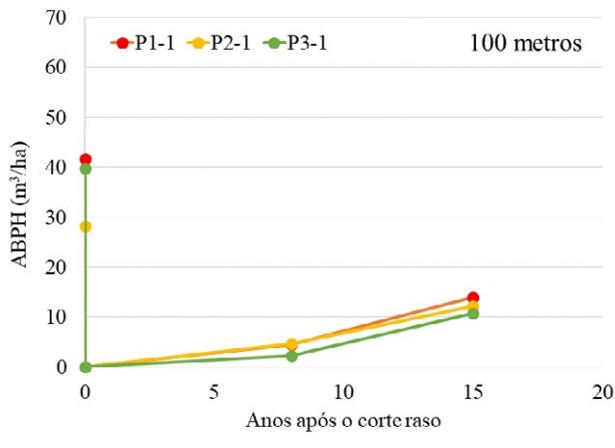
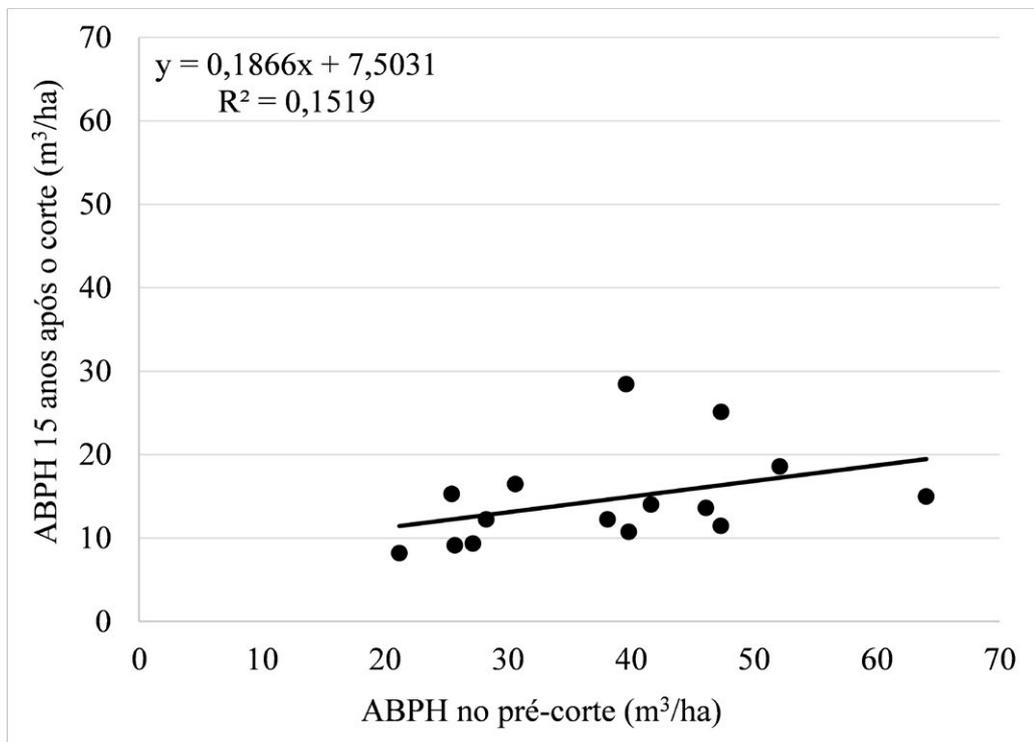


Figura 8. Regressão linear entre o volume cilíndrico observado no pré-corte e o volume cilíndrico observado quinze anos após o corte.

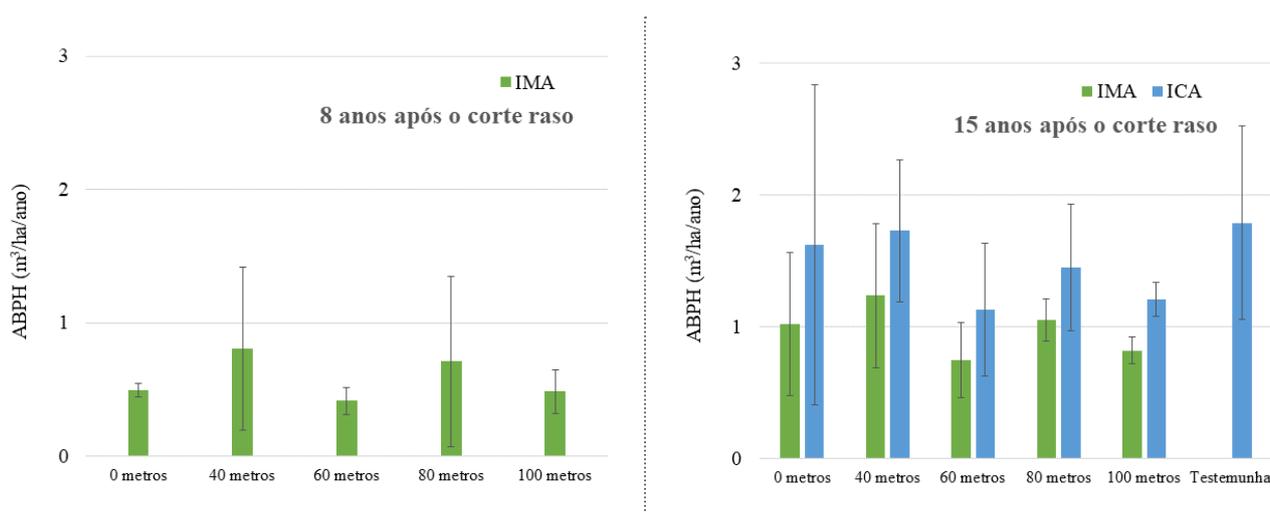


O IMA em volume das parcelas de corte raso teve média de $0,58\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ aos 8 anos após o corte (Figura 9), passando para $0,98\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ aos 15 anos. O ICA em volume médio no

período de 8 a 15 anos após o corte foi de $1,43\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ (Figura 9). O valor de ICA superior ao do IMA indica que as parcelas ainda estão em fase de aceleração do crescimento. São esperados valores de IMA ainda maiores no futuro, sugerindo que a idade ideal para aplicar um novo corte raso poderá ser mais bem definida no futuro. O fato do ICA médio das parcelas testemunhas ($1,8\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$) ser superior aos das parcelas de corte raso validam esta afirmativa.

É preciso notar que três das quatro parcelas testemunha perderam volume aos 8 anos, e que duas delas não recuperaram o volume inicial no período de avaliação seguinte, indicando que o volume nas áreas sem intervenção está em equilíbrio dinâmico, com perdas e ganhos contínuos de considerável magnitude. Uma parcela testemunha passou de 27 a $55\text{m}^3/\text{ha}$ e outra de 35 a $22\text{m}^3/\text{ha}$, nos mesmos 15 anos. Vale salientar que, além de muito heterogêneos, os volumes medidos em parcelas pequenas são muito dinâmicos.

Figura 9. Incremento médio anual (IMA) e incremento corrente anual (ICA) para testemunhas e tratamentos de corte raso em 2015 (esquerda) e 2022 (direita), onde as barras de erro indicam o intervalo de confiança para $p = 0,10$.



É importante ressaltar que no período entre 2011 e 2015, a região sofreu um extremo déficit hídrico, com registros de precipitação anual em torno de 255mm , o que poderia ter impactado negativamente nos valores observados de incremento. Porém, no segundo período de medição, os valores de IMA e ICA são bem maiores que no primeiro período, e não se registra diferenças significativas entre as parcelas cortadas e não cortadas. O baixo incremento nas parcelas testemunha sugere que o efeito da seca sobre a mortalidade natural foi maior que o efeito do corte raso.

3.3. Recuperação do estoque florestal

A Tabela 5 ilustra as diferentes possibilidades existentes ao se analisar o tempo necessário para recuperar o estoque original. Considerando o IMA médio de $0,98\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ registrado após 15 anos de corte raso, com três valores alvo (as médias encontradas nas parcelas testemunhas em 2007, 2015 e 2022), podem ser estimados três dimensões de ciclos de corte de 27, 22 e 34 anos respectivamente.

Tabela 5. Estimativas do tempo necessário para recuperar o estoque original

ANO	ESTOQUE m^3ha^{-1}	IMA $\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{a}^{-1}$	ANOS
2007	26,9	0,98	27
2015	21,2	0,98	22
2022	33,7	0,98	34

Fica evidente que, como o estoque original é dinâmico e seus valores mudam ao longo do tempo, a determinação de um número exato de anos para recuperá-lo implica numa alta incerteza. No caso da UE CPATSA, este lapso pode variar entre 22 e 34 anos, com um intervalo de confiança para estes valores ainda maior, considerando a alta variância de ABPH nas parcelas Testemunha que se tomam como referência para o estoque original.

3.4. Diversidade: dinâmica da riqueza e da dominância

Ao todo foram amostradas 31 espécies arbóreas no inventário pré-corte no ano de 2007, com riqueza variando de 15 a 21 espécies botânicas por parcela. Porém, a dominância (número de espécies para atingir 80% do volume), foi concentrada em cinco espécies para todos os tratamentos. O número de espécies encontradas no inventário florestal 8 anos após o corte raso reduziu para 15, e voltou a subir para 23 na última medição, 15 anos após o corte raso (Tabela 6).

No inventário pré-corte, as espécies com maior volume foram: Jurema-preta; Catingueirinha; Burra-leiteira; Orelha-de-onça. A dominância das espécies sofreu alterações após o corte raso, com a queda de Catingueirinha e Burra-leiteira, e a inclusão de novas espécies dominantes, sendo elas: Baraúna; Maniçoba; Pinhão; Imburana-de-cambão; Faveleira (Anexo 1).

Tabela 6. Riqueza, Índice de Shannon (H') e número de espécies dominantes (somam 80% ou mais do ABPH) por tratamento e medição.

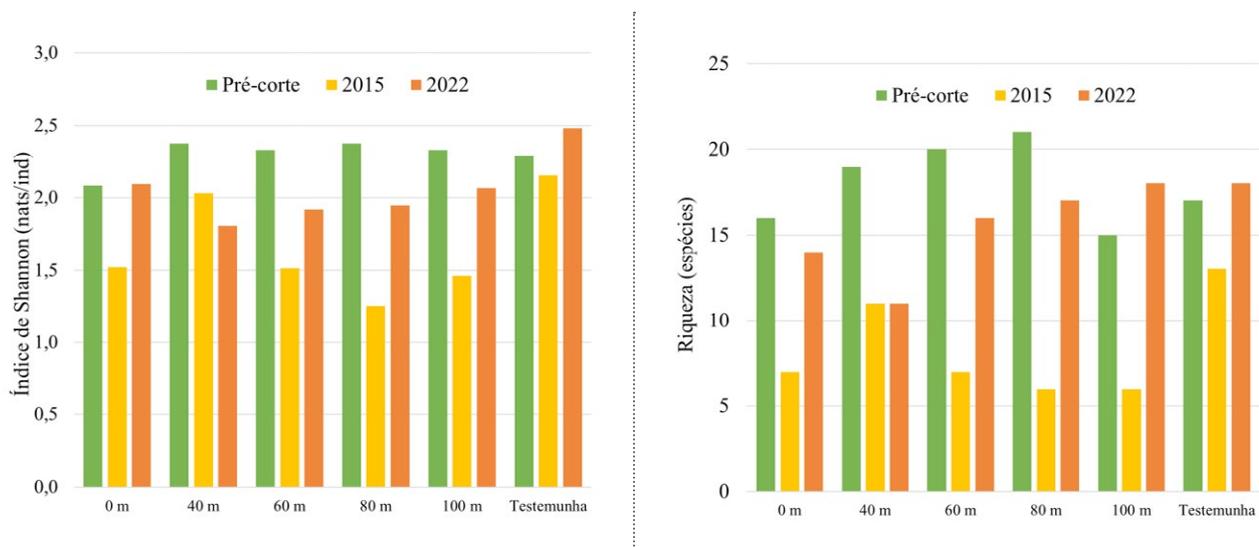
Tratamento: 0 m	2007	2015	2022
Riqueza	16	7	14
H'	2,1	1,5	2,1
Spp. dominantes	4	3	5
Tratamento: 40 m	2007	2015	2022
Riqueza	19	11	11
H'	2,4	2,0	1,8
Spp. dominantes	5	3	4
Tratamento: 60 m	2007	2015	2022
Riqueza	20	7	16
H'	2,3	1,5	1,9
Spp. dominantes	5	5	7
Tratamento: 80 m	2007	2015	2022
Riqueza	21	6	17
H'	2,4	1,2	1,9
Spp. dominantes	6	4	6
Tratamento: 100 m	2007	2015	2022
Riqueza	15	6	18
H'	2,3	1,5	2,1
Spp. dominantes	7	3	6
Tratamento: Testemunha	2007	2015	2022
Riqueza	17	13	18
H'	2,3	2,2	2,5
Spp. dominantes	4	6	8

A diversidade de espécies arbóreas na condição pré-corte foi considerada moderadamente alta, com média geral de 2,3nats/ind para o Índice de Shannon e riqueza de 18 (Tabela 6, Figura 10). Calixto Júnior e Drumond (2011) determinaram a estrutura fitossociológica de um fragmento de Caatinga 30 anos após corte raso, localizado em Petrolina-PE, e relataram o valor de índice de Shannon de 1,4nats/ind. e de área basal de 7,28m²/ha. Lucena (2005)

instalou 50 parcelas contíguas e semi-permanentes (10m x 10m) em duas áreas com características semelhantes à deste estudo, localizadas na Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), no município de Caruaru, totalizando um hectare de área amostrada. Todos os indivíduos lenhosos com diâmetro na base acima de 3 cm foram amostrados e resultaram no valor de Índice de Shannon de 2,4nats/ind. e 2,9nats/ind. para as duas áreas analisadas. Os valores são ligeiramente superiores aos encontrados no presente estudo, possivelmente devido a diferença do clima entre as regiões estudadas.

Não foram constatadas diferenças marcantes da riqueza e diversidade entre os tratamentos (Tabela 6, Figura 10). Especialmente para a riqueza, o impacto do corte raso foi atenuado conforme o tempo de regeneração. Após 8 anos, a riqueza média nas parcelas que receberam corte raso era de 7,4 espécies, contra 13 espécies nas parcelas testemunhas. Aos 15 anos, subiu para 15,2 espécies nas parcelas que receberam corte raso contra 18 espécies nas testemunhas. O Índice de Shannon seguiu o mesmo padrão ao longo dos anos, atingindo 80% dos valores observados nas testemunhas 15 anos após o corte.

Figura 10. Valores de índice de diversidade de Shannon (esquerda) e de riqueza (número de espécies, direita) para os tratamentos avaliados.



3.5. Distribuição diamétrica: situação pré-corte e dinâmica posterior

Antes do corte, a distribuição do volume e número de indivíduos por classe diamétrica foi típica de uma floresta inequiânea (Figuras 11 e 12). Após 15 anos, e sendo agora uma floresta totalmente equiânea, as parcelas que sofreram corte raso apresentaram valores de número de fustes semelhantes às testemunhas (Figura 11). Isto sugere que na caatinga, povoamentos equiâneos e inequiâneos tem a mesmo padrão de distribuição geral de fustes por classes diamétricas.

Após 15 anos o maior volume está concentrado em fustes de menores diâmetros (Figura 12). Na fase do pré-corte, as parcelas apresentam 60% do seu volume nas classes de diâmetro menor que 10cm. Oito e quinze anos após o corte raso, 63% do volume era concentrado em fustes de diâmetros menores que 5cm, ilustrando o efeito do corte raso na estrutura diamétrica da floresta.

Figura 11. Dinâmica de número de fustes por hectare entre os anos de 2007 e 2022.

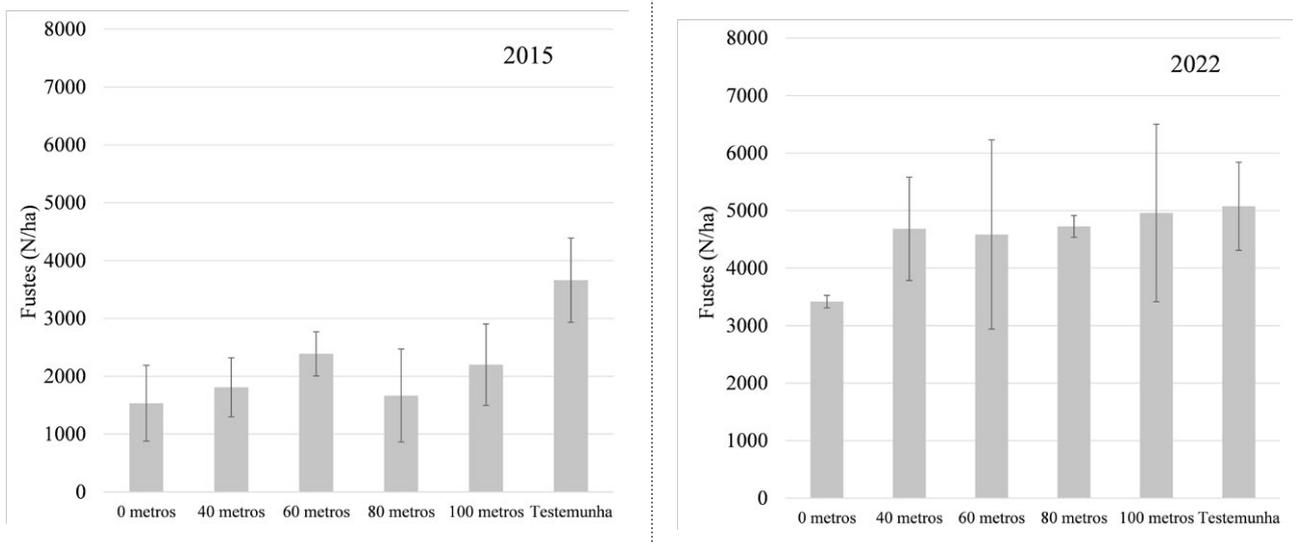
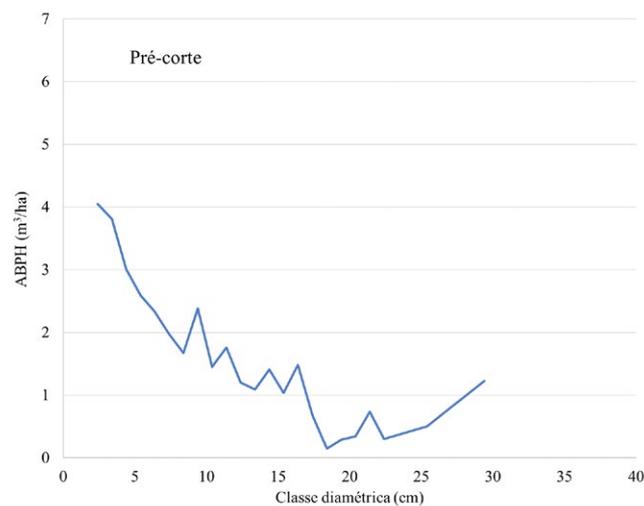
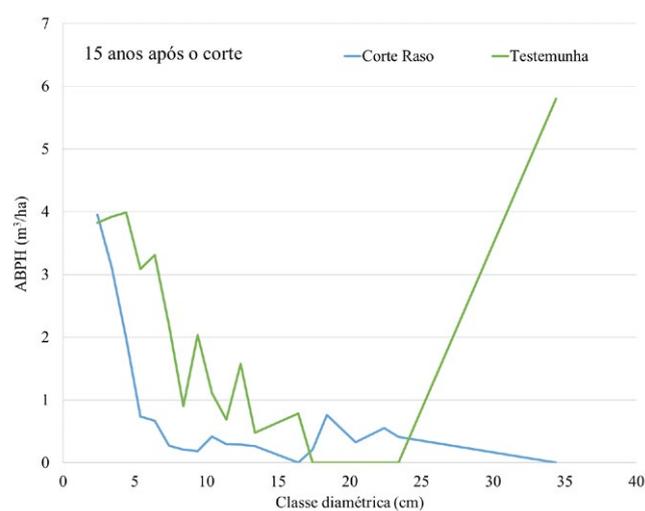
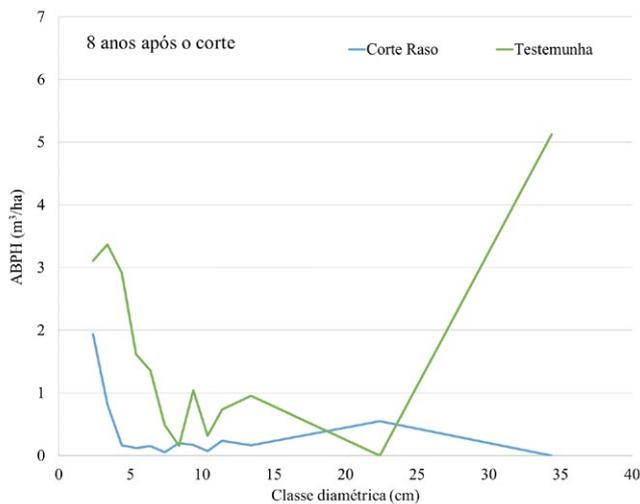


Figura 12. Distribuição de volume (ABPH) por classe de diâmetro entre os tratamentos de corte raso e testemunhas.

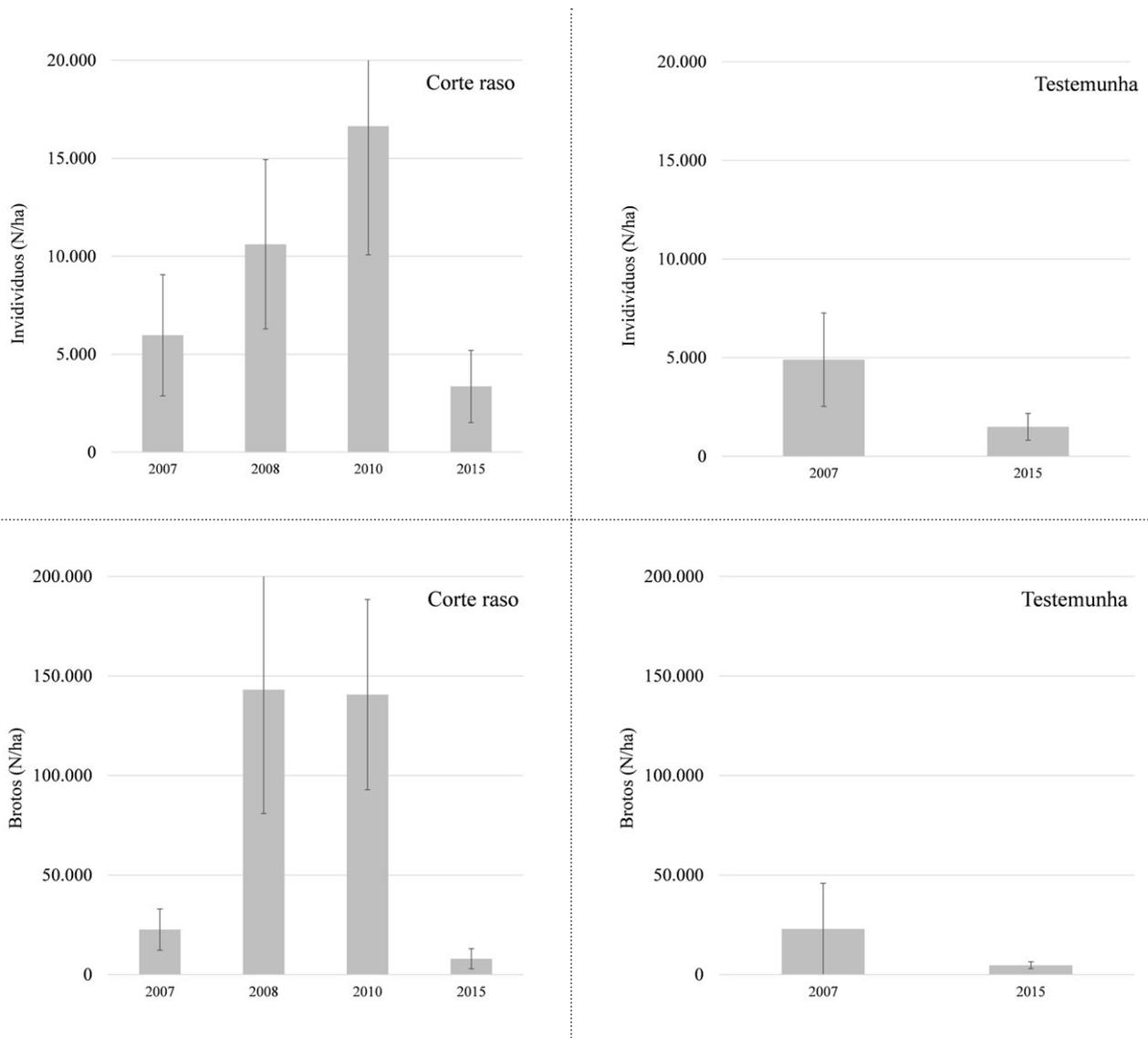




3.6. Dinâmica da regeneração natural nas subparcelas (5m x 5m)

O número de indivíduos por hectare e número de brotos por hectare nas diferentes datas de medição e tratamentos estão apresentados na Tabela 7. A Figura 13 ilustra a dinâmica do número de indivíduos e brotos regenerantes por hectare, nas parcelas cortadas e nas testemunhas. Conforme esperado, não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas nas parcelas de regeneração no pré-corte. Posteriormente o número de indivíduos e brotos regenerantes tiveram alta variação entre anos de medição. Na primeira medição (2008), a regeneração apresentou um aumento considerável quando comparado aos valores do ano anterior. Estes valores atingiram valores máximos em 2010, voltando para valores mais próximos aos das testemunhas em 2015.

Figura 13. Número de indivíduos regenerantes por hectare e número de brotos por hectare nas parcelas cortadas em 2007 e nas testemunhas, onde as barras verticais de erro representam mais e menos um intervalo de confiança ($p = 0,10$) para a média.



A regeneração nas parcelas cortadas apresentou elevado estoque de indivíduos e brotos nos primeiros anos após o corte, e voltou para valores semelhantes as testemunhas 8 anos depois. No entanto, é importante salientar que a área passou por um longo período de estiagem durante as avaliações, o que pode explicar a queda abrupta dos indivíduos regenerantes entre os dois últimos períodos de avaliação (2010 e 2015), bem como a redução do estoque de volume das parcelas testemunhas (Tabela 1) e a demora na recuperação do estoque pré-corte nas áreas exploradas.

Tabela 7. Média de número de indivíduos por hectare e número de brotos (ou plântulas) por hectare segundo os tratamentos. A regeneração é apresentada em duas classes: C1 para plântulas $\leq 1\text{m}$ de altura e C2 para plântulas altura $> 1\text{m}$ e CAP $\leq 6,0\text{cm}$. Os valores entre parênteses representam o erro padrão da média.

		INDIVÍDUOS/ha			BROTOS/ha		
ANO	TRATAMENTO	C1	C2	TOTAL	C1	C2	TOTAL
2007	T1	5600	2800	8400	17600	41600	59200
	T2	1600	1600	3200	3600	6400	10000
	T3	0	6000	6000	0	12400	12400
	T4	1200	800	2000	1600	8400	10000
Média	2007	2100 (1215)	2800 (1143)	4900 (1436)	5700 (4034)	17200 (8228)	22900 (12113)
2015	T1	0	1600	1600	0	6800	6800
	T2	0	2400	2400	0	2400	2400
	T3	0	1600	1600	0	5200	5200
	T4	0	400	400	0	4400	4400
Média	2015	0 (0)	1500 (412)	1500 (412)	0 (0)	4700 (915)	4700 (915)
2007	100 m	2000	3333	5333	7200	16933	24133
	80 m	1333	5467	6800	3467	19733	23200
	60 m	2800	4533	7333	6133	23867	30000
	40 m	1467	3333	4800	3467	13733	17200
	0m	400	5200	5600	933	17600	18533
Média	2007	1600 (396)	4373 (451)	5973 (472)	4240 (1106)	18373 (1677)	22613 (2271)
2008	100 m	9867	133	10000	178933	267	179200
	80 m	12800	0	12800	180800	0	180800
	60 m	11467	0	11467	144000	0	144000
	40 m	8667	0	8667	116133	0	116133
	0m	10133	0	10133	95200	0	95200
Média	2008	10587 (710)	27 (27)	10613 (704)	143013 (16923)	53 (53)	143067 (16951)

INDIVÍDUOS/ha					BROTOS/ha		
ANO	TRATAMENTO	C1	C2	TOTAL	C1	C2	TOTAL
2010	100 m	7333	5600	12933	86933	72667	159600
	80 m	5333	11867	17200	60800	89200	150000
	60 m	6667	9867	16533	57333	80533	137867
	40 m	4800	8000	12800	37067	93067	130133
	0m	10000	13733	23733	30000	95600	125600
Média	2010	6827 (914)	9813 (1425)	16640 (1989)	54427 (10009)	86213 (4241)	140640 (6290)
2015	100 m	533	3333	3867	2267	10400	12667
	80 m	800	3867	4667	3867	7733	11600
	60 m	133	2800	2933	133	5600	5733
	40 m	0	2000	2000	0	3733	3733
	0m	1200	2133	3333	1467	4667	6133
Média	2015	533 (219)	2827 (354)	3360 (447)	1547 (718)	6427 (1194)	7973 (1754)

As Figuras 14 e 15 ilustram a dinâmica dos indivíduos regenerantes ao longo dos períodos de avaliação, considerando o percentual de indivíduos oriundos de brotações (ao invés de origem de semente ou rebrota de raiz), do número médio de brotos por toco e do número total de regenerantes por hectare. A regeneração proveniente de brotações, que era de 16% antes do corte, foi de 100% um ano após o corte. Este valor foi diminuindo gradualmente ao longo dos anos até atingir um valor próximo ao observado no pré-corte em 2015. O número de brotos por toco seguiu dinâmica semelhante, passando de quatro brotos por toco no pré-corte, 14 brotos por toco um ano após o corte e voltando a valores próximos ao pré-corte em 2015.

Figura 14. Dinâmica da regeneração dos tratamentos ao longo dos anos de medição contrastando as parcelas de corte raso e as testemunhas.

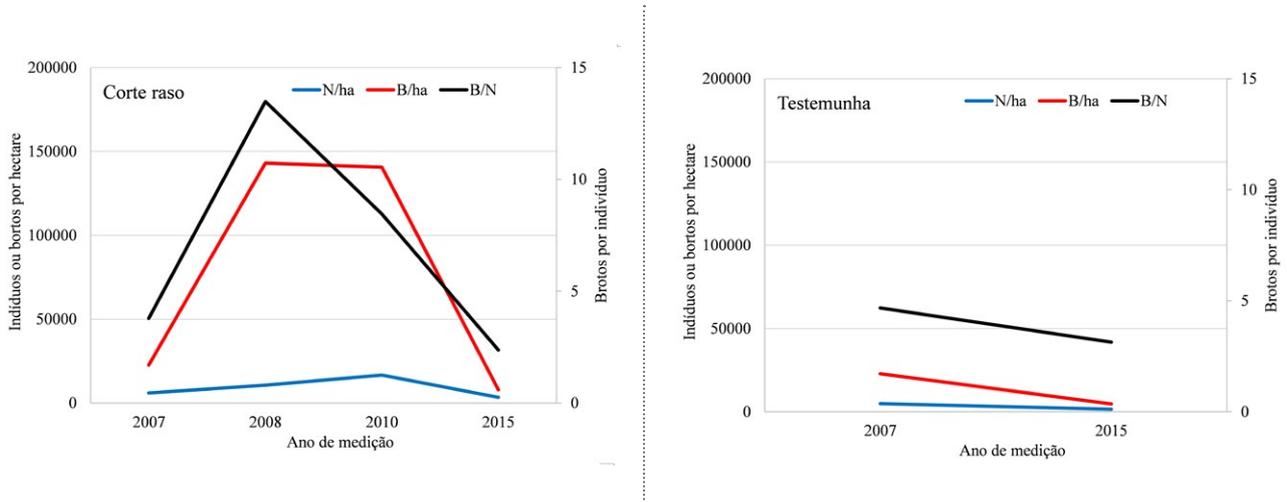
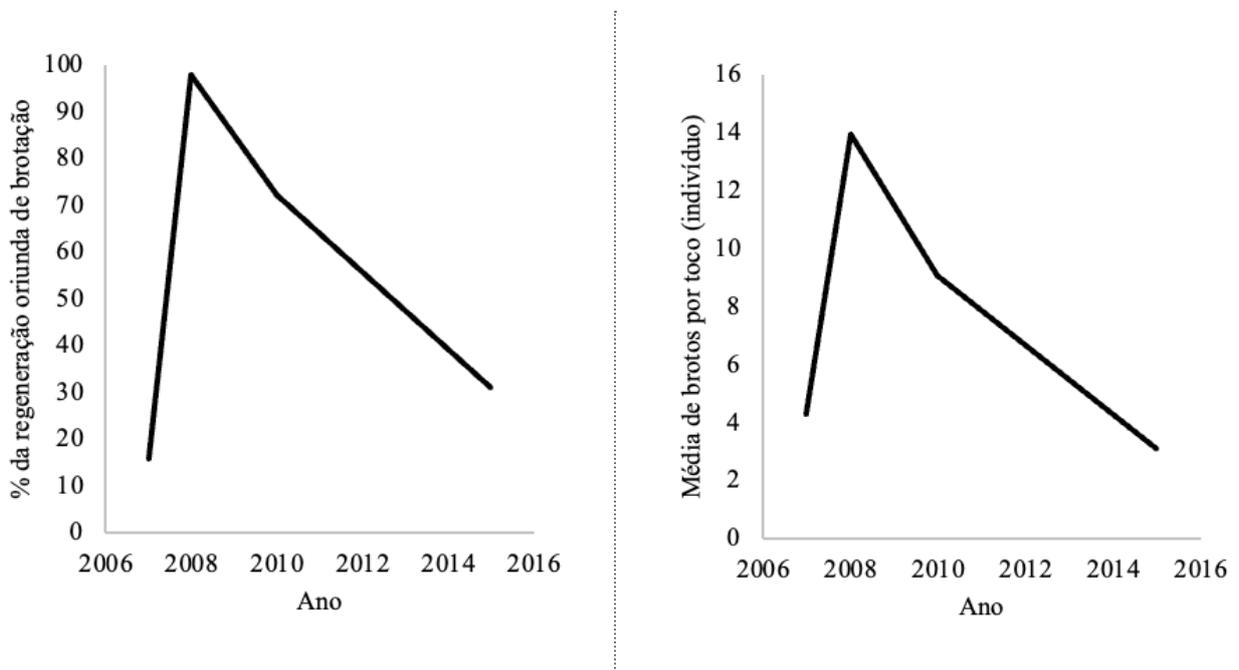


Figura 15. Dinâmica dos indivíduos regenerantes considerando o percentual de indivíduos oriundos de brotações e número médio de brotos por toco durante o pré-corte (2007), um (2008), três (2010) e oito (2015) anos após o corte raso.





4. RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DE PESQUISA

(a) *Há impacto significativo na riqueza e diversidade conforme a largura da faixa de corte?*

Não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas; portanto a largura da faixa de corte não influencia na quantidade de espécies encontradas e na sua diversidade (conforme valores do índice de Shannon).

.....

(b) *Como variam a riqueza e a diversidade da vegetação ao longo do tempo e conforme a largura de corte?*

Para a riqueza, o impacto do corte raso foi atenuado conforme o tempo. Após 8 anos, a riqueza média nas parcelas que receberam corte raso era de 7,4 espécies, contra 13 espécies nas parcelas testemunha. Aos 15 anos, essa diferença caiu para 15,2 espécies nas parcelas de corte raso contra 18 espécies nas testemunhas. O Índice de Shannon seguiu o mesmo padrão ao longo dos anos, atingindo 80% dos valores observados nas testemunhas 15 anos após o corte.

.....

(c) *Houve impacto dos tratamentos na estrutura diamétrica?*

A distribuição do volume por classe diamétrica foi típica de uma floresta inequiana, tanto nos tratamentos quanto nas testemunhas. No pré-corte, cerca de 70% do volume cilíndrico das árvores estava localizado em árvores com DAP menores que 13cm. Após 15 anos, a concentração de volume em classes de menor diâmetro aumentou nas parcelas testemunhas, sendo 70% do volume cilíndrico agora localizado em árvores com DAP menores que 10cm. Nas parcelas de corte raso 70% do volume estava concentrado nas árvores com DAP menores que 7cm.

Outra forma de avaliar o efeito do corte raso na distribuição diamétrica consiste em avaliar o percentual de volume localizado nas três primeiras classes de diâmetro, com valor máximo de 5cm. As parcelas testemunha apresentaram 30,3% e 34,8% de seu volume em árvores com DAP menores que 5cm, para o levantamento de 2007 e 2022, respectivamente. Já as parcelas de corte raso apresentaram concentração de volume de 61,8% em árvores com DAP menores que 5cm, 15 anos após o corte.

Estes resultados indicam que o manejo florestal desta vegetação é capaz de fornecer produção volumétrica compatível com valores de florestas não exploradas, desde que ciclos de corte adequados sejam aplicados. No entanto, o volume proveniente de florestas em segundo ciclo de corte estará concentrado em um maior número de fustes de menor diâmetro, quando comparado a florestas no primeiro ciclo de corte.

.....

(d) Qual o tempo de recuperação do estoque inicial?

Quinze anos após a intervenção, as parcelas de corte raso alcançaram 85% dos valores registrados nas testemunhas para as variáveis DAP, altura total e fustes por hectare. Já a recuperação em termos de área basal e volume foi menor; com 51% e 43% dos valores encontrados nas testemunhas. Como o estoque inicial é altamente variável no tempo, a determinação de um número de anos para recuperá-lo implica em grande incerteza. Nesta UE, varia de 22 a 34 anos.

.....

(e) Qual o ciclo de corte ideal?

Levando-se em consideração um IMA igual a $0,98\text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$ e valor alvo de estoque de $33,7\text{m}^3/\text{ha}$ (média das testemunhas em 2022), estima-se um ciclo de 22 a 34 anos para as parcelas que sofreram o corte raso recuperarem o estoque volumétrico de madeira compatível com os valores da vegetação não perturbada (testemunhas).

.....



5. RECOMENDAÇÕES PARA A PRÁTICA DO MFS

O tamanho da faixa de corte raso não apresentou efeitos significativos na regeneração da floresta de Caatinga manejada em Petrolina. Porém, o experimento avaliou a largura das faixas até o limite de 100 m. Extrapolações para dimensões maiores, bem como para localidades e condições climáticas distintas, devem ser realizadas com cautela.

Até os quinze anos, o volume nas parcelas cortadas não recuperou o existente antes do corte, e variou muito nas parcelas de testemunha. Recomenda-se a continuidade do estudo para determinar, com mais acuidade, o ciclo de corte ideal.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANDRADE-LIMA, D. The Caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 4, p. 149-163, 1981.
- ARAÚJO FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C. **Desenvolvimento sustentado da Caatinga**. Sobral: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Circular Técnica n. 13, 1997, 19 p.
- CALIXTO JÚNIOR, J. T.; DRUMOND, M. A. Estrutura fitossociológica de um fragmento de Caatinga strictu sensu 30 anos após o corte raso, Petrolina-PE, Brasil. **Revista Caatinga**, v.24, n. 2, p. 67-74, 2011.
- COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO DA REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA. **Rede de manejo florestal da Caatinga: protocolo de medições de parcelas permanentes**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. 26p.
- CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; GIONGO, V.; SA, I. B.; TAURA, T. A.; ARAUJO FILHO, J. C. de; SILVA, M. S. L. da; PARAHYBA, R. da B. V.; LUCENA, A. M. A. de. **Solos da margem esquerda do rio São Francisco: município de Petrolina, Estado de Pernambuco**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. 173 p. il. (Embrapa Semiárido. Documentos, 236).
- DRUMOND, M.A., KIILL, L.H.P., LIMA, P.C.F., OLIVEIRA, M.C., OLIVEIRA, V.R., ALBUQUERQUE, S.G., NASCIMENTO, C.E.S.; CAVALCANTI, J. **Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga**. In: Seminário para avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga. Petrolina, p. 329-340, 2000.
- GARIGLIO, M. A.; BARCELLOS, N. D. E. **Manejo florestal sustentável em assentamentos rurais na Caatinga: estudo de caso na Paraíba e Pernambuco**. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília, DF: MMA, 2010. p. 116-127.
- LUCENA, R.F.P. **A hipótese da aparência ecológica poderia explicar a importância local de recursos vegetais em uma área de Caatinga?** Dissertação (Mestrado) em Botânica – UFRPE, 2005, 80 f.
- SANTOS, J. M. F. F.; SANTOS, D. M.; LOPES, C. G. R.; SILVA, K. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L. Natural regeneration of the herbaceous community in a semiarid region in Northeastern Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 185, n. 10, p. 8287-8302, 2013.

ANEXO 1

Dominância relativa em volume cilíndrico (DR %) das espécies arbóreas presentes nos inventários pré-corte, 8 e 15 anos após aplicação dos tratamentos de largura de faixa de corte raso, os valores de ABPH por hectare para cada idade e tratamento são apresentados para permitir computar os valores de DR para cada espécie.

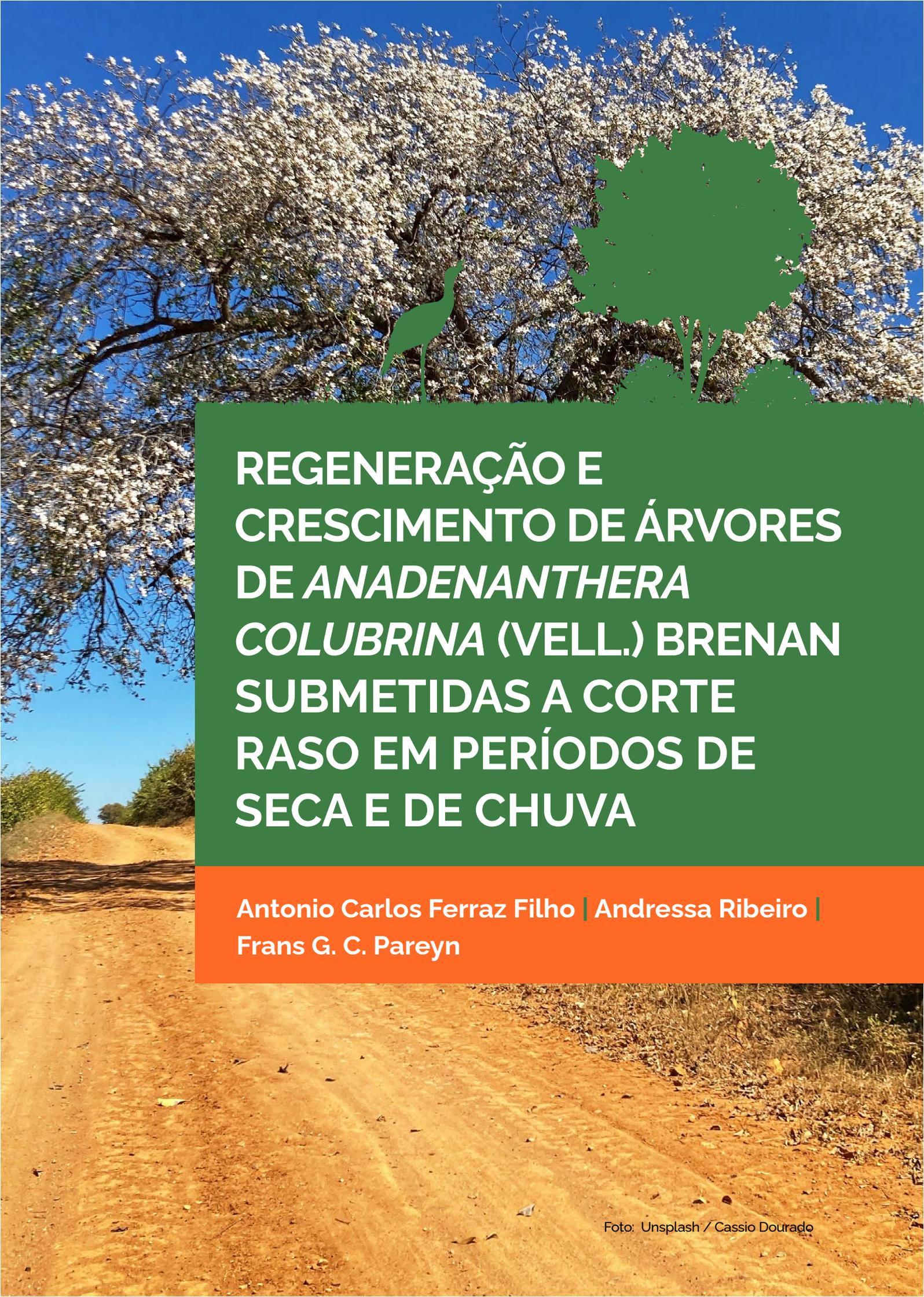
INVENTÁRIO PRÉ-CORTE											
0 m ABPH = 40,6 m ³ /ha		40 m; ABPH = 47,2 m ³ /ha		60 m ABPH = 25,8 m ³ /ha		80 m ABPH = 41,2 m ³ /ha		100 m ABPH = 36,6 m ³ /ha		TESTEMUNHA ABPH = 26,9 m ³ /ha	
ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)
Jurema-preta	42	Jurema-preta	34	Catingueiri- nha	28	Jurema-preta	24	Jurema-preta	39	Jurema-preta	34
Catingueiri- nha	22	Catingueiri- nha	18	Jurema-preta	25	Catingueiri- nha	22	Catingueiri- nha	15	Catingueiri- nha	25
Burra-leiteira	13	Burra-leiteira	14	Orelha-de- onça	13	Orelha-de- onça	15	Orelha-de- onça	11	Orelha-de- onça	13
Umbuzeiro	9	Sete-cascas	7	Sete-cascas	7	Angico-de- caroço	10	Sete-cascas	10	Maniçoba	9
Maniçoba	4	Baraúna	7	Pereiro	7	Quebra-faca	5	Marmeleiro	7	Quebra-faca	5
Orelha-de- onça	4	Quebra-faca	5	Quebra-faca	4	Maniçoba	5	Pereiro	6	Burra-leiteira	5
Baraúna	2	Jurema-de- imbira	3	Maniçoba	3	Imburana-de- cambão	4	Maniçoba	4	Pinhão	3
Espinheiro	1	Mandacaru	2	Burra-leiteira	3	Sete-cascas	4	Pinhão	3	NI	2
Quebra-faca	1	Maniçoba	2	Jurema- branca	3	Baraúna	4	Jurema-de- imbira	2	Sete-cascas	1
Pinhão	1	Arapiraca	2	Pinhão	1	Burra-leiteira	2	Quebra-faca	2	Alecrim	1
Mororó	1	Orelha-de- onça	2	Mororó	1	Mororó	1	Mororó	1	Jurema-de- imbira	1
Alecrim	0	Feijão-bravo	1	Jurema-de- imbira	1	Pinhão	1	Burra-leiteira	1	Imburana- de-cambão	0
Sete-cascas	0	Marmeleiro	1	Baraúna	1	Jurema-de- imbira	1	Alecrim	0	Baraúna	0
Molequ-duro	0	Pinhão	1	Aroeira	1	Pereiro	1	Imbiruçu	0	Mororó	0
Imburana-de- cambão	0	Mororó	0	Jurema-Ra- ma-de-boi	1	Jurema-branca	0	Baraúna	0	Marmeleiro	0
Marmeleiro	0	Alecrim	0	Alecrim	0	Alecrim	0	-	-	Molequ- duro	0
-	-	Pau-de- chumbo	0	Imburana- de-cambão	0	Rompe-gibão	0	-	-	Imbiruçu	0
-	-	São-João	0	São-João	0	São-João	0	-	-	-	-
-	-	Imburana- de-cambão	0	Angico-de- bezerro	0	Angico-de- bezerro	0	-	-	-	-
-	-	-	-	Pau-de- chumbo	0	Imbiruçu	0	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Jurema-Ra- ma-de-boi	0	-	-	-	-

8 ANOS APÓS O CORTE RASO

0 m ABPH = 4,0 m ³ /ha		40 m ABPH = 6,4 m ³ /ha		60 m ABPH = 3,3 m ³ /ha		80 m ABPH = 5,7 m ³ /ha		100 m ABPH = 3,9m ³ /ha		TESTEMUNHA ABPH = 21,2m ³ /ha	
ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)
Baraúna	32	Baraúna	63	Jurema-preta	31	Baraúna	52	Jurema-preta	34	Imbiruçu	25
Jurema-preta	27	Orelha-de-onça	10	Baraúna	18	Maniçoba	12	Maniçoba	27	Catingueirinha	18
Maniçoba	26	Maniçoba	9	Orelha-de-onça	16	Pinhão	12	Orelha-de-onça	24	Orelha-de-onça	15
Orelha-de-onça	12	Angico-de-carçoço	8	Maniçoba	14	Orelha-de-onça	9	Pinhão	11	Maniçoba	13
Imbiruçu	1	Pinhão	3	Pinhão	12	Jurema-preta	9	Baraúna	4	Burra-leiteira	7
Pinhão	1	Jurema-preta	3	Aroeira	8	Imburana-de-cambão	5	Sete-cascas	1	Jurema-preta	7
Sete-cascas	0	Imburana-de-cambão	1	Imburana-de-cambão	2	-	-	-	-	Pinhão	5
-	-	Sete-cascas	1	-	-	-	-	-	-	Sete-cascas	5
-	-	Imbiruçu	1	-	-	-	-	-	-	Imburana-de-cambão	3
-	-	Quebra-faca	1	-	-	-	-	-	-	Quebra-faca	2
-	-	Catingueirinha	0	-	-	-	-	-	-	Jurema-de-imbira	1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Baraúna	0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mororó	0

15 ANOS APÓS O CORTE RASO

0 m ABPH = 15,3 m ³ /ha		40 m ABPH = 18,5 m ³ /ha		60 m ABPH = 11,3 m ³ /ha		80 m ABPH = 15,8 m ³ /ha		100 m ABPH = 12,3 m ³ /ha		TESTEMUNHA ABPH = 33,7 m ³ /ha	
ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)	ESPÉCIE	DR (%)
Imburana-de-cambão	35	Baraúna	45	Pinhão	20	Maniçoba	17	Maniçoba	25	Imbiratanha	18
Maniçoba	20	Maniçoba	17	Maniçoba	17	Imburana-de-cambão	14	Jurema-preta	20	Jurema-preta	15
Jurema-preta	13	Pinhão	10	Jurema-preta	15	Pinhão	13	Faveleira	11	Maniçoba	12
Baraúna	10	Jurema-preta	8	Imburana-de-cambão	10	Baraúna	13	Pinhão	10	Catingueirinha	10
Pinhão	5	Sete-cascas	6	Faveleira	8	Aroeira	12	Marmeleiro	9	Faveleira	9
Orelha-de-onça	5	Faveleira	5	Sete-cascas	7	Angico-de-carçoço	10	Sete-cascas	6	Imburana-de-cambão	9
Imbiratanha	3	Imburana-de-cambão	4	Orelha-de-onça	6	Jurema-preta	5	Orelha-de-onça	6	Burra-leiteira	6
Faveleira	2	Orelha-de-onça	3	Baraúna	6	Faveleira	4	NI	3	Sete-cascas	6
NI	2	Marmeleiro	1	Aroeira	5	Jurema-branca	4	Aroeira	2	NI	4
Burra-leiteira	1	NI	1	Pereiro	2	Orelha-de-onça	4	Imbiratanha	2	Pinhão	2
Catingueirinha	1	Gameleiro	1	Catingueirinha	1	Catingueirinha	1	Baraúna	1	Angico-de-bezorro	2
Angico-de-bezorro	1	-	-	Angico-de-bezorro	1	Marmeleiro	1	Pereiro	1	Orelha-de-onça	2
Sete-cascas	0	-	-	Jurema-vermelha	1	Sete-cascas	1	Mororó	0	Quebra-faca	2
Mororó	0	-	-	NI	1	Angico-de-bezorro	0	Catingueirinha	0	Jurema-vermelha	1
-	-	-	-	Mororó	0	Pereiro	0	Imburana-de-cambão	0	Marmeleiro	0
-	-	-	-	Burra-leiteira	0	NI	0	Alecrim	0	Mororó	0
-	-	-	-	-	-	Mororó	0	Jurema-vermelha	0	Baraúna	0
-	-	-	-	-	-	-	-	Angico-de-bezorro	0	Jurema-branca	0



REGENERAÇÃO E CRESCIMENTO DE ÁRVORES DE *ANADENANTHERA* *COLUBRINA* (VELL.) BRENAN SUBMETIDAS A CORTE RASO EM PERÍODOS DE SECA E DE CHUVA

Antonio Carlos Ferraz Filho | Andressa Ribeiro |
Frans G. C. Pareyn



1. INTRODUÇÃO

O termo floresta tropical sazonalmente seca caracteriza vegetações com as seguintes qualidades: temperatura média anual maior que 17°C; precipitação anual média entre 200mm e 2.500mm; razão da evapotranspiração potencial para a precipitação anual menor que 1 (MURPHY; LUGO, 1986). Segundo os mesmos autores, tais florestas possuem como força ecológica dominante a sazonalidade da precipitação, onde as atividades biológicas – como crescimento, reprodução e distribuição geográfica da flora e fauna – são determinadas por limitações de umidade. A característica mais marcante destas florestas é o período de seca estendido, com a maioria da precipitação (~ 80%) ocorrendo durante um período de 180 dias (MAASS; BURGOS, 2011; ALLEN *et al.*, 2017). É estimado que exista cerca de 1 milhão de quilômetros quadrados de florestas tropicais sazonalmente secas distribuídas nas três regiões tropicais, sendo 54% delas na América do Sul (MILES *et al.*, 2006).

O angico-de-carço, nome popular da espécie *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, é considerada uma das espécies mais representativas das florestas tropicais sazonalmente secas, presentes na América do Sul, sendo encontrada no Brasil, Paraguai, Bolívia e Argentina, em altitudes variando de 100 a 2.000 metros acima do nível do mar (GIAMMINOLA *et al.*, 2020). A espécie possui fuste reto, cilíndrico, base sem saliências, raízes subterrâneas, casca acinzentada com estrias e grandes acúleos (MEDEIROS *et al.* 2022). A presença destes acúleos, denominados regionalmente como carços, origina o nome popular da espécie (Figura 1). A ampla distribuição geográfica da espécie a torna importante para vários povos americanos, sendo considerada uma árvore sagrada e usada por civilizações pré-colombianas por milênios para fins medicinais e rituais, devido à presença de alcaloides nas suas sementes (KNOBLOCH, 2000; MILLER *et al.*, 2019).

Figura 1. Indivíduo de UE Angico-de-carço com detalhe da casca.



Foto: Eliza R. G. M. Albuquerque

No Brasil, o angico-de-carço ocorre em toda a região Nordeste, além dos estados de Tocantins, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná (PAREYN *et al.*, 2018). É uma árvore extraída de matas nativas e utilizada para fins madeireiros (SANTANA *et al.*, 2010), medicinais (SOLDATI; ALBUQUERQUE, 2010; WEBER *et al.*, 2011; DELICES *et al.*, 2023) e sua casca é empregada no curtume de couro (LIMA-NASCIMENTO *et al.*, 2018; PAREYN *et al.*, 2018), destacando ainda o potencial para fins melíferos, ornamentais e na arborização urbana (CAVALCANTE *et al.*, 2017; CORADIN *et al.*, 2018; BISPO *et al.*, 2022).

A casca de angico-de-carço, além de curtir, fornece um colorido vermelho ao couro devido ao alto teor de pigmentos (PAREYN *et al.*, 2012). Embora a quantidade comercializada de casca de angico-de-carço proveniente do extrativismo vegetal tenha diminuído nos últimos anos, ainda são extraídas cerca de 58 toneladas anualmente deste produto, exclusivamente na região Nordeste, totalizando um valor de produção de R\$62.000,00 (IBGE, 2021). Tal comércio torna o angico-de-carço uma fonte de tanante importante para o extrativismo brasileiro, porém pouco valorada e difundida; bastante inferior à produção oriunda da silvicultura, que produz cerca de 200 mil toneladas de casca da acácia negra para fins de curtume, exclusivamente na região Sul.

Pareyn *et al.* (2012) recomendaram um conjunto de boas práticas para a extração da espécie, que podem ser integradas ao manejo florestal sustentável para fins madeireiros, distinguindo-as em manejo de larga e pequena escala. No manejo de larga escala é recomendado o corte raso de árvores com diâmetro à altura do peito (DAP, medido a 1,3 m do solo) maior ou igual a 8 cm (sem considerar os caroços do fuste). O corte deve ser feito em forma de bisel, com toco remanescente a uma altura entre 20cm e 30cm. A extração apenas da casca dos indivíduos não é recomendada devido à alta mortalidade depois da intervenção. O ciclo de corte mínimo recomendado era de 12 anos, sendo também recomendado que 25% das árvores sadias e aptas ao corte sejam mantidas na área para atuarem como porta sementes e manutenção de serviços ecológicos. Para o manejo de pequena escala era recomendada a poda seletiva de ramos, seguindo os seguintes critérios: manter a arquitetura da copa, retirar no máximo 30% da copa, retirar os ramos com crescimento para o interior da copa, e manter a forma uniforme e equilibrada da copa para evitar o tombamento das árvores. Para este processo recomenda-se a utilização de ferramentas de corte afiadas ou serras apropriadas para poda. Neste tipo de extração, o ciclo mínimo recomendado é de 6 anos entre uma poda e outra. Mesmo com estudos já existentes, ainda há lacunas relativas ao manejo florestal sustentável desta espécie.

1.1. Motivos para estabelecer esta Unidade Experimental

O objetivo do experimento foi avaliar a capacidade de regeneração do Angico-de-caroço após corte raso em dois períodos de intervenção (chuva e seca). Isso era fundamental tanto para estimar a capacidade de produção de biomassa (madeira para lenha, estacas, mourões e serraria) bem como de casca para tanino (uma vez que a técnica recomendada de retirada parcial da casca da árvore em pé provoca alta mortalidade).

1.2. Perguntas de pesquisa que esta Unidade Experimental pode responder

Esta UE tem um desenho experimental distinto das demais da RMFC. A unidade amostral é a árvore com distribuição das amostras em dois locais distintos com dois períodos de intervenção distintos (chuva e seca). A Unidade busca responder as seguintes perguntas:

- (a) Qual a taxa de sobrevivência das árvores em função do período de corte (chuva ou seca)?**
.....
- (b) Quais as taxas de crescimento observadas?**
.....
- (c) Qual é o ciclo de corte ideal?**
.....

1.3. Hipóteses testadas

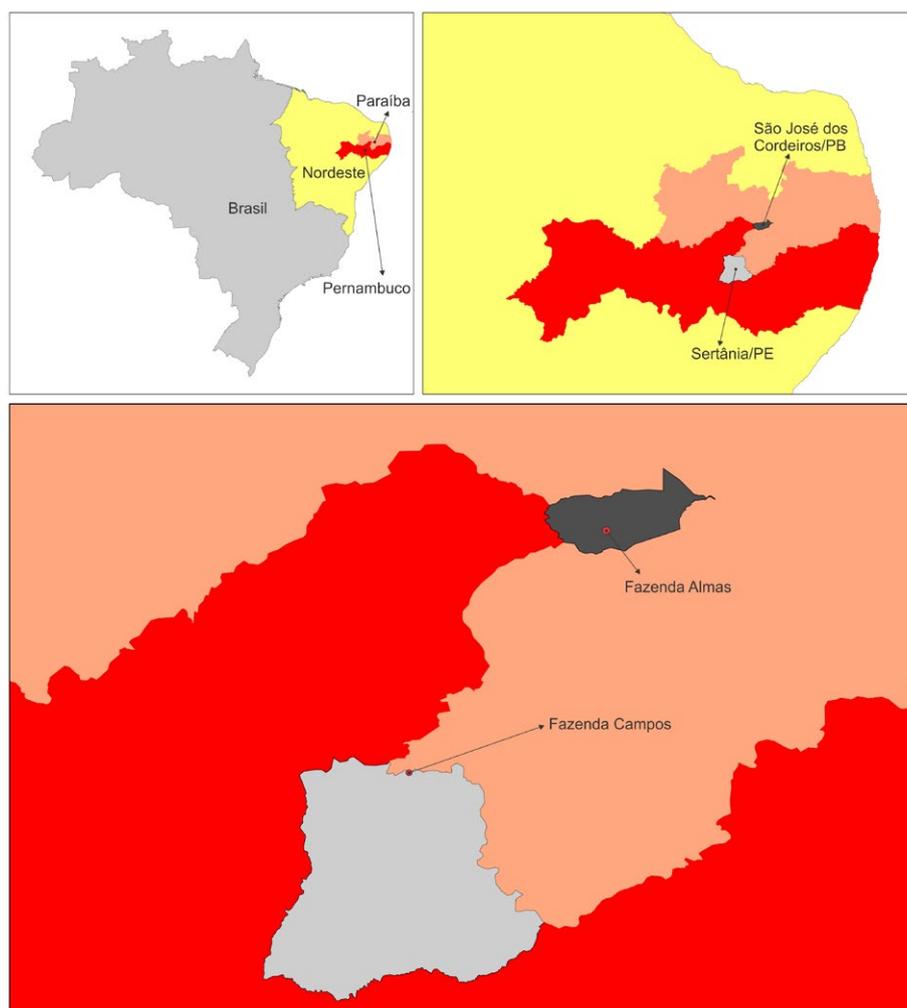
A hipótese nula do experimento é que não existem diferenças na taxa de sobrevivência e crescimento se o corte raso é realizado no período seco ou no período chuvoso.



2. MATERIAL E MÉTODOS

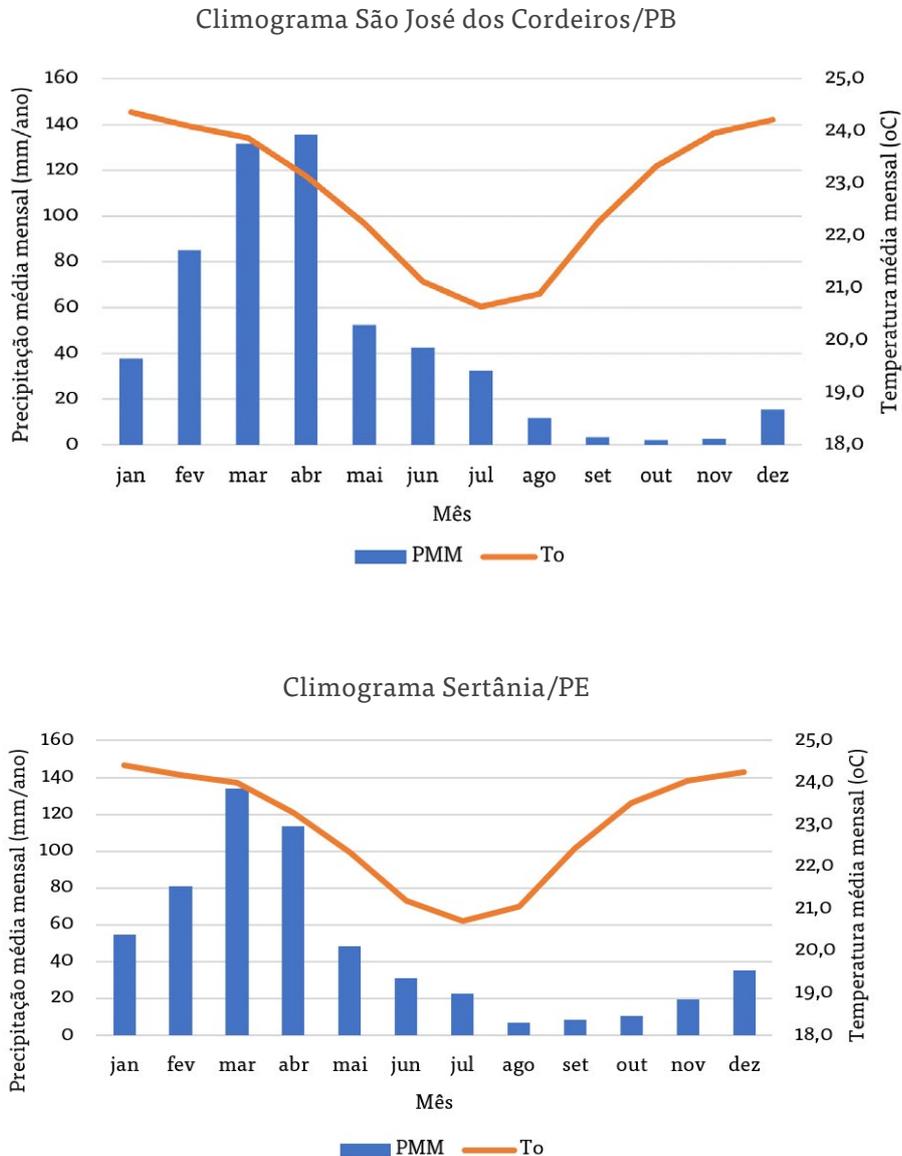
Foram instalados dois experimentos para avaliar a regeneração e crescimento de árvores cortadas de angico-de-carçoço: o primeiro (PB), no município de São José dos Cordeiros (PB) ($7^{\circ} 27' 25''$ S; $36^{\circ} 53' 40''$ O), a 720 metros acima do nível do mar e o segundo (PE) no município de Sertânia (PE) ($7^{\circ} 58' 22''$ S; $37^{\circ} 18' 33''$ S), a 590 metros acima do nível do mar (Figura 2).

Figura 2. Localização das áreas experimentais de Angico-de-carçoço.



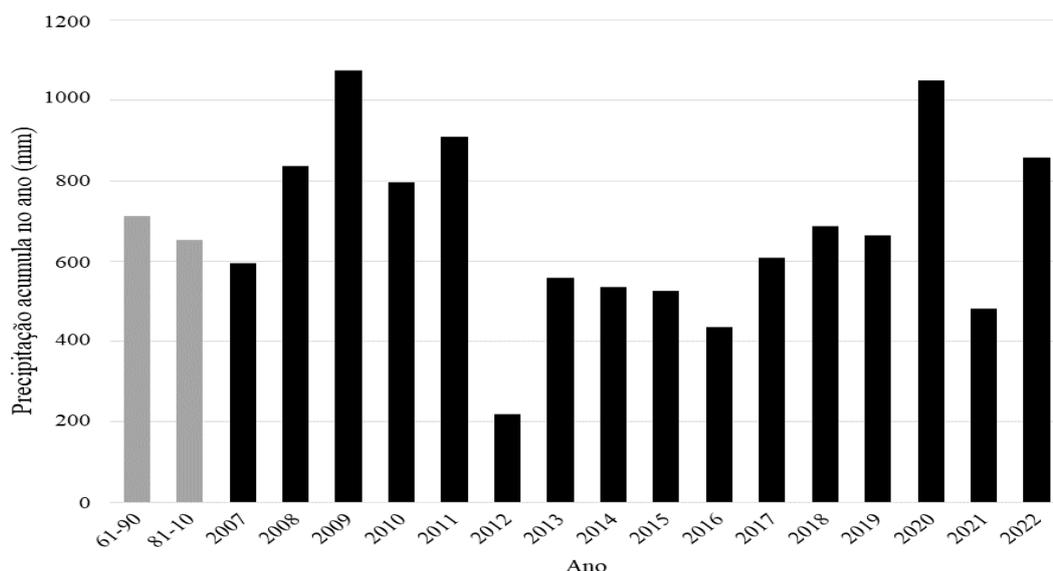
Os dois sítios estão distanciados cerca de 70km lineares entre si e de acordo com Alvares *et al.* (2013), possuem clima do tipo BSh (semiárido quente) da classificação de Köppen, que caracteriza um clima quente, seco e com evapotranspiração potencial anual superior à precipitação anual, em torno de 550mm (Figura 3).

Figura 3. Climograma dos municípios de São José dos Cordeiros/PB e Sertânia/PE.



A temperatura anual média da região é de 23,7°C, sendo que 80% da precipitação anual total ocorre entre os meses de dezembro a maio, caracterizando um longo período de estiagem. A Figura 4 ilustra a precipitação anual acumulada entre o ano de instalação do experimento (2007) e a data da última medição (2022), bem como as duas normas climatológicas disponíveis, de 1961 a 1990 e de 1981 a 2010 para a estação meteorológica de Monteiro, PB, posicionada entre os dois sítios monitorados. Após a instalação do experimento em 2007, e até 2011, a precipitação anual foi cerca de 20% superior que a média, passando por um período de estiagem entre 2012 e 2016, e voltando para valores próximos à normal de 2017 até 2020.

Figura 4. Precipitação acumulada no ano para o período de 2007 (ano de instalação do experimento) até 2022 (ano da última medição) para a estação climatológica localizada em Monteiro, PB. As colunas em cinza indicam as Normais Climatológicas da estação para os períodos de 1961-1990 e 1981-2010. A linha azul representa a PMA do período. (Fonte: www.inmet.gov.br).



O solo na área de São José dos Cordeiros (PB) é do tipo Luvissole Crômico Órtico típico, com horizonte A moderado, textura média/argilosa, fase pedregosa, com relevo suave ondulado, com boa fertilidade e profundidade até 0,6m. Em Sertânia (PE), o tipo de solo é Luvissole Crômico Órtico lítico, com horizonte A moderado, textura média cascalhenta, fase pedregosa, relevo suave ondulado com boa fertilidade, porém mais raso (0,45m), transicionando para Neossolo Litólico. Em ambas as áreas a vegetação típica é a caatinga hiperxerófila. Dado à proximidade geográfica dos dois sítios de pesquisa (Figura 2), considera-se que a maior diferença entre ambos sejam as características de solo, sendo as demais características abióticas relativamente homogêneas.

Ambos os experimentos foram instalados no ano de 2007. A primeira etapa foi realizar um levantamento das árvores de angico-de-caroço presentes nos sítios, por meio de inventários pré-corte. Foram coletados dados de 298 indivíduos no sítio PB e 199 indivíduos no sítio PE, sendo medida a circunferência à altura da base (a 0,3m de altura) e à altura do peito (a 1,3m de altura) com fita métrica e altura total (apenas uma medida por indivíduo) com vara graduada. As circunferências da base e do peito foram transformadas em diâmetro pela razão por π , obtendo o diâmetro à altura da base e à altura do peito (DNB e DAP, respectivamente). Em cada indivíduo de angico-de-caroço foram medidos todos os fustes, e todos eles foram identificados com plaqueta numerada.

As características das árvores medidas no inventário pré-corte estão apresentadas na Tabela 1: três tipos de diâmetro, os máximos, médios e valores seguidos da sigla eq, que significa equivalente. Os valores máximos são relativos ao maior valor de diâmetro que um único fuste apresen-

tou em cada sítio, sendo o maior fuste com 41,4cm de DNB presente no sítio PE. Tal valor suporta usos mais nobres para destinação da madeira, como por exemplo na produção de madeira serrada. Os diâmetros equivalentes são obtidos pela raiz quadrada do somatório dos valores de diâmetro de cada fuste elevados ao quadrado. Enquanto os valores de DAP fornecem uma ideia do tamanho de cada fuste (ou seja, o que é efetivamente colhido), os valores de DAP equivalente permitem estimar a biomassa de cada indivíduo.

Tabela 1. Variáveis dendrométricas provenientes do inventário pré-corte realizado em 2007 para os indivíduos de angico-de-carço separadas por sítio.

VARIÁVEL	PB*	PE*
Número de indivíduos	298	199
Número de fustes (0,3 m)	445	501
Número de fustes (1,3 m)	510	610
Fustes/indivíduo (0,3 m)	1,5	2,5
Fustes/indivíduo (1,3 m)	1,7	3,1
Área basal total (m ²)	11,7	10,3
Área basal colhida (m ²)	4,6	5,5
% Área basal colhida	39,5	53,4
Volume total (m ³)	57,4	72,0
Volume colhido (m ³)	23,7	39,0
% Volume colhido	41,3	54,1
Máximo DNB (cm)	36,9	41,4
Máximo DAP (cm)	34,4	27,7
Máximo altura (m)	12	12
Média DNB (cm)	20,0 (5,7)	18,1 (6,0)
Média DAP (cm)	16,6 (4,2)	14,1 (3,9)
Média DNBeq (cm)	25,5 (9,4)	31,4 (11,5)
Média DAPEq (cm)	21,6 (5,9)	24,8 (6,5)
Média altura (m)	7,6 (1,3)	10,0 (1,0)

*valores em parênteses representam o desvio padrão. DNB = diâmetro na base (0,3m); DAP = diâmetro à altura do peito (1,3m) e eq = diâmetro equivalente.

Os povoamentos dos dois sítios experimentais apresentaram como uma das principais diferenças o número de fustes por indivíduo, sendo 1,7 em PB e 3,1 em PE. Devido ao maior número de fustes por indivíduo, o sítio PE apresentou maiores valores de DAP equivalente do que o sítio PB (Tabela 1). Antes do corte, o sítio experimental PB foi caracterizado como um povoamento aberto (100 a 200 árvores por hectare), sendo os indivíduos de angico-de-carço codominantes com indivíduos de aroeira e, em sua maioria, angicos de pé franco (apenas um fuste). Também antes do corte, o sítio experimental em PE foi caracterizado como um povoamento denso (600 a 1.000 indivíduos por hectare), praticamente puro e coetâneo com menos de 40 anos⁹, com a maioria das árvores apresentando fustes múltiplos. Ambas os sítios eram destinados ao cultivo de palma forrageira antes das árvores se regenerarem naturalmente.

Em 2007 foram aplicados dois tratamentos nas árvores de cada sítio: o corte raso no período de chuva e no período de seca, além das árvores testemunhas que não sofreram corte. O corte no período de chuva foi realizado em junho, sendo 46 árvores cortadas no sítio PB e 43 no sítio PE. O corte do período de seca foi realizado no mês de outubro, cortando 54 árvores no sítio PB e 56 no sítio PE. Em termos de volume (m³), foi cortado 41% e 54% do total presente nos sítios PB e PE, respectivamente (Tabela 1). As árvores restantes foram mantidas e monitoradas como testemunhas. A seleção das árvores que receberam os tratamentos de corte e as testemunhas foi feita de forma aleatória nos dois sítios.

O desenvolvimento das árvores foi acompanhado com medições de DNB, DAP, altura e sobrevivência nos anos 2008, 2009, 2011, 2013, 2015, 2018 e 2022, quando o experimento completou 15 anos após o corte (Figura 5). Para os tratamentos de corte, o indivíduo foi considerado sobrevivente se ele apresentou rebrota após o corte em 2008 ou 2009. Em algumas árvores (especialmente na primeira medição após o corte, em 2008) foi realizado apenas a medição da altura dos indivíduos regenerantes, sem medição de DNB ou DAP. Utilizando dados de alguns indivíduos que tiveram diâmetro e altura medidas em 2009, foram ajustadas duas equações para permitir estimar os valores de DNB e DAP das árvores que tiveram apenas sua altura medida:

$$> \text{CAP (cm)} = 1,64682 + 2,15670 \times \text{Altura (m)};$$

$$> \text{CNB (cm)} = 5,11814 + 0,88094 \times \text{CAP (cm)}.$$

Ao todo, 2,4% dos 10.301 fustes medidos ao longo do experimento tiveram apenas sua altura medida. Com o valor de DAP e altura total de todas as árvores foi possível estimar o volume de madeira para cada fuste. Para isto foi utilizada a equação de volume desenvolvida por ALVES JUNIOR (2010):

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = 0,020829 \times \text{CAP (m)}^{1,799468} \times \text{Altura (m)}^{1,360720}.$$

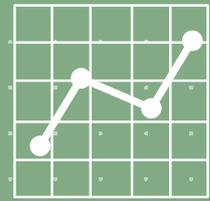
⁹ O proprietário informou que a área foi desmatada e queimada para plantar lavouras anuais por 3 ou 4 anos, e depois palma forrageira, 38 anos antes de instalar o experimento (a idade de seu filho). Porém, a idade das árvores não era conhecida. Como não foi feito estudo dendrocronológico, só pode-se afirmar que as árvores possuem 38 anos ou menos.

O efeito do corte na regeneração das árvores foi avaliado graficamente, observando o desenvolvimento das variáveis ao longo do tempo. Para verificar se houve diferença estatística significativa entre os dois períodos de corte (seca e chuva), os dados da última medição realizada (15 anos) foram utilizados para realizar testes de t (95% de significância), presumindo variâncias equivalentes e considerando cada árvore uma repetição. Por fim, foi quantificado o período necessário do ciclo de corte que garanta retorno das árvores cortadas para tamanhos compatíveis com os do pré-corte, avaliando as variáveis diâmetro médio, diâmetro equivalente, altura e volume.

Figura 5. Rebrotas de indivíduo de Angico-de-carço em 2009 (sítio PB).



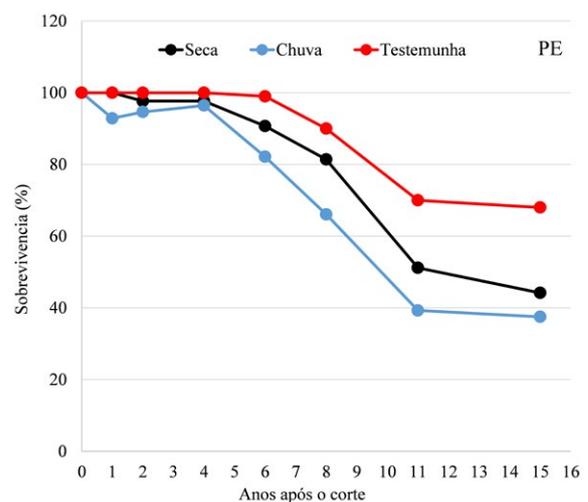
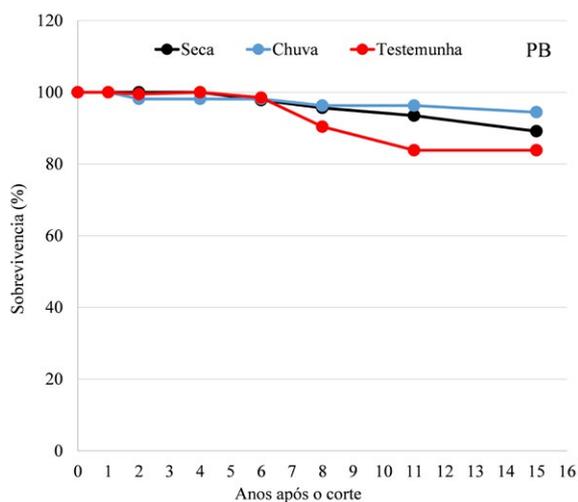
Foto: Banco imagens APNE

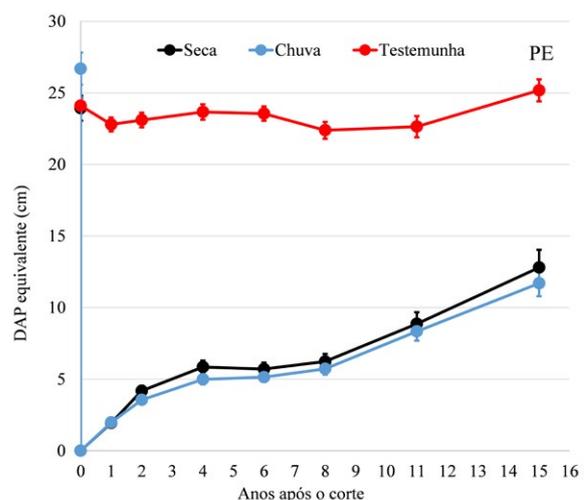
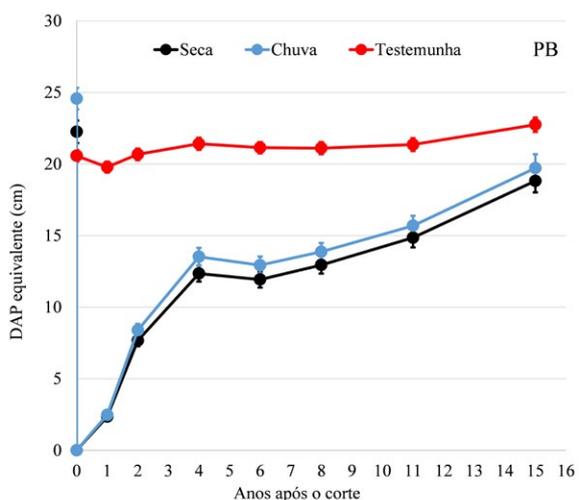
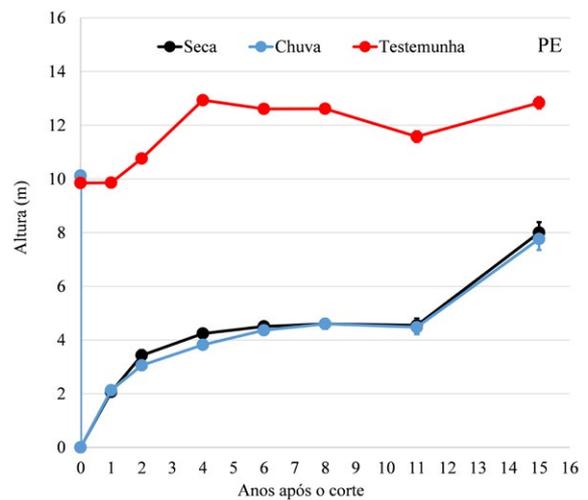
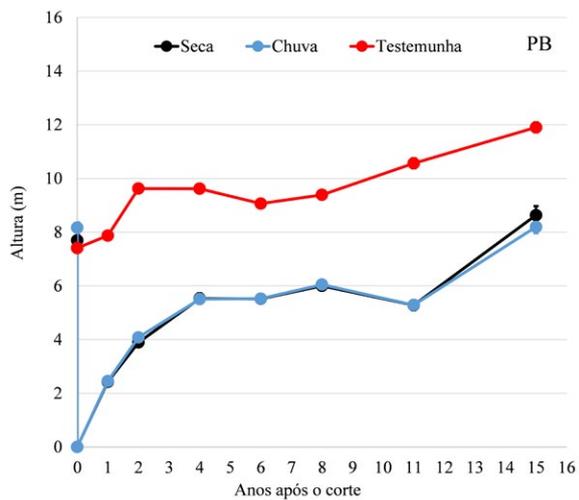
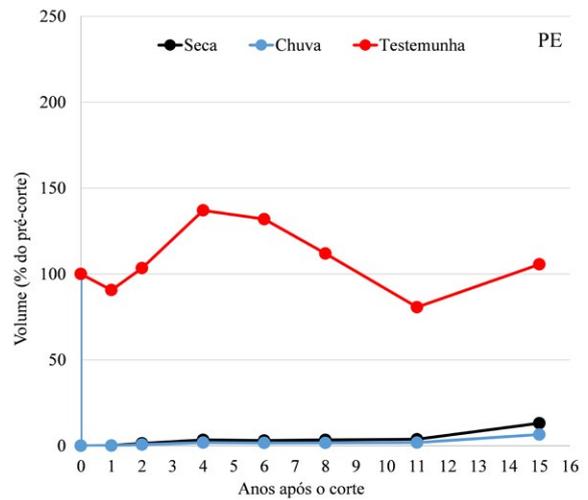
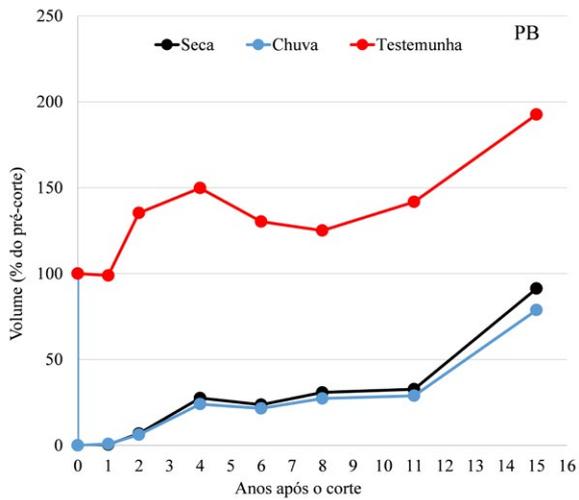


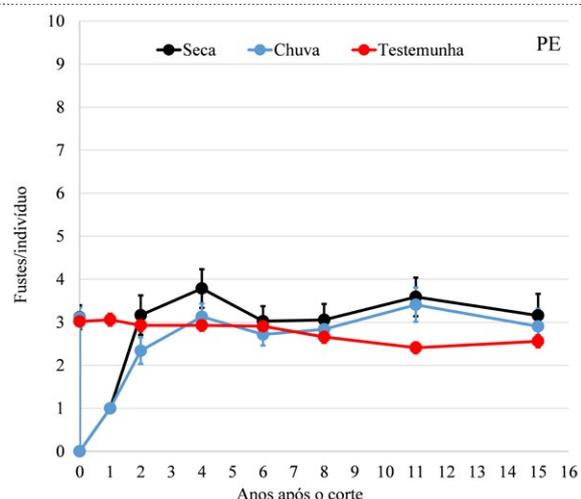
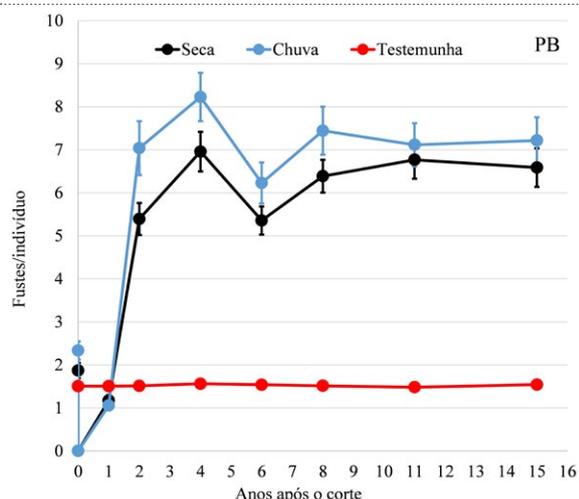
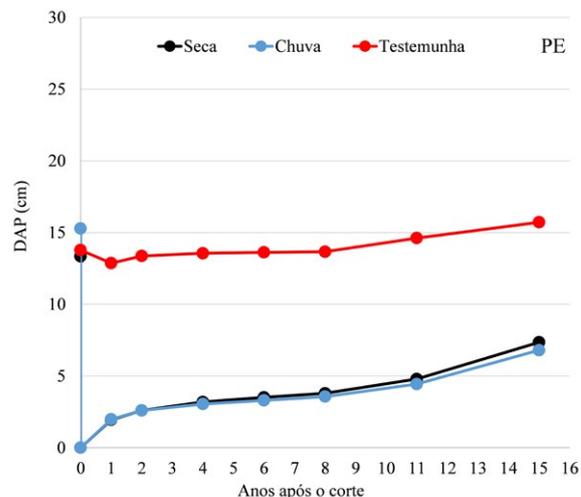
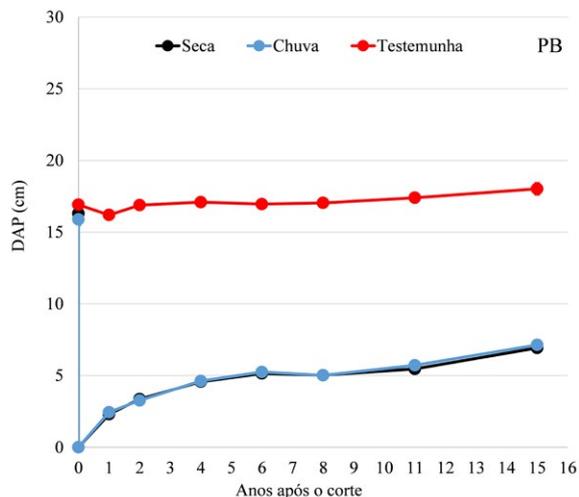
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 6 ilustra o desenvolvimento das variáveis dendrométricas: sobrevivência dos indivíduos, estoque volumétrico em relação ao presente em 2007, altura média, diâmetro à altura do peito equivalente, diâmetro à altura do peito médio dos fustes e número de fustes por indivíduo. Os testes estatísticos de t realizados entre os dois períodos de corte com dados do ano 2022 não indicaram diferença significativa, ao nível de confiança de 95%, para nenhuma das variáveis avaliadas em nenhum dos sítios experimentais (PB: $t(90) = < 1,99$, $p = > 0,13$; PE: $t(38) = < 2,02$, $p = > 0,24$). Não foi realizado o teste de t para as variáveis sobrevivência e volume, que estão em escala percentual.

Figura 6. Desenvolvimento da sobrevivência dos indivíduos, recuperação do volume do pré-corte, altura média, diâmetro equivalente, diâmetro médio dos fustes e número de fustes por indivíduo para os dois sítios experimentais separados por tratamentos de corte no período da seca, no período da chuva e árvores testemunhas. As barras verticais representam mais e menos um desvio padrão da média (exceto para volume e sobrevivência).







Quinze anos após a aplicação dos tratamentos, as árvores cortadas não atingiram o porte das árvores testemunhas (Figura 6). As variáveis DAP equivalente, DAP médio dos fustes, altura e número de brotos por indivíduo apresentaram aumento até 4 anos após o corte (medição de 2011). Nas medições de 2013 e 2015 (6 e 8 anos após o corte), o crescimento das árvores estagnou nos dois sítios monitorados, e o volume das testemunhas caiu no sítio PE, provavelmente em decorrência das escassas chuvas (Figura 4), voltando a apresentar incrementos positivos na medição de 2022.

A sobrevivência apresentou comportamento distinto entre os dois sítios monitorados (Figura 6). No sítio PB foi verificada alta sobrevivência dos indivíduos, independente do tratamento, com média geral de 89% aos 15 anos após o corte. Além desta alta sobrevivência dos indivíduos, o sítio PB também possui elevado número de fustes por indivíduo das árvores que foram cortadas em 2007, com média de 6,9 fustes por indivíduo em 2022 (Figura 7). Já no sítio PE foi verificada uma expressiva diminuição da sobrevivência a partir do sexto ano após o corte, em 2013, que estabilizou a partir dos 11 anos após o corte, em 2018. Este período de alta mortalidade coincidiu com o evento de estiagem que atingiu a região entre 2012 e 2017 (Figura 1). Neste sítio, as testemunhas apresentaram maior sobrevivência (68%) do que os tratamentos (41%). A alta mortalidade no sítio PE, aliado ao baixo número de fustes por indivíduo (Figura 6), resultou em uma baixa recuperação do estoque volumétrico. Espera-se que a recuperação do estoque no sítio PE se acelere nas próximas medições, desde que a precipitação se mantenha em níveis normais. É notável que as dinâmicas observadas

em cada sítio seguem padrões similares nos tratamentos e testemunhas (com exceção para o número de fustes/indivíduo) bem como entre os sítios, porém em patamares distintos. Apenas a variável altura apresenta uma dinâmica e patamares praticamente similares. Não é observada diferença entre os tratamentos de corte na chuva e na seca.

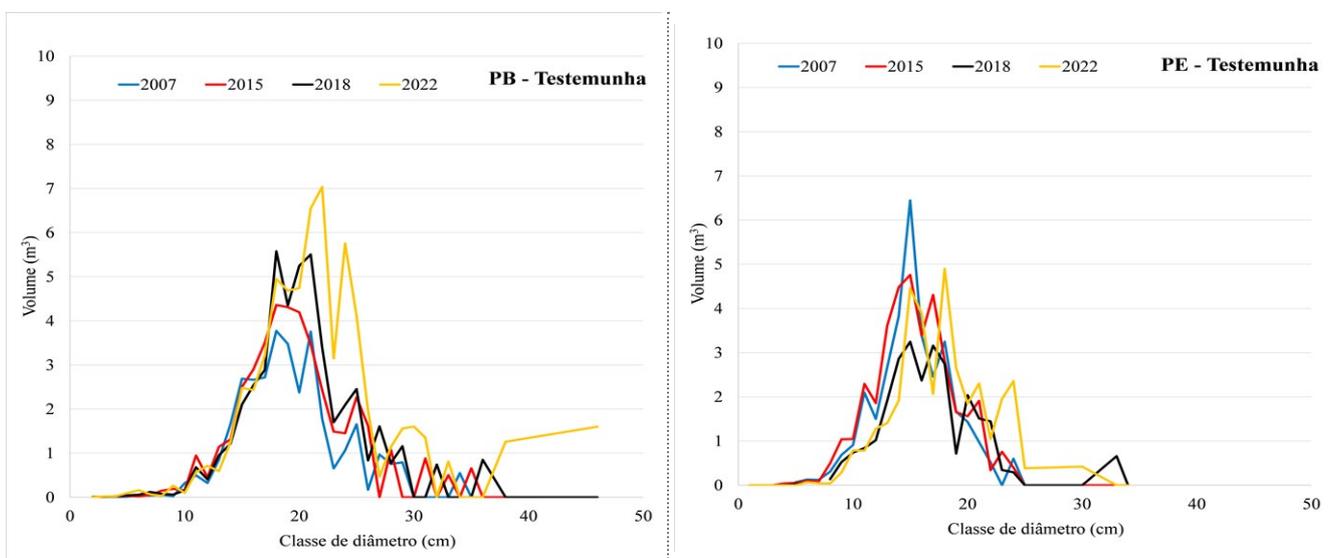
Figura 7. Base de uma árvore regenerante medida em 2022 no sítio PE, ilustrando o elevado número de fustes por indivíduos e a dinâmica de mortalidade de fustes.

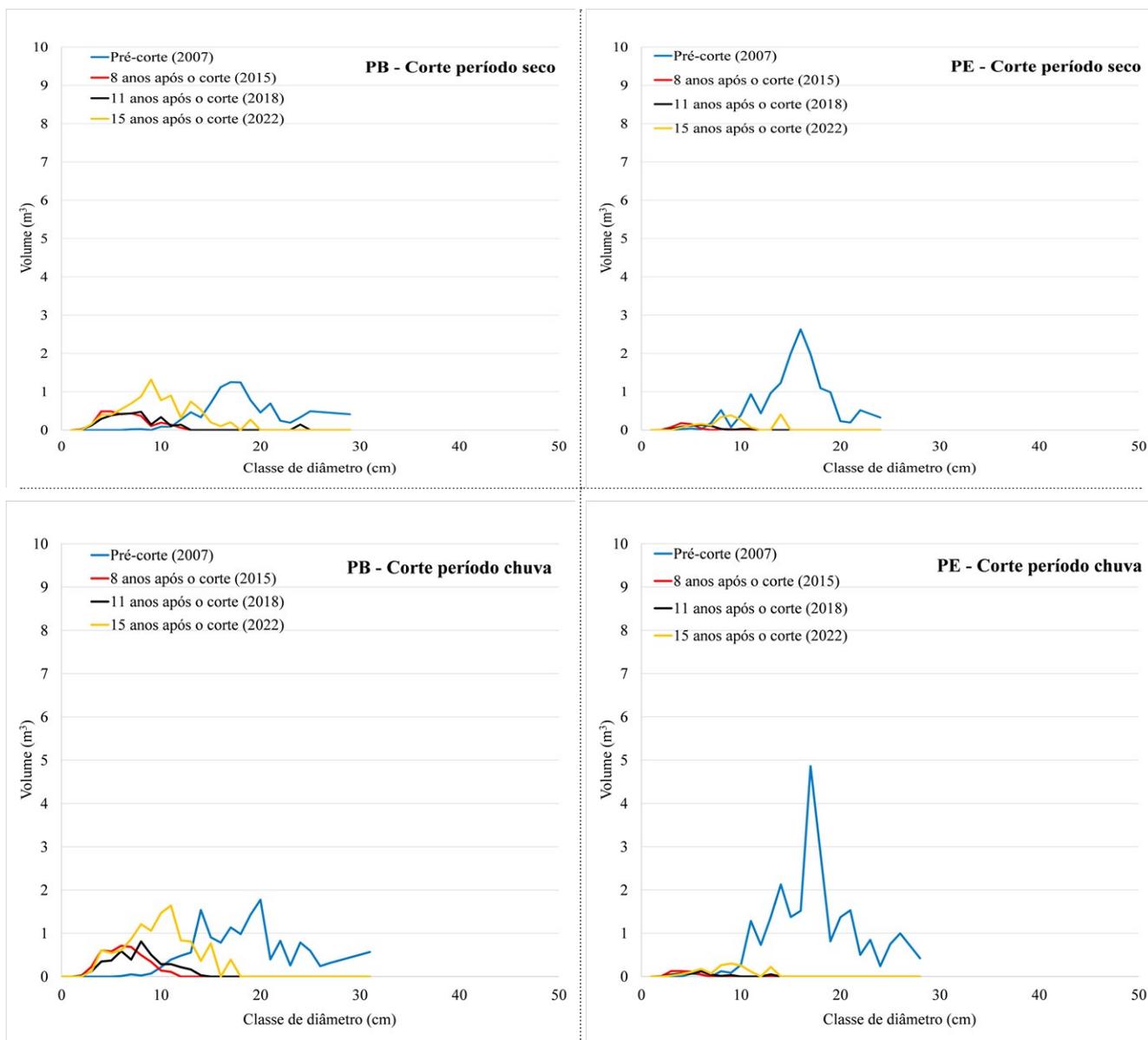


Foto: Eliza R. G. M. Albuquerque

A Figura 8 ilustra a distribuição de volume nas diferentes classes diamétricas, partindo dos 8 anos após o corte. Independentemente se foram cortadas ou não, as medições de 2015 e 2018 indicaram que a distribuição de volume nas diferentes classes de diâmetro ficou estagnada ou sofreu redução, em especial no sítio PE. Com a retomada da precipitação a partir de 2018 (Figura 4), as árvores de angico-de-carço voltaram a crescer e, conseqüentemente, ocuparam as classes de maior diâmetro em 2022, em especial no sítio PB (Figura 8). Não foi detectado diferença no comportamento da distribuição diamétrica entre os dois tratamentos de corte avaliados ao longo das medições (Figura 8).

Figura 8. Distribuição de volume nas classes diamétricas de fustes nos dois sítios monitorados durante os anos de medição, separados para as árvores que não foram cortadas (testemunha) e as que sofreram corte raso.

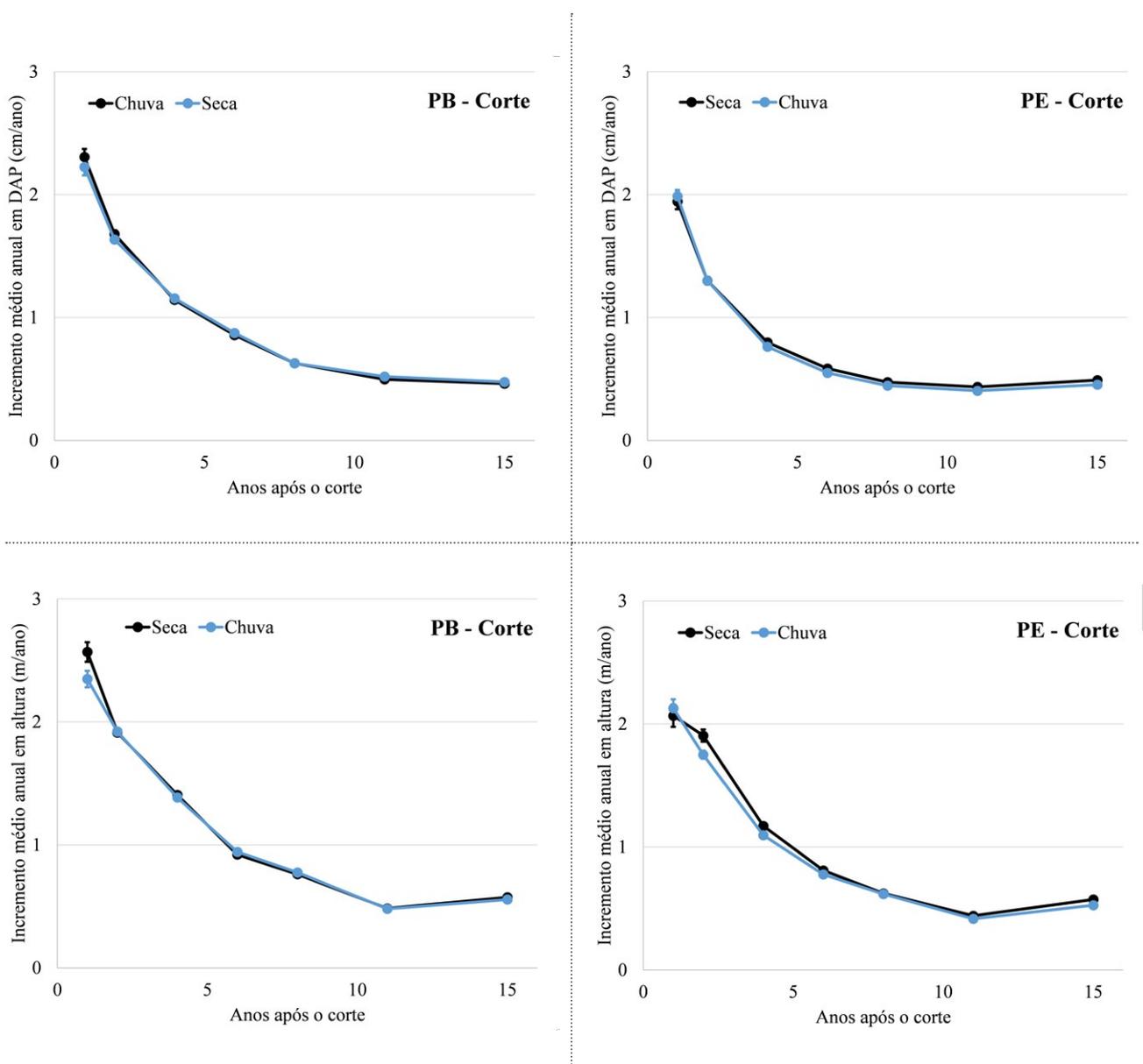


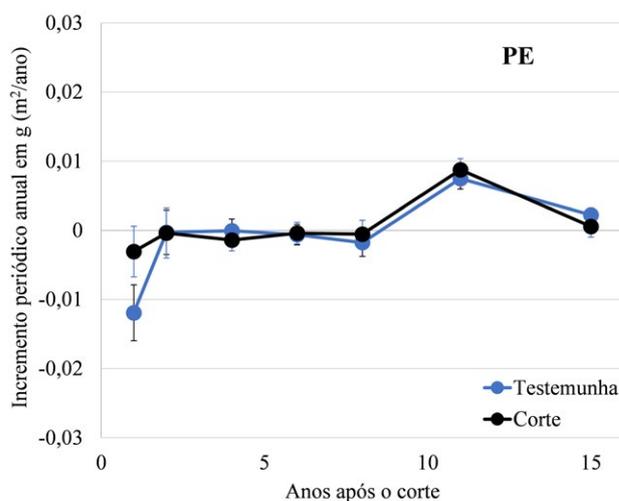
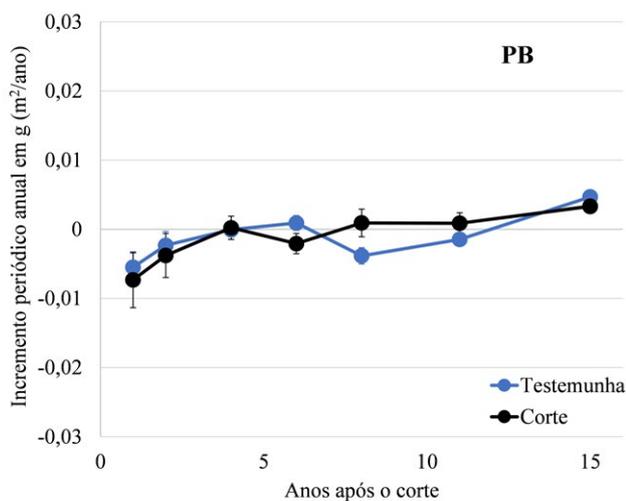


A dinâmica do incremento diamétrico e em altura anual dos fustes individuais para as árvores que sofreram corte raso é apresentada na Figura 9. A evolução diamétrica entre os dois sítios foram semelhantes, com o incremento em diâmetro e altura tendendo a diminuir conforme as árvores ficavam mais velhas. Quinze anos após o corte, o IMA em diâmetro foi de 0,5cm/ano e o IMA em altura foi de 0,5m/ano para os dois sítios. As árvores que sofreram corte raso tiveram incremento diamétrico mais vigoroso do que as testemunhas. As testemunhas tiveram IPA em diâmetro positivos apenas nas medições de 2008 a 2009 (de 0,8cm/ano em PB e de 0,5cm/ano em PE) e entre 2015 e 2022, (0,3cm/ano em PB e 0,6cm/ano em PE). Fora estes períodos mais úmidos, os valores de IPA do diâmetro nas testemunhas foram nulos ou negativos.

Os valores medidos de IMA em diâmetro neste estudo são maiores aos referidos em literatura. Mattos *et al.* (2010) estimaram, por meio de técnicas de dendrocronologia, que indivíduos desta espécie localizados em matas ciliares ao longo do Rio São Francisco na região de Petrolina (PE) cresceram 0,36cm/ano em DAP durante um período de 20 anos.

Figura 9. Incremento médio anual em diâmetro e altura dos fustes individuais para as árvores vivas que foram cortadas e incremento periódico anual em área basal para as árvores testemunha e cortadas vivas (barras verticais representam mais/menos um desvio padrão da média).





Os ciclos de corte estimados para que as rebrotas das árvores cortadas voltem a ter diâmetros semelhantes ao pré-corte, utilizando os valores encontrados 15 anos após o corte (2022), estão apresentados na Tabela 2. Estima-se que o sítio PB demoraria em média 16,7 anos para atingir valores de DAP equivalente, altura média e volume total colhido similares ao pré-corte, e de 34,3 anos para obter valores de DAP semelhantes ao pré-corte.

O crescimento no sítio PE foi mais lento, com média estimada de 27 anos para atingir os valores de DAP, DAP equivalente e altura. Neste sítio, recuperar o volume total colhido requer ciclos muito mais longos, provavelmente devido à elevada mortalidade de árvores e fustes. Foi justamente para a variável volume no sítio PE onde foi verificada a maior diferença entre os ciclos dos dois tratamentos de corte avaliados. No entanto, o elevado ciclo para recuperar o volume pré-corte no sítio PE foi mais ligado à mortalidade evidenciada nos indivíduos e fustes do que no crescimento em diâmetro e altura, que foi semelhante entre os sítios e tratamentos avaliados (Tabela 2). Com base no incremento dos primeiros cinco anos, Pareyn *et al.* (2012) estimaram ciclos de corte de 12 anos ou mais para recuperar o diâmetro equivalente e o volume individual de árvores cortadas.

Tabela 2. Estimativa do tempo necessário para as recuperar os valores do pré-corte.

SÍTIO	VARIÁVEL	DAP (cm)		Ht (m)		DAPeq (cm)		VOLUME (m³)	
		SECA	CHUVA	SECA	CHUVA	SECA	CHUVA	SECA	CHUVA
PB	Pré-corte	16,3	15,9	7,7	8,2	22,3	24,6	9,2	14,4
	Recuperação após 15 anos	6,9	7,1	8,6	8,2	18,8	19,7	8,4	11,3
	Incremento médio anual	0,46	0,48	0,58	0,55	1,25	1,31	0,56	0,75
	Ciclo estimado (anos)	35,3	33,4	13,4	14,9	17,7	18,7	16,4	19,0
PE	Pré-corte	13,4	15,3	10,1	10,1	23,9	26,7	14,8	24,2
	Recuperação após 15 anos	7,4	6,8	8,0	7,8	12,8	11,7	1,9	1,6
	Incremento médio anual	0,49	0,45	0,53	0,52	0,85	0,78	0,13	0,11
	Ciclo estimado (anos)	27,2	33,7	19,0	19,6	28,0	34,2	114,2	228,9

O sítio PB não apresentou incremento significativo nas variáveis dendrométricas no período de estiagem, ainda que a mortalidade dos indivíduos e fustes (Figuras 6 e 8) tenha sido baixa. Com a volta da precipitação para valores normais, as árvores foram capazes de responder com elevado incremento, tanto para as variáveis de árvores individuais (DAP e altura) quanto para as variáveis de povoamento (volume total das árvores colhidas).

No sítio PE houve mortalidade das árvores no período de estiagem. Quando a precipitação voltou a valores normais, as árvores apresentaram incrementos satisfatórios para as variáveis de árvores individuais (DAP e altura), mas com recuperação muito baixa do volume que foi originalmente colhido.

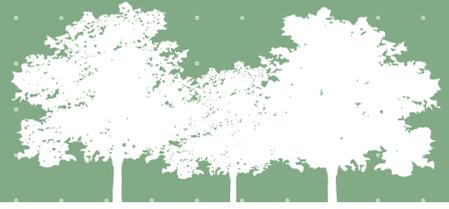
Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas no desenvolvimento das métricas de árvores individuais (DAP, DAP equivalente, altura e fustes por indivíduo), a avaliação das variáveis de povoamento (sobrevivência e recuperação do estoque volumétrico) indicaram que o corte no período seco do ano apresentou ligeira vantagem em relação ao corte no período chuvoso do ano. Árvores cortadas no período seco do ano apresentaram menor mortalidade e maior recuperação do estoque volumétrico do que as árvores cortadas no período chuvoso do ano (Figura 6),

resultando em ciclos de corte mais curtos para as árvores cortadas na época seca do ano, porém com diferenças não significativas (Tabela 2).

Existem vários motivos que levam o extrativista a escolher entre o corte de árvores no período da seca ou chuva. SILVA *et al.* (2014) relataram que a extração da casca do angico-de-carço feita no período da chuva é mais rentável para o extrativista, uma vez que a retenção de água na casca aumenta o peso do material comercializado. Por outro lado, a quantidade de tanino na casca tende a ser menor no período de chuva. MONTEIRO *et al.* (2006) verificaram que na época seca a casca do angico-de-carço apresentou 36,4mg de tanino a cada 500mg de casca. No período de chuva este valor caiu para 20,3mg de tanino a cada 500mg de casca. Pareyn *et al.* (2012) indicaram que o período ideal para a coleta de casca ocorre nos dois últimos meses antes da floração (entre dezembro e janeiro, segundo Kiill e Silva, 2016), quando há maior teor de tanino (cerca de 23%). O teor de tanino cai para cerca de 15% após este período. Estes autores alertaram que o tanino da casca coletada em períodos chuvosos tende a provocar manchas no curtimento do couro por modificações na cor no processo de cura, em função de mofo provocado por fungos na casca. Silva *et al.* (2014) também apontaram para a importância do tipo de produto extraído desta espécie na duração do ciclo de corte. Segundo estes autores, no extrativismo praticado em Alagoas, é possível obter madeira para estacas 5 a 7 anos após o corte raso, mas madeira de maiores dimensões, somente 15 a 20 anos após o corte, valores condizentes com os encontrados neste estudo.

Neste estudo foi encontrado uma grande diferença entre os ciclos necessários para a recuperação do estoque volumétrico entre os dois sítios experimentais avaliados. Considerando que o crescimento em diâmetro e altura dos fustes foi semelhante entre os dois sítios estudados (Figura 9), a grande disparidade entre os ciclos provavelmente ocorreu devido à alta mortalidade de indivíduos e fustes apresentada no sítio PE (Figura 6). Esta alta mortalidade provavelmente não foi ocasionada pelo manejo florestal aplicado, tendo em vista que ocorreu tanto nas árvores testemunhas quanto nas que foram exploradas. Possíveis motivos para a discrepância dos valores de mortalidade entre os dois sítios experimentais podem estar ligadas às características da vegetação original. O sítio que apresentou elevada mortalidade (PE) era composto de um povoamento quase puro e muito denso de angico-de-carço. Assim, o experimento instalado no sítio PE ocupou uma área menor (cerca de 1 ha) do que o experimento do sítio PB (cerca de 20 ha). Desta forma, o corte no sítio PE foi mais concentrado do que no sítio PB, o que pode ter aumentado a competição por espaço e recursos das árvores regenerantes e influenciado na mortalidade diferenciada entre os sítios. Além do mais, em PE ocorreu impacto de pastoreio, a partir do ano de 2013, o que não ocorreu em PB. Por fim, o sítio PE possui solo mais raso do que o PB, o que também pode ter influenciado na capacidade deste sítio em armazenamento de água e acarretando elevada mortalidade, especialmente no período de seca.

Os resultados apresentados neste estudo mostram a importância do monitoramento das variáveis dendrométricas na definição de ciclos de corte para o manejo florestal sustentável do angico-de-carço. Os resultados demonstram que os ciclos de corte não devem ser estáticos, mas devem variar conforme o porte da floresta antes do corte, mudanças na dinâmica de crescimento após o corte, mudanças nos regimes climáticos (em especial na precipitação) e as dimensões dos produtos florestais desejados no segundo ciclo da floresta.



4. CONCLUSÕES

Considerando as variáveis DAP, DAP equivalente e altura média, não foram verificadas diferenças significativas no desenvolvimento da regeneração por rebrota de toco das árvores de angico-de-carço cortadas no período de seca ou chuvoso, quinze anos após o corte raso.

O sítio localizado no estado da Paraíba apresentou boa recuperação do estoque, com ciclo de corte estimado entre 15 e 20 anos para recuperar o DAP equivalente das árvores cortadas. No entanto, o volume recuperado é concentrado em árvores de menor diâmetro, quando comparado aos valores pré-corte.

Devido à alta mortalidade no sítio localizado no estado da Pernambuco, uma menor recuperação volumétrica foi registrada quando comparada ao nível pré-corte, com ciclos de 28 a 34 anos para recuperar o DAP equivalente.

Aos 18 anos, o IMA em diâmetro foi de 0,5cm/ano e o IMA em altura foi de 0,5m/ano para os dois sítios. As árvores que sofreram corte raso tiveram incremento diamétrico maior do que as testemunhas.



5. RECOMENDAÇÕES APLICÁVEIS PARA A PRÁTICA DO MANEJO DO ANGICO-DE-CAROÇO

- (a) Considerando as escassas diferenças observadas no crescimento pós-corte em função da época de corte, este pode ser feito durante todo o ano;
.....
- (b) A grande diferença no crescimento pós-corte alerta sobre a importante influência da qualidade dos sítios e das densidades dos povoamentos no resultado final do manejo do angico.
.....

REFERÊNCIAS

- ALLEN, K.; DUPUY, J.M.; GEI, M.G.; HULSHOF, C.; MEDVIGY, D.; PIZANO, C.; SALGADO-NEGRET, B.; SMITH, C.M.; TRIERWEILER, A.; VAN BLOEM, S.J.; WARING, B.G.; XU, X.; POWERS, J.S. Will seasonally dry tropical forests be sensitive or resistant to future changes in rainfall regimes? **Environmental Research Letters**, v. 12, n. 2, p. 1-16, 2017. DOI 10.1088/1748-9326/aa5968
- ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. 2013.
- ALVES JUNIOR, F.T. Estrutura, biomassa e volumetria de uma área de caatinga, Floresta-PE. 2010. 151f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.
- BISPO, A.T.H.; SOUZA, J.S.; BOSCARDIN, J. *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. (Fabaceae) na arborização urbana de Monte Carmelo, MG: nova planta hospedeira para *Merobruchus paquetae* Kingsolver (Col.: Chrysomelidae, Bruchinae). **Entomology Beginners**, v. 3, p. e039, 2022. DOI: 10.12741/2675-9276.v3.e039.
- CAVALCANTE, M.Z.B.; DULTRA, D.F.S.; SILVA, H.L.C.; COTTING, J.C.; SILVA, S.D.P.; SIQUEIRA FILHO, J.A. Potencial ornamental de espécies do Bioma Caatinga. **Comunicata Scientiae**, v. 8, p. 43-58, 2017. DOI:10.14295/cs.v8i1.2649
- CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F.G.C. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade, 2018. 1311 p.
- DELICES, M.; MULLER, J.A.I.; ARUNACHALAM, K.; MARTINS, D.T.O. *Anadenanthera colubrina* (Vell) Brenan: Ethnobotanical, phytochemical, pharmacological and toxicological aspects. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 300, p. 115745, 2023.
- GIAMMINOLA, E.M.; URTASUN, M.M.; LAMAS, C.Y.; DE VIANA, M.L. Will global change modify the distribution of the *Anadenanthera colubrina* (Fabales: Fabaceae) plant, a key species in dry tropical forest? **Revista de Biología Tropical**, v. 68, p. 517-527, 2020.
- IBGE. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, Rio de Janeiro, v. 36, p. 1-8, 2021.
- KIILL, L.H.P.; SILVA, T.A. Fenologia e biologia floral de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (Fabaceae) no município de Petrolina, PE. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 128. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. 22 p.
- KNOBLOCH, P.J. Wari ritual power at Conchopata: an interpretation of *Anadenanthera colubrina* iconography. **Latin American Antiquity**, v. 11, p. 387-402, 2000.
- LIMA-NASCIMENTO, A.M.; BENTO-SILVA, J.S.; RAMOS, E.M.N.F. Conhecimento e uso das plantas da caatinga por agricultores locais moradores de uma comunidade rural do Município de Pesqueira Estado de Pernambuco. **CIENTEC - Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades do IFPE**, v. 10, p. 75-91, 2018.
- MAASS, M.; BURGOS, A. Water dynamics and the ecosystem level in seasonally dry tropical forests. In: R DIRZO, H S YOUNG, H A MOONEY, G CEBALLOS. (Eds.). **Seasonally Dry Tropical Forests: Ecology and Conservation**. Washington, DC: Island Press, 2011. p. 141-56.

MATTOS, P.P.; AGUSTINI, A.F.; ALVAREZ, I.A. Dinâmica de crescimento em diâmetro de espécies arbóreas da Caatinga. In: Workshop sobre recuperação de áreas degradadas de mata ciliar no semiárido, 2010, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p. 92-98.

MEDEIROS, T. S.; FERREIRA, C.D.; FREIRE, A.L.O.; ARRIEL, E.F.; BAKKE, I.A. Aspectos dendrológicos de espécies arbóreas da Caatinga. **Conjecturas**, v. 22, p. 338-357, 2022.

MILES, L.; NEWTON, A.C.; DEFRIES, R.S.; RAVILIOUS, C.; MAY, I.; BLYTH, S.; KAPOS, V.; GORDON, J.E. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. **Journal of Biogeography**, v. 33, p. 491-505, 2006.

MILLER, M.J.; ALBARRACIN-JORDAN, J.; MOORE, C.; CAPRILES, J.M. Chemical evidence for the use of multiple psychotropic plants in a 1,000-year-old ritual bundle from South America. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 116, p. 11207-11212, 2019.

MONTEIRO, J.M.; ALBUQUERQUE, U.P.; LINS NETO, E.M.F.; ELCIDA L. ARAÚJO, E.L.; ALBUQUERQUE, M.M.; AMORIM, E.L.C. The effects of seasonal climate changes in the Caatinga on tannin levels in *Myracrodruon urundeuva* (Engl.) Fr. All. and *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, p. 338-344, 2006.

MURPHY, P.; LUGO, A. Ecology of Tropical Dry Forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 17, p. 67-88, 1986.

PAREYN, F.G.C.; MARQUES, M.W.C.F.; CRUZ-FILHO, J.L.V.; GALLINDO, F.A.T.; LINS-DE-BARROS, H.G. **Guia de boas práticas de extrativismo sustentável do angico-de-carçoço**. Recife: Associação Plantas do Nordeste-APNE, 2012. 24p.

PAREYN, F.G.C.; ARAÚJO, E.L.; DRUMMOND, M.A. *Anadenanthera colubrina* Angico. In: LIDIO CORADIN, JULCÉIA CAMILLO, FRANS GERMAIN CORNEEL PAREYN. (Eds.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade, 2018. p. 740-745.

SANTANA, A.L.B.D; MARANHÃO, C.A.; SANTOS, J.C.; CUNHA, F.M.; CONCEIÇÃO, G.M.; BIEBER, L.W.; NASCIMENTO, M.S. Antitermitic activity of extractives from three Brazilian hardwoods against *Nasutitermes corniger*. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 64, p. 7-12, 2010.

SILVA, J.M.; MARTINS, G.M.C.; SILVA, H.C.H.; MOURA, F.F.B.P. Conhecimento ecológico tradicional e extrativismo do angico-de-carçoço no semiárido alagoano. **Revista Ouricuri**, v. 4, p. 97-114, 2014.

SOLDATI, G.T.; ALBUQUERQUE, U.P. Impact assessment of the harvest of a medicinal plant (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) by a rural semi-arid community (Pernambuco), northeastern Brazil. **International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management**, v. 6, p. 106-118, 2010.

WEBER, C.R.; SOARES, C.M.L.; LOPES, A.B.D.; SILVA, T.S. NASCIMENTO, M.S.; XIMENES, E.C.P.A. *Anadenanthera colubrina*: um estudo do potencial terapêutico. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 92, p. 235-244, 2011.



**A DINÂMICA DA
VEGETAÇÃO DE CAATINGA
NA UNIDADE EXPERIMENTAL
DA FLONA CONTENDAS
DO SINCORÁ/BA**

AVALIAÇÃO DE RESULTADOS ATÉ 2018

Alessandro de Paula |

Patrícia A. Bittencourt Barreto-Garcia



1. INTRODUÇÃO

A Floresta Nacional Contendas do Sincorá (Flona), ocupa uma área que anteriormente pertencia à Fazenda Extrema. Esta foi comprada por uma empresa de mineração que tinha como objetivo a extração de madeira para a produção de carvão por meio de um Plano de Manejo Florestal. Diante dos resultados aquém do planejado, em 1994 a fazenda foi adquirida por uma outra empresa mineradora, com a mesma finalidade. Como a produção manteve-se abaixo do mínimo necessário, esta foi então cedida ao IBAMA em troca por créditos de reposição florestal, em 1997. A criação da Flona se deu por meio do Decreto presidencial s/nº de 21 de setembro de 1999 (MMA, 2006).

De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (Lei Federal Nº 9.985, 18/06/2000), dentro das atividades previstas em uma Floresta Nacional está a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas.

Diante desta prerrogativa, a Rede de Manejo da Caatinga, após uma visita em 2010, concluiu que a Flona se enquadrava em sua estratégia de implementação de unidades experimentais. Dentre os fatos relevantes para sua escolha estavam o fato de ainda não existir uma unidade experimental na Bahia e que a FLONA está localizada na ecorregião Depressão Sertaneja Meridional.

Em 2013 foi iniciado o projeto de pesquisa “Qualidade do Solo e Dinâmica da Regeneração Natural como Indicadores de Sustentabilidade em Caatinga Submetida a Manejo Florestal no Sudoeste da Bahia (Chamada Universal – MCTI/ CNPq Nº 14/2013). O objetivo é definir um sistema de colheita seletiva de madeira que seja técnica e economicamente viável e que não comprometa a sustentabilidade do ecossistema, usando como indicadores a sucessão ecológica e a qualidade do solo. Alguns resultados relacionados ao efeito do manejo sobre o solo já se encontram disponíveis, como por exemplo, o estudo do efeito de curto prazo nas frações oxidáveis do carbono orgânico do solo (BATISTA *et al.*, 2018), as mudanças na comunidade de fungos micorrízicos arbusculares do solo (PEREIRA *et al.*, 2018), a influência dos diferentes tipos de manejo na macrofauna edáfica (MATOS *et al.*, 2019), e o efeito de curto prazo na distribuição dos estoques de carbono orgânico total e das classes de agregados do solo (SANTOS *et al.*, 2021).

O presente documento apresenta os principais resultados obtidos até o momento com ênfase à dinâmica do crescimento, diversidade arbórea e estrutura da vegetação dos diferentes tratamentos aplicados.

Motivos para estabelecer esta Unidade Experimental

O objetivo da UE é avaliar os efeitos de diferentes tipos de exploração da caatinga para produção madeireira.

Perguntas de pesquisa que a Unidade Experimental pode responder

Dinâmica de crescimento

- (a) Como se deu a dinâmica do volume após aplicados os tratamentos?
.....
- (b) Como variam as taxas de crescimento com o tempo e o tipo de corte?
.....
- (c) Qual é a dinâmica das taxas de recrutamento e mortalidade nos tratamentos?
.....

Diversidade

- (a) Como são a riqueza e a diversidade do estrato arbóreo nas áreas manejadas e não manejadas?
.....

Estrutura

- (a) Como foi a dinâmica da dominância nos diferentes tratamentos?
.....
- (b) Como muda a distribuição do volume por classes de diâmetro ao longo do tempo?
.....

Hipóteses testadas

- > Os tratamentos aplicados interferem diferentemente no crescimento e na diversidade da vegetação.
- > O Corte seletivo aumenta a velocidade de crescimento ou reduz o ciclo de corte.



2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudo

A unidade experimental Floresta Nacional Contendas do Sincorá foi instalada em 2015, no município de Contendas do Sincorá (BA). As medições foram feitas em parcelas permanentes de 20 x 20m, com base no protocolo da RMFC.

2.2. Desenho experimental: tratamentos e repetições, variáveis chave

Os tratamentos são:

- > Corte raso (CR) – que consistiu no abate de todas as árvores e arbustos, exceto as Aroeiras (*Astronium urundeuva*);
- > Corte seletivo por diâmetro mínimo (CSDAP) – abate de todas as árvores com DAP maior ou igual a 5,0cm;
- > Corte seletivo por espécie (CSE) – abate de 15% da área basal de três espécies de maior ocorrência na área (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett, *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill e *Pseudobombax simplicifolium* A. Robyns); e
- > Testemunha (T) – sem intervenção.

O desenho experimental consta de três sub-unidades experimentais independentes com quatro repetições sorteadas aleatoriamente de cada tratamento. Ao todo, são 48 parcelas (Figura 1).

Figura 1. Delineamento experimental, da UE Contendas do Sincorá, BA.

CSE	CSE	CSE	CSE	CSE	CSE
T	T	T	T	CSE	CSDAP
CSE	CSDAP	T	CSDAP	T	CSE
T	CSDAP	CSE	CSDAP	CR	CSDAP
CSE	T	CSE	T	T	CR
CR	CR	CR	CR	CSDAP	T
CSDAP	CR	CSDAP	CSDAP	CR	T
CSDAP	CR	CR	CR	CR	CSDAP

2.3. Medições realizadas, protocolo adotado, período estudado.

As medições foram realizadas em 2015 (pré-corte) e 2018 (3 anos após o corte). A definição do tamanho das parcelas, bem como, os critérios para marcação no campo, foram baseados no Protocolo de Medições da RMFC. Porém, o limite de inclusão de fustes mudou de 6cm de CAP (DAP de 2cm) para 15,6cm de CAP (DAP de 5cm). As parcelas foram georreferenciadas com GPS (com Datum SAD 69) num vértice previamente definido, delimitadas por canos de PVC de 1,0m de comprimento, nos quatro vértices.

As variáveis chave são:

SÍMBOLO	NOME	UNIDADE	FONTE
H	Altura total do maior fuste	m	Medida
ABPH	Volume cilíndrico	m ³ /ha	Calculado
DAP	Diâmetro na Altura do Peito	cm	Calculada
Dom.	Dominância (percentual do volume)	%	Calculado
H'	Índice de diversidade (Shannon e Weaver, 1964)	nats/ind.	Calculado
IC	Intervalo de confiança	m ³ /ha	Calculado
IPA	Incremento Periódico Anual (IPA = Y2-Y1/t)	m ³ /ha/ano	Calculado
J	Equabilidade de Pielou ($J = H' / H_{máx}$)	-	Calculado
N	Número de fustes com DAP ≥ 5 cm ¹¹	n/ha	Medida
Recrutamento	Novos indivíduos na população	n/ha	Medido
Vol.	Volume por quociente de forma (Pereira <i>et al.</i> , 2021) ¹²	m ³ /ha	Calculado

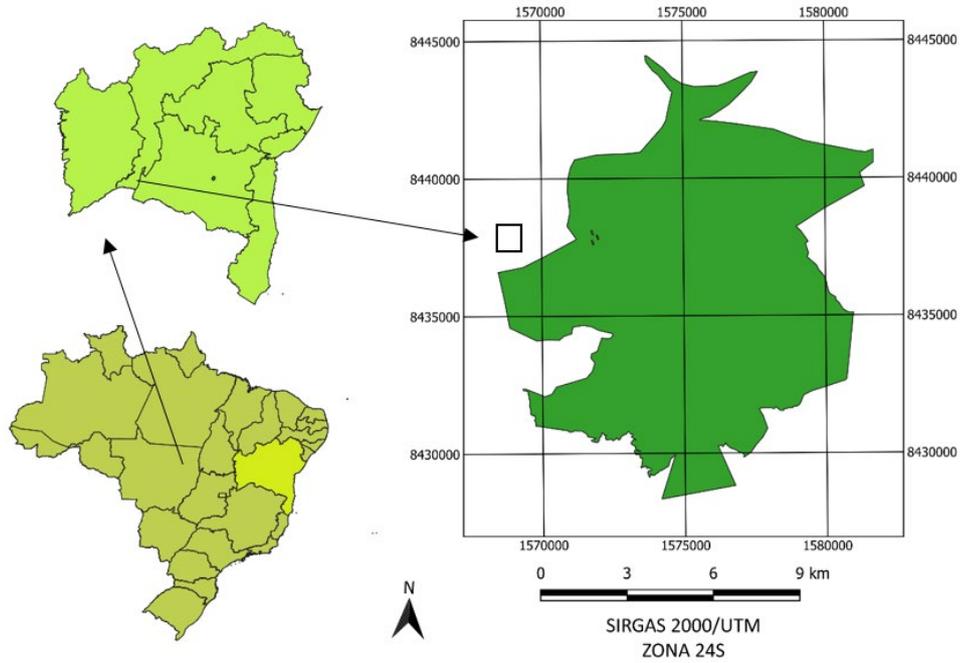
2.4. Localização da unidade experimental, clima e solos.

O trabalho foi realizado na Flona, que tem sua sede localizada na rodovia BA-026, km 20, no município de Contendas do Sincorá, região Sudoeste do Estado da Bahia, coordenadas geográficas (UTM) 271468, 8460009 (sede), região sudoeste do Estado da Bahia (Figura 2).

¹⁰ No caso da UE Flona Contendas do Sincorá, não foi utilizado o critério padrão da RMFC (DAP ≥ 2cm) por se tratar de uma Caatinga arbórea de porte elevado e alta complexidade e pelo elevado número de indivíduos.

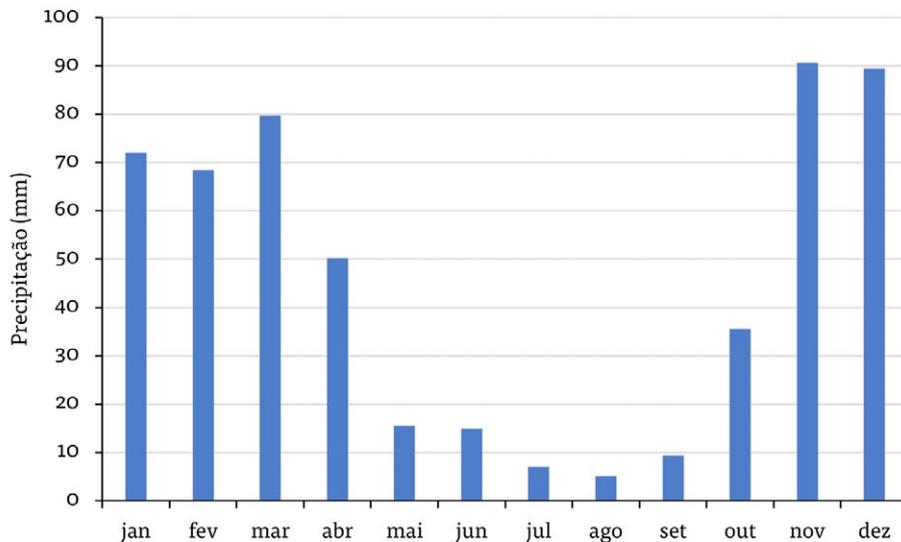
¹¹ Variável utilizada nesta UE para estimativa do volume real a partir de estudo específico no local.

Figura 2. Localização da unidade experimental na Floresta Nacional Contendas do Sincorá, BA.



O clima da região é do tipo BSw^h (Classificação de Köppen), estépico, semiárido quente, com temperatura média 23 °C e umidade relativa de 60% a 80 % (LIMA e LIMA, 1999). Na Figura 3 pode-se observar a média mensal da precipitação de 1990 a 2020, sendo o período mais chuvoso entre os meses de novembro e março e a média anual de 538 mm (ABATZOGLOU *et al.*, 2018). O solo é Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico (MMA, 2006).

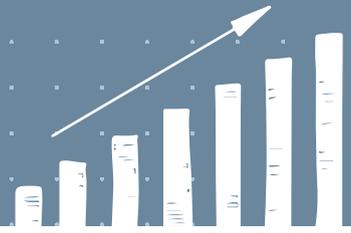
Figura 3. Precipitação média mensal no período de 1990 a 2020 na Floresta Nacional Contendas do Sincorá, BA.



A Flona está inserida na ecorregião Complexo da Chapada Diamantina, com parte na ecorregião da Depressão Sertaneja Meridional (VELLOSO *et al.*, 2002). A vegetação é de Caatinga arbórea predominante, com espécies de Cerrado e da Mata Seca. É um ecótono entre os biomas Cerrado, Caatinga e Mata, com difícil delimitação em virtude da interpenetração destes (LIMA e LIMA, 1999).

2.5. Análise estatística

Para a análise estatística, foi realizada a verificação de premissas paramétricas, sendo observado que a distribuição dos dados foi desprovida de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e de homogeneidade (teste de Levene). Embora tenha havido uma tentativa de parametrizar as variáveis com a técnica de Box-Cox (OSBORNE, 2010), os dados não foram convertidos para a distribuição normal. Diante da falta de normalidade, se recorreu ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, seguindo do teste de Dunn ($p < 0,05$). Todas as análises foram realizadas por meio do programa Past 4.02 (HAMMER *et al.*, 2001).

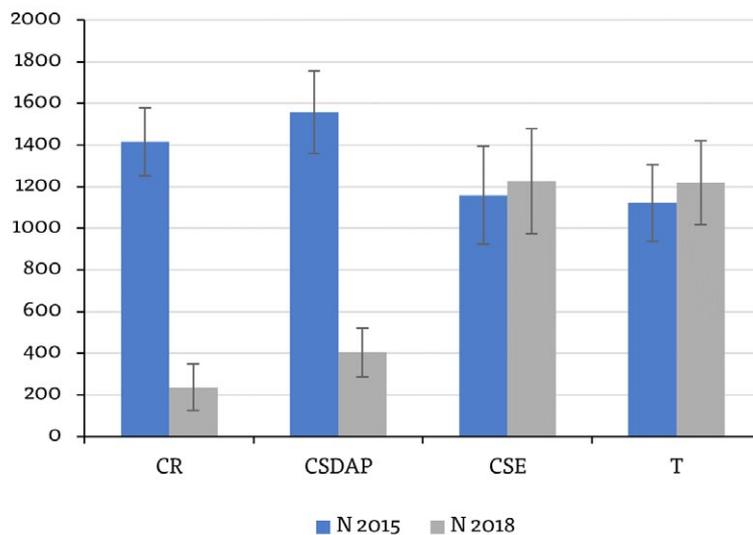


3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Dinâmica do número de fustes

Em relação ao número de fustes (Figura 4), observa-se que os tratamentos mais intensos (CR e CSDAP) tinham em 2018 um número muito menor de fustes em comparação a 2015. Estes resultados eram esperados devido ao pequeno intervalo entre as duas medições. Já CSE e T, mantiveram o número de fustes em 2018. No CSE, este fato decorre da característica menos impactante do tratamento (abate de 15% da área basal de três espécies). Nenhuma árvore foi cortada na testemunha, e seu número total aumentou de 405 a 432, devido ao recrutamento.

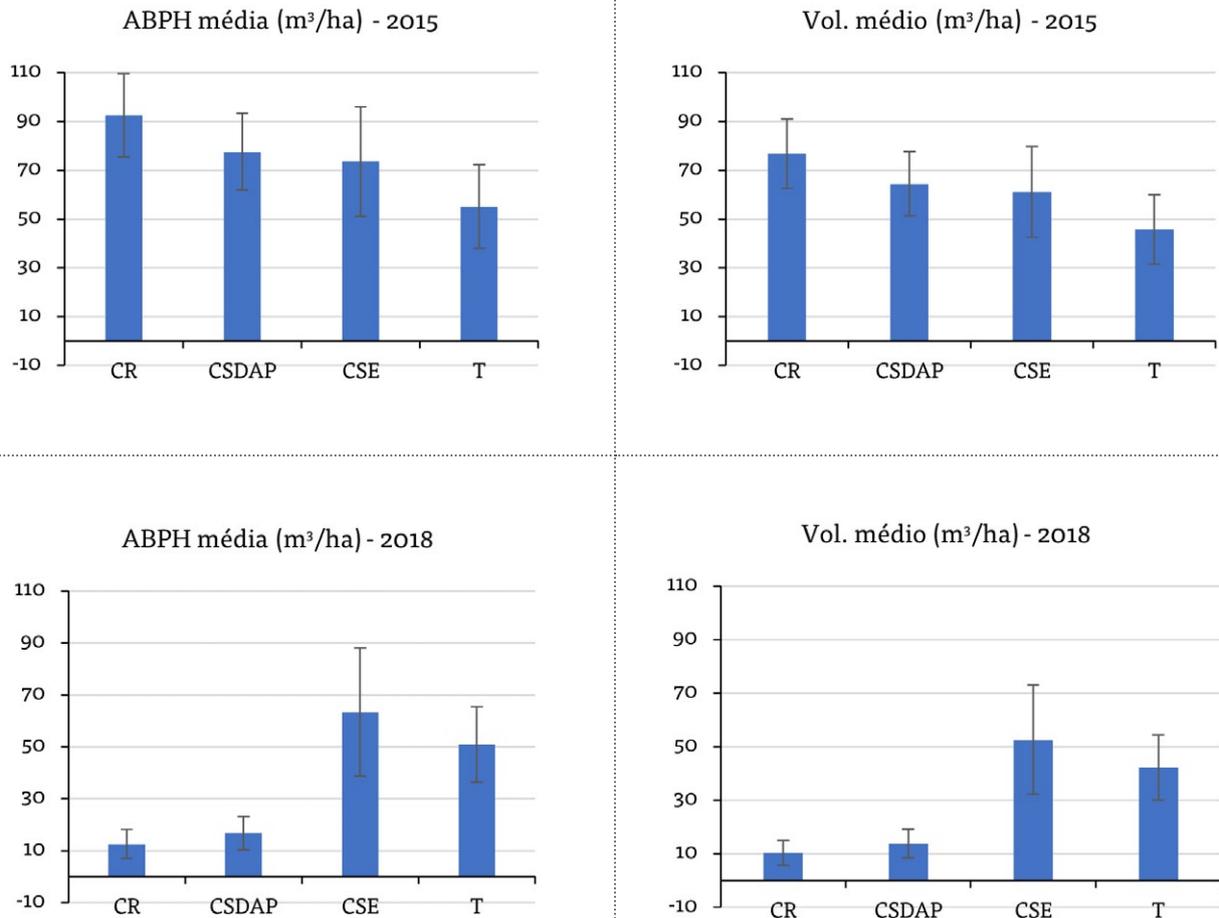
Figura 4. Dinâmica do número de fustes por hectare, em 2015 (pré-corte) e 2018 (3 anos após).



3.2. Dinâmica do estoque

Optou-se por analisar paralelamente, o volume cilíndrico médio (ABPH) (Figura 5a e 5c) e o volume calculado usando o quociente de forma para as árvores da área em questão (0,83), de acordo com Pereira *et al.* (2021) (Figura 5b e 5d).

Figura 5. Dinâmica do volume médio em 2015 (situação pré-corte) e 2018 (três anos após o corte). Barras indicam o intervalo de confiança (IC) para $p = 0,10$.



Os tratamentos CR e CSDAP apresentaram diferença estatística entre 2015 e 2018, o que não foi observado para T e CSE. Estes resultados já eram esperados, devido ao pequeno tempo decorrido após o corte (três anos) e muito baixa intensidade de extração no tratamento de corte seletivo por espécies (CSE) (Tabela 1).

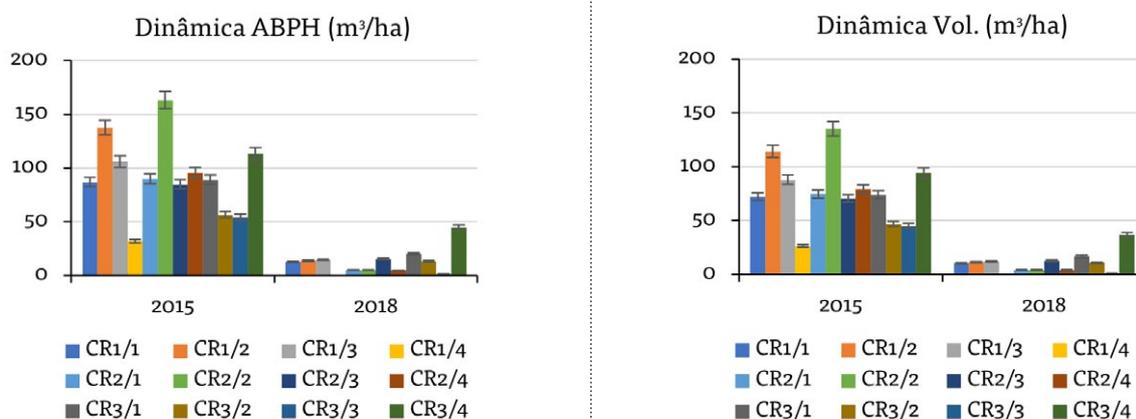
Tabela 1. Volume médio (m³/ha) por tratamento em 2015 (situação pré-corte) e 2018 (três anos após o corte). Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Dunn a 5 % de probabilidade.

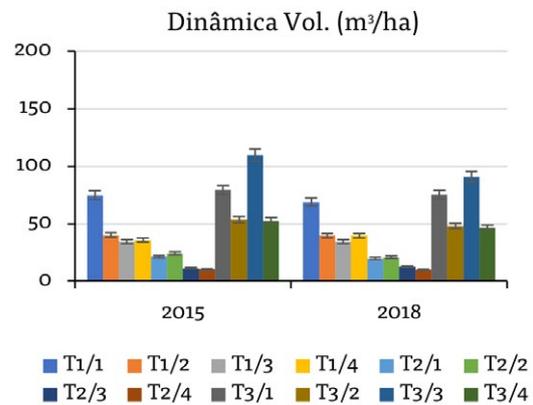
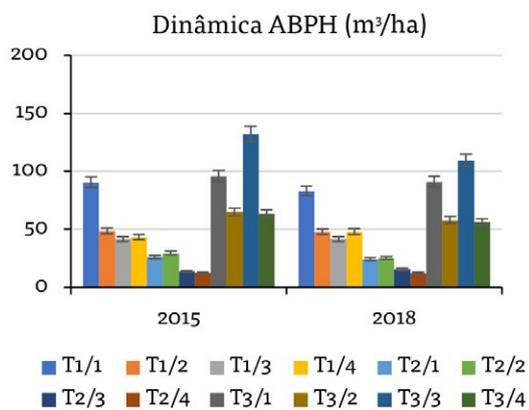
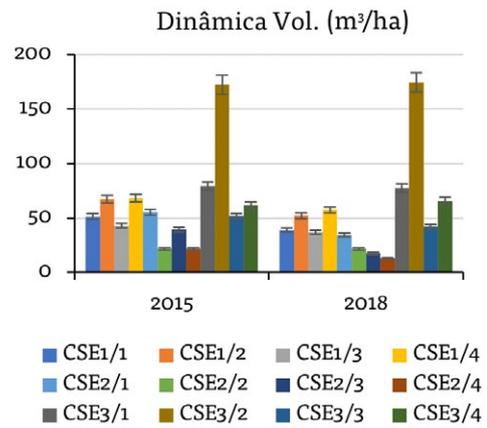
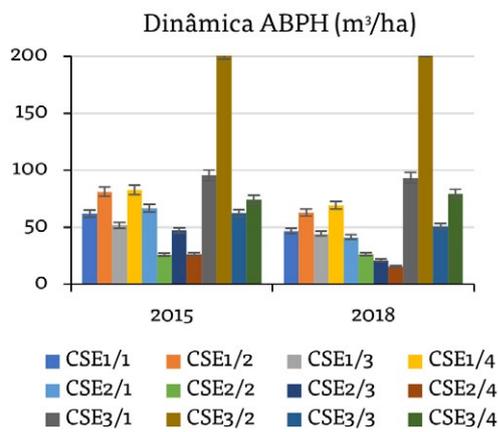
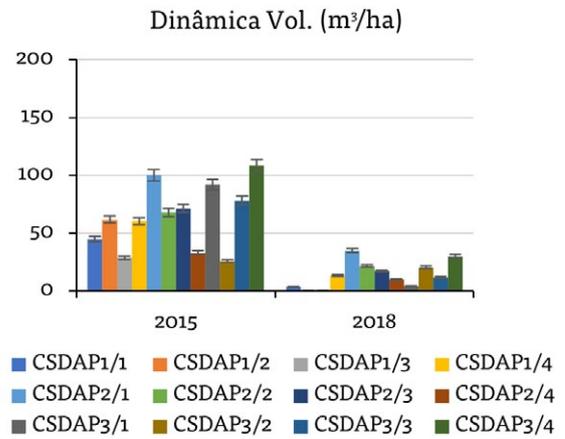
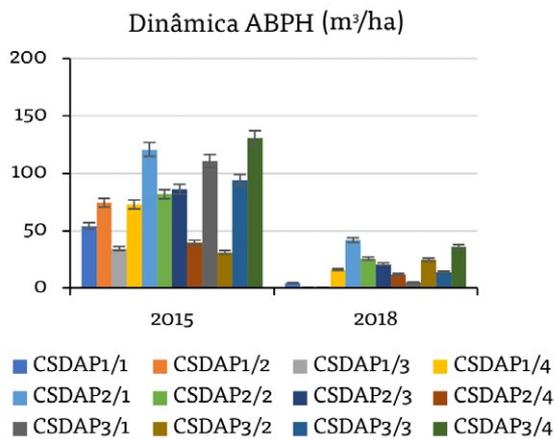
TRATAMENTO	VOL. MÉDIO (m ³ /ha)	
	2015	2018
CR	76,7 aA	10,4 bB
CSDAP	64,3 aAB	13,9 bB
CSE	61,0 aAB	52,6 aA
T	45,7 aB	42,3 aA

Em 2015, antes de aplicar os tratamentos, o volume médio de CR e T eram estatisticamente diferentes, com estoque muito menor em T. Em 2018, três anos após de realizar o corte, o volume em T e CSE era um pouco menor, porém sem diferença significativa; e muito menor em CR e CSDAP, com diferenças significativas com respeito a T e CSE. (Tabela 1).

Ao analisar a dinâmica por parcela em cada tratamento, verifica-se para o CR um comportamento muito similar, com exceção das parcelas 1, 2 e 4 da Sub-unidade experimental 3, que em 2018, tiveram um estoque maior que 20 % do estoque original (Figuras 6a e 6b). Já o CSDAP, apresentou em 2018 uma média de 23,2% do estoque original, com destaque para a parcela 2 da Sub-unidade experimental 3, com aproximadamente 80% do volume inicial (Figuras 6c e 6d). O CSE teve a grande maioria das parcelas com estoque bem próximo do original (75% ou mais), sendo que três possuíam volumes acima do inicial (parcela 2 do bloco 2 e parcelas 2 e 4 do bloco 3) (Figuras 6e e 6f). Na T, houve perda geral do volume (Figuras 6g e 6h), ainda que o número de fustes aumentou.

Figura 6. Estoque (m³/ha) por parcela, em 2015 (situação pré-corte) e 2018 (três anos após o corte).





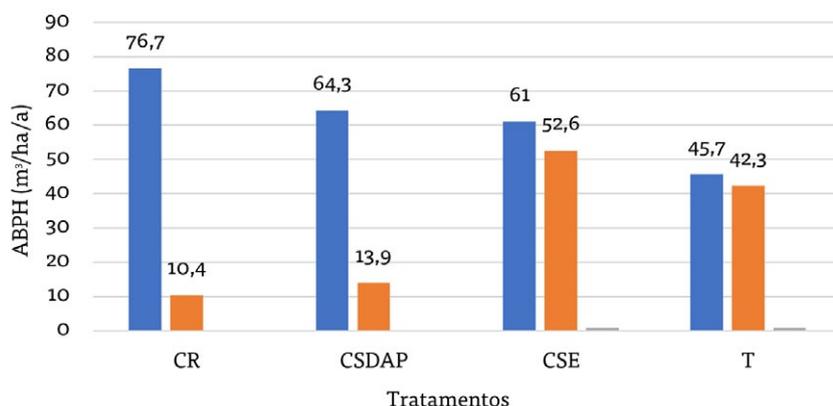
3.3. Dinâmica do IPA

O crescimento encontrado para o CR e CSDAP (3,5 e 4,6 m³/ha/ano, respectivamente) é bem superior ao calculado segundo a função proposta por Pareyn *et al* (2022) (1,2 a 2,0 m³/ha/ano) para a zona de PMA de 500-700mm. Isto pode ser devido a que o experimento ainda se encontra na fase inicial pós-corte quando os valores de IMA são máximos.

3.4. Recuperação do estoque inicial

Os estoques antes de aplicar os tratamentos e 3 anos depois são apresentados na Figura 7.

Figura 7. Estoques (ABPH) antes e 3 anos após aplicar os tratamentos.



Em 2018, os tratamentos CR e CSDAP tinham estoques médios muito menores (14% e 22% respectivamente) que em 2015. No CSE e na Testemunha, a redução dos estoques foi menos pronunciada (86% e 93% respectivamente).

3.5. Dinâmica da composição florística

Na Tabela 2 observa-se que passados três anos de aplicados os cortes, apenas Guaiuvira, no CR, teve um aumento expressivo no número de indivíduos mensuráveis, de 2 para 13. Vale ressaltar que a redução da competição por espaço no CR, aliada à forte brotação dos tocos e a um crescimento mais rápido que as demais espécies, permitiu o aumento no número de indivíduos desta espécie. Este fato não foi observado nos demais tratamentos, demonstrando uma menor capacidade de recrutamento da espécie em ambientes mais competitivos.

Tabela 2. Número de indivíduos por espécie e tratamento em 2015 (situação pré-corte) e 2018 (três anos após o corte), onde: * Espécie imune de corte (CEPRAM N° 1.009, 06/12/1994).

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME VULGAR	2015				2018			
		CR	CSDAP	CSE	T	CR	CSDAP	CSE	T
Anacardiaceae									
<i>Astronium concinnum</i> Schott	Aderno-preto		2				2		
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Gonçalo-alves	15	10		2				2
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Aderno	1				1			
<i>Astronium urundeuva</i> (M.Allemão) Engl.*	Aroeira	21	22	14	6	24	26	14	6
<i>Cyrtocarpa caatingae</i> J.D. Mitch. & Daly	Canjerana			2		2		2	
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl. *	Braúna		4		3				3
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Umbuzeiro		18	5	2		21	6	2
Annonaceae									
<i>Annona coriacea</i> Mart.	Araticum	1	3	2			3	3	
<i>Annona vepretorum</i> Mart.	Araticum-da-Bahia	23	6	24	21	1	8	25	21
Apocynaceae									
<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart. & Zucc.	Pereiro	47	27	34	30	6	5	34	30
Araliaceae									
<i>Aralia bahiana</i> J. Wen	Tingui-bravo	2		3				3	

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME VULGAR	2015				2018			
		CR	CSDAP	CSE	T	CR	CSDAP	CSE	T
<i>Aralia warmingiana</i> (Marchal) J.Wen	Carobão		1						
Areaceae									
<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.	Licuri	2							
Bignoniaceae									
<i>Handroanthus selachidentatus</i> (A.H.Gentry) S.Grose	Pau d'arco	27	6	3	9	2	2	4	10
<i>Handroanthus spongiosus</i> (Rizzini) S.Grose	Sete-cascas			3	4	1	1	4	4
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Ipê-branco	1	4	1				1	
<i>Tabebuia</i> sp.	-		2						
Boraginaceae									
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S.Mill.	Guaiuvira	2	11	1	3	13	8	2	5
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Freijó		1	1	3			1	3
<i>Patagonula bahiensis</i> Moric.	Casca-fina	84	62	24	39			24	39
Burseraceae									
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	Amburana-de-cambão	45	28	62	58	2	4	62	67
Cactaceae									
<i>Pereskia zehntneri</i> Britton & Rose	Quiabento	3	3	3	1	3	3	5	1

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME VULGAR	2015				2018			
		CR	CSDAP	CSE	T	CR	CSDAP	CSE	T
Celastraceae									
<i>Monteverdia rigida</i> (Mart.) Biral	Pau-de-colher	1	3		1				1
Combretaceae									
<i>Combretum monetaria</i> Mart.	Mofumbo		22	2	2			2	2
<i>Terminalia eichleriana</i> Alwan & Stace	Camaçari	1							
Euphorbiaceae									
<i>Cnidoscolus bahianus</i> (Ule) Pax & K.Hoffm.	Favela-de-galinha			1	3			1	4
<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur	Cansanção	8	7	3	6			3	6
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Velame	1	2						
<i>Croton jacobinensis</i> Baill.	Velame-preto	3	4	3	5		1	3	5
<i>Croton piptocalyx</i> Müll.Arg.	Caixeta	3							
<i>Jatropha curcas</i> L.	Pinhão-manso								1
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Pinhão-bravo	4	10	3	10	1	4	2	10
<i>Manihot carthagenensis</i> (Jacq.) Müll.Arg.	Maniçoba-brava	36	62	77	60	3	10	78	65
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Milho-torrado	14	3	3				3	
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Pau-de-leite	12	9	19	8	2		19	8

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME VULGAR	2015				2018			
		CR	CSDAP	CSE	T	CR	CSDAP	CSE	T
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Mata-berne	2	17	7	14	3	1	6	15
Fabaceae									
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	Angico-branco			1			1	1	1
<i>Cenostigma pluviosum</i> (DC.) Gagnon & G.P.Lewis	Sibipiruna			4	4	2		5	4
<i>Chloroleucon foliolosum</i> (Benth.) G.P.Lewis	Criadinho	1			1				1
<i>Coursetia rostrata</i> Benth.	Viuvinha	1	4		1				1
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Sapuvussu	2	2						
<i>Leucochloron limae</i> Barneby & J.W.Grimes	Couvi	1	3		3				3
<i>Mimosa acutistipula</i> (Mart.) Benth. var. <i>acutistipula</i>	Jurema-vermelha			4	3	3	5	7	6
<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.	Jurema-de-imbira		10	4	3			4	3
<i>Mimosa</i> sp. 1	-			1				1	
<i>Mimosa</i> sp. 2	-		1						
<i>Mimosa</i> sp. 3	-						1		
<i>Mimosa</i> sp. 4	-						1		
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Jurema-preta	17	14	10	19	1	3	10	21

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME VULGAR	2015				2018			
		CR	CSDAP	CSE	T	CR	CSDAP	CSE	T
<i>Peltogyne pauciflora</i> Benth.	Buranhe	3							
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W.Jobson	Catanduva	4	2	6	3	3		6	3
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	Angico-rosa		2	2				2	
<i>Senegalia piauhiensis</i> (Benth.) Seigler	Jurema-branca	5	4	3	1	1	1	3	1
<i>Senegalia velutina</i> (DC.) Seigler & Ebinger	Espinheiro	10	10	9	1			10	1
Malvaceae									
<i>Ceiba boliviana</i> Britten & Baker f.	Barriguda			1				1	
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns	Embiruçu				1				1
<i>Pseudobombax simplicifolium</i> A.Robyns	Imbiruçu	16	36	37	19	1	6	40	20
Moraceae									
<i>Ficus</i> sp.	-		1						
Myrtaceae									
<i>Campomanesia sessiliflora</i> (O.Berg) Mattos	Guabirola-verde	1	4	4	4		1	4	4
Myrtaceae 1	-				1				1
Myrtaceae 2	-				1				1

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME VULGAR	2015				2018			
		CR	CSDAP	CSE	T	CR	CSDAP	CSE	T
Myrtaceae 3	-						1		
Nyctaginaceae									
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Maria-mole	1					1		
Polygonaceae									
<i>Coccoloba alnifolia</i> Casar.	Uvinha-da-restinga	4	2	1	1			1	1
<i>Coccoloba schwackeana</i> Lindau	Novateiro-branco				2				2
Rubiaceae									
<i>Ferdinandusa speciosa</i> (Pohl) Pohl	Brinco-d'agua						1		
Rutaceae									
<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A.St.-Hil.) A. Juss. ex Mart.	Mamoninha	2		3	2			3	2
Sapindaceae									
<i>Allophylus quercifolius</i> (Mart.) Radlk.	Estraladão	1							
<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.	Maria-pobre	1							
Indeterminadas	-	12	24			3	2		
Mortas	-	53	80	34	45			12	45
Total		495	548	424	405	78	123	417	432
Por hectare		1031	1142	883	844	163	256	869	900

Segundo Brito *et al.* (no prelo), o número de famílias, número de espécies e H' nos tratamentos CR e CSDAP, ainda não recuperaram os valores pré-corte. No entanto, para H', pode-

-se observar valores positivos, visto o pouco tempo de recuperação. No tocante à J, vale destacar que os índices são melhores em 2018 para estes tratamentos, isto porque a menor competição inicial favorece o equilíbrio do número de indivíduos por espécie (Tabela 3).

Tabela 3. Número de famílias e espécies, índice de Shannon e Weaver (H') e equabilidade por tratamento em 2015 (situação pré-corte) e 2018 (três anos após o corte).

FAMÍLIA/ESPÉCIE	2015				2018			
	CR	CSDAP	CSE	T	CR	CSDAP	CSE	T
Número de Famílias	21	18	16	16	11	14	16	16
Número de Espécies	54	58	41	41	23	28	41	43
H'	3,01	3,21	2,94	2,99	2,51	2,89	2,80	3,06
J	0,76	0,79	0,79	0,80	0,80	0,88	0,78	0,83

Fonte: adaptado de Brito et al. (no prelo).

A espécie Aroeira foi a que mais ganhou importância em relação ao volume em 2018 para o CR e CSDAP. Também merece destaque em CSDAP, o Umbuzeiro, com a segunda maior dominância em 2018. As espécies dominantes no CSE tanto em 2015 quanto em 2018 foram Amburana-de-cambão, Pereiro e Imbiruçu, não havendo grande diferença entre os levantamentos (Tabela 4).

Santos et al. (2023), concluíram que as técnicas de manejo aplicadas nesta UE não apresentaram impacto negativo sobre a riqueza florística. Aos cinco anos, não houve diferença estatística entre tratamentos em termos de riqueza e diversidade.

Tabela 4. Dominância (% de volume) em 2015 (situação pré-corte) e 2018 (três anos após o corte).

NOME VULGAR	2015				2018			
	CR%	CSDAP%	CSE%	T%	CR%	CSDAP%	CSE%	T%
Aroeira	6,6	10,7	6,9	6,3	68,6	50,5	7,2	5,0
Amburana-de-cambão	21,0	8,9	23,9	20,6	1,3	0,6	27,5	22,1
Pereiro	10,0	4,1	10,5	10,4	11,1	2,8	12,8	10,8
Imbiruçu	2,8	14,0	17,3	6,0	0,4	4,2	13,9	6,7
Umbuzeiro	0,0	5,3	3,5	4,2	0,0	25,2	2,7	3,9
Casca-fina	6,8	8,1	6,4	8,7	0,0	0,0	5,2	7,8
Maniçoba-brava	1,5	4,8	5,4	5,3	1,3	2,1	5,9	5,6

NOME VULGAR	2015				2018			
	CR%	CSDAP%	CSE%	T%	CR%	CSDAP%	CSE%	T%
Araticum-da-Bahia	1,5	0,9	2,8	2,9	0,3	1,7	3,3	3,5
Guaiuvira	0,1	4,4	0,1	0,3	3,7	1,5	0,1	0,5
Mata-berne	0,1	4,0	0,8	1,7	0,7	0,1	0,7	1,3
Outras	21,8	34,8	22,4	33,6	12,6	11,3	20,7	32,8
Total	72,2	100	100	100	100	100	100	100

O tratamento com maior número de indivíduos recrutados em 2018 foi CSDAP, seguido de CR (Tabela 5). Este resultado advém do fato de serem mantidos todos os indivíduos abaixo de 5 cm de DAP após a aplicação dos tratamentos. Com isso, o recrutamento é mais acelerado, quando comparado com o CR, em que todos os indivíduos são retirados (exceto Aroeira), independente do diâmetro. Merecem destaque as espécies Guaiuvira, com maior número de indivíduos recrutados no CR, Maniçoba-brava, seguida de Araticum-da-Bahia e Guaiuvira, no CSDAP.

Tabela 5. Número de indivíduos recrutados em 2018.

NOME VULGAR	CR	CSDAP	CSE	T
Amburana-de-cambão	1	4	6	9
Angico-branco		1		1
Araticum		3	1	
Araticum-da-Bahia	1	7	1	
Aroeira	3	4	1	
Brinco-d'agua		1		
Canjerana	2			
Catanduva	3			
Espinheiro			1	
Favela-de-galinha				1
Guaiuvira	11	7	1	2
Imbiruçu		5	4	1
Indeterminadas	3	2		
Jurema-branca	1	1		

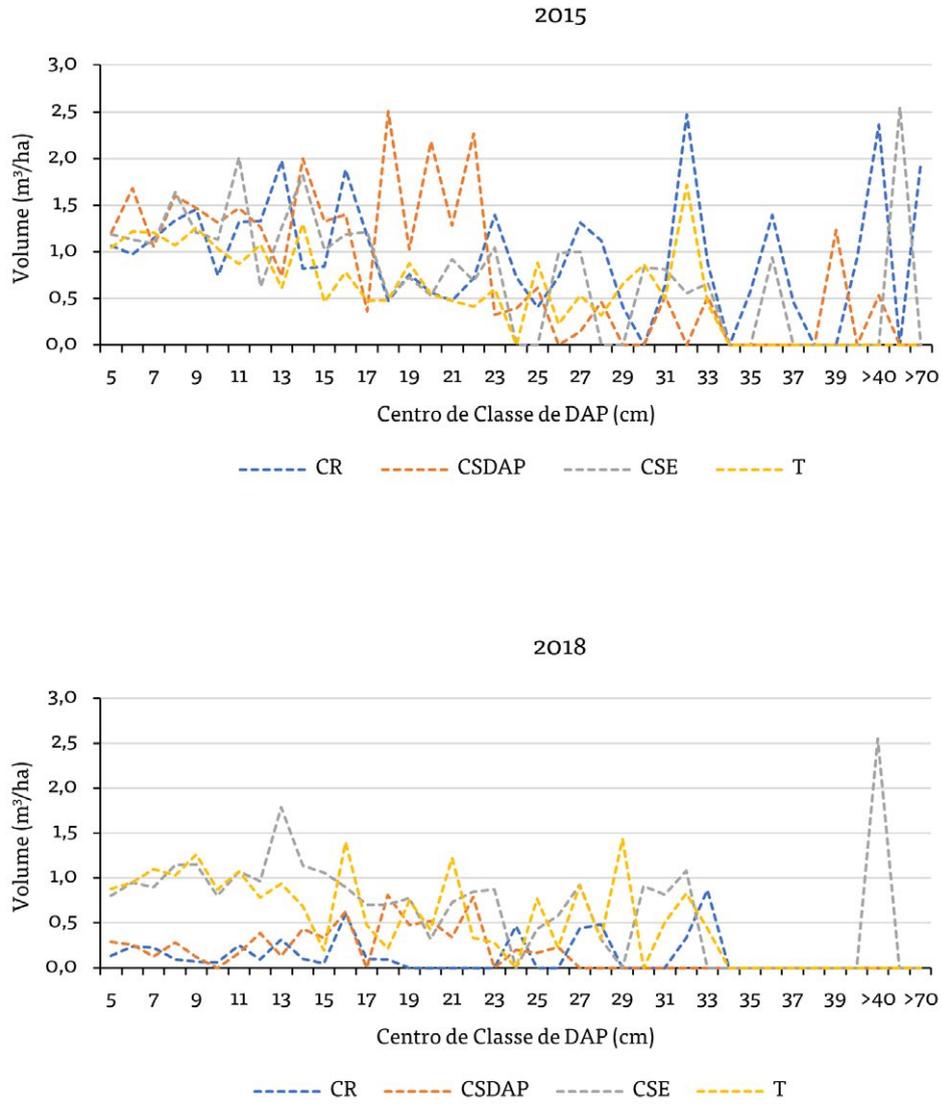
NOME VULGAR	CR	CSDAP	CSE	T
Jurema-preta	1	3		2
Jurema-vermelha	3	5	3	3
Maniçoba-brava	2	9	1	5
Maria-mole		1		
Mata-berne	3	1		1
<i>Mimosa</i> sp. 3		1		
<i>Mimosa</i> sp. 4		1		
Myrtaceae 3		1		
Pau d'arco	2	1	1	1
Pau-de-leite	2			
Pereiro	1	1		
Pinhão-bravo	1	4		
Pinhão-manso				1
Quiabento	2	3	2	
Sete-cascas	1	1	1	
Sibipiruna	2		1	
Umbuzeiro		3	1	
Velame-preto		1		
Total Geral	45	71	25	27

Foram observados apenas três novos indivíduos mortos em 2018, sendo uma na T (Uvinhada-restinga) e duas no CSE (Aroeira e Mata-berne).

3.6. Distribuição do volume por classes diamétricas

Não foi verificado uma distribuição normal em nenhum tratamento em 2015 (Figura 8a) e 2018 (Figura 8b). Em quase todas as classes de diâmetro de 5 a 39 cm, o volume vai de 0 a 2,5 m³/ha, sem preponderâncias marcantes. O histórico de intervenções relacionadas à exploração de madeira e a presença de espécies imunes de corte na área do experimento (*Astronium urundeuva* e *Schinopsis brasiliensis*) segundo a Resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente - CEPRAM N° 1.009, de 06 de dezembro de 1994 (Diário Oficial da Bahia de 04/01/1995), podem estar relacionadas a este resultado.

Figura 8. Distribuição do volume (m^3/ha) por classes de DAP (cm) em 2015 (a) e 2018 (b).





4. RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DE PESQUISA

Dinâmica de crescimento

(a) Como se deu a dinâmica do volume por tratamento?

Os tratamentos mais intensos (CR e CSDAP), após três anos do corte, ainda não recuperaram os valores iniciais, o que era de se esperar. Contudo, as taxas de crescimento são das mais altas encontradas no bioma. CSE e a T apresentaram IPA negativos.

.....

(b) Como variam as taxas de crescimento com o tempo e o sistema de manejo?

Apenas se dispõe de uma medição das taxas de crescimento e não se pode avaliar sua dinâmica. Até três anos, o CSDAP apresentou maior taxa de crescimento, seguido pelo CR. Os tratamentos CSE e a T apresentaram crescimento negativo.

.....

(c) Qual é a dinâmica das taxas de recrutamento e mortalidade nos tratamentos?

O tratamento CSDAP que apresentou o maior recrutamento. A mortalidade não se mostrou relevante no período amostrado.

.....

Diversidade

(a) Como são a riqueza e a diversidade do estrato arbóreo nas áreas manejadas e não manejadas?

Em 2018 os índices de riqueza e diversidade ainda estão abaixo dos encontrados em 2015.

.....

Estrutura

(a) Como foi a dinâmica da dominância nos diferentes tratamentos?

A dominância no TSE e T se manteve similar à situação original. Canjerana foi a espécie com aumento da dominância em 2018 para o CR e CSDAP. Já a Amburana-de-Cambão e a Casca-fina perderam dominância.

.....

(b) Como muda a distribuição do volume por classes de diâmetro ao longo do tempo?

Em 2018, o volume encontrado nas menores classes de diâmetro ainda é menor do que o observado no levantamento pré-corte.

.....



5. CONCLUSÕES

Devido ao pouco tempo decorrido pós-corte (três anos), ainda não é possível afirmar qual tipo de corte é o mais eficiente nem se existem diferenças entre as dinâmicas pós-corte.

As parcelas sem intervenção (Testemunha) apresentaram perda de estoque por mortalidade natural.

O tratamento CSE, não apresentou ainda nenhuma diferença com os outros tratamentos em termos de crescimento, diversidade e estrutura.

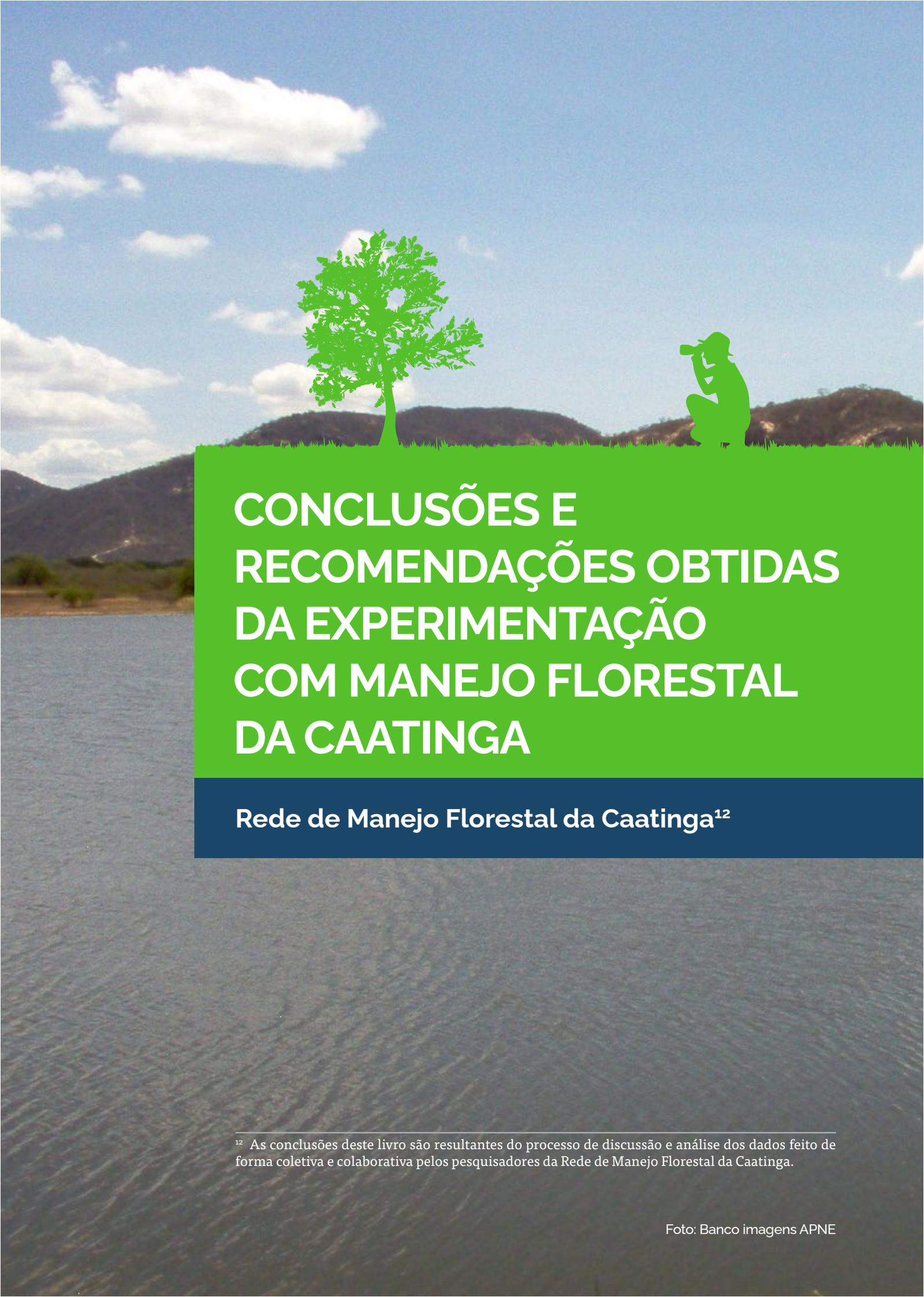
REFERÊNCIAS

- ABATZOGLOU, J. T., DOBROWSKI, S. Z., PARKS, S. A., HEGEWISCH, K. C. (2018). TerraClimate, a high-resolution global dataset of monthly climate and climatic water balance from 1958-2015. **Scientific Data**, 5. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.191>
- BATISTA, S. G. M., BARRETO-GARCIA, P. A. B., de PAULA, A., MIGUEL, D. L., BATISTA, W. C. A. (2018). Oxidizable fractions of soil organic carbon in Caatinga forest submitted to different forest managements. **Ciencia Rural**, 48(10). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170708>
- BRITO, A. C.; Paula, A.; BARRETO-GARCIA, P. A. B.; SOUZA, D. R., LIMA, R. B. (no prelo). Changes in the floristic composition and structure of a Caatinga biome submitted to forest management. **Rodriguésia**.
- HAMMER, Ø; HARPER, D. A. T., RYAN, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. **Paleontologia Eletrônica**, 4(1): 9.
- LIMA, P. S. F., LIMA, J. L. S. (1999). Composição florística e fitossociologia de uma área de caatinga em Contendas do Sincorá, Bahia, microrregião homogênea da Chapada Diamantina. **Acta bot. bras.**, 12(3): 441-450.
- MATOS, P. S., BARRETO-GARCIA, P. A. B., SCORIZA, R. N. (2019). Effect of different forest management practices on the soil macrofauna in the arboreal caatinga. **Revista Caatinga**, 32(3), 741-750. <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n318rc>
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). (2006). **Plano de Manejo - Floresta Nacional Contendas do Sincorá, Volume 1**. 132 p.
- OSBORNE, J. (2010). Improving your data transformations Applying the Box-Cox transformation. **Practical Assessment, Research, and Evaluation**, 15: 1-9.
- PAREYN, F.G.C., RIEGELHAUPT, E.M., MARQUES, M.W.C.F., CRUZ FILHO, J.L.V., PEREIRA, W.E., ARAÚJO, E.L. Capítulo IV. A contribuição do manejo florestal da caatinga para a segurança energética: um estudo da produtividade de biomassa aérea. In: Araújo, E.L., Pareyn, F.G.C. (orgs.). *Manejo florestal sustentável da caatinga: contribuição para segurança energética, alimentar e hídrica*. Recife, APNE. 2022. pp 167-212.
- PEREIRA, J. E. S., BARRETO-GARCIA, P. A. B., PAULA, A., D., LIMA, R. B. D., CARVALHO, F. F. D., NASCIMENTO, M. D. S., ARAGÃO, M. D. A. (2021). Form quotient in estimating Caatinga tree volume. **Journal of Sustainable Forestry**, 40(5), 508-517.
- PEREIRA, J. E. S., BARRETO-GARCIA, P. A. B., SCORIZA, R. N., SAGGIN JÚNIOR, O. J., GOMES, V. S. (2018). Arbuscular mycorrhizal fungi in soils of arboreal Caatinga submitted to forest management. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 13(1), 1-6. <https://doi.org/10.5039/agraria.v13i1a5497>
- SANTOS, M. O., BARRETO-GARCIA, P. A. B., MONROE, P. H. M., PAULA, A. (2021). Effect of Caatinga forest management on organic carbon stock in soil aggregates. **Scientia Forestalis**, 49(129). <https://doi.org/10.18671/SCIFOR.V49N129.16>

SANTOS, A.F.C., PAULA, A., BARRETO-GARCIA, P.A.B., CORRÊA, M.M., BOMBONATTI, J.R. (2023). Natural regeneration dynamics in Caatinga tree submitted to forest management. *Floresta*, v.53, n.2, 232-241. <https://doi.org/10.5380/rf.v53i2.85909>

SHANNON, C. E., WEAVER, W. (1964). **The mathematical theory of communication**. The University of Illinois Press. 131 p.

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



CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES OBTIDAS DA EXPERIMENTAÇÃO COM MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA

Rede de Manejo Florestal da Caatinga¹²

¹² As conclusões deste livro são resultantes do processo de discussão e análise dos dados feito de forma coletiva e colaborativa pelos pesquisadores da Rede de Manejo Florestal da Caatinga.



1. INTRODUÇÃO

Ainda que a pesquisa científica no bioma Caatinga tenha se intensificado nas últimas duas décadas, unidades experimentais especificamente orientadas ao manejo florestal, implementadas de forma sistemática, geograficamente representativas da diversidade ambiental do bioma, e com monitoramento de longo prazo, ainda são muito escassas. Esses são requisitos fundamentais para entender a dinâmica das florestas e suas respostas às técnicas de manejo.

Os primeiros resultados obtidos pela RMFC foram publicados em 2010 (GARIGLIO *et al*, 2010). Contando agora com mais de uma década adicional de monitoramento e expansão das Unidades Experimentais da RMFC, os objetivos centrais deste livro são analisar os indicadores e informações obtidas para, em primeiro lugar, apresentar recomendações técnicas para a implementação do manejo florestal com fins produtivos, e, em segundo lugar, orientar as pesquisas futuras nesta temática.



2. RESULTADOS OBTIDOS

2.1. Principais indicadores, definição e amplitude da variação observada.

A Tabela 1 apresenta um resumo geral dos resultados obtidos para os principais indicadores considerados na avaliação do manejo florestal das 11 Unidades Experimentais monitoradas ao longo de 3 a 40 anos em diferentes ambientes de Caatinga. A Figura 1 do Capítulo 2 apresenta a localização geográfica das UE.

- (a) Os **tratamentos** aplicados variam de dois até quatro (ou cinco, incluindo a testemunha) em cada UE. É difícil incluir mais tratamentos, porque o número de parcelas se faz muito grande se as repetições forem superiores a quatro. Em todas as unidades foi aplicado o Corte Raso Com Restrições (CRR). Em oito delas também foram aplicados diferentes tratamentos de Corte Seletivo.
.....
- (b) As **repetições** variam de 2 a 16, dependendo do delineamento experimental escolhido (o mais comum é em blocos) e da demanda de trabalho de campo para seu estabelecimento e medição. O alto número de repetições (> 8) em algumas unidades resultaram da impossibilidade de aplicar um ou outro tratamento previsto. Um problema grave de muitas UE é o baixo número de repetições (algumas têm somente duas), fato que impede o uso de estatísticas paramétricas e/ou gera alta incerteza na interpretação dos resultados.
.....
- (c) O **número total de parcelas** em cada UE ($N = \text{Tratamentos} \times \text{Repetições} \times \text{Blocos}$) varia de 6 a 48. O tamanho das parcelas permanentes de medição é de 400 m² (20m x 20m). É importante ressaltar que a área de aplicação dos tratamentos (50m x 50m ou mais) sempre é maior que a parcela permanente, buscando evitar efeito de borda e interferência entre tratamentos, com uma exceção (UE Contendas do Sincorá), onde as parcelas de tratamento e as parcelas permanentes são as mesmas.
.....
- (d) **Blocos**. Seis UE tiveram desenho original de blocos. Em três delas se descontinuaram as análises separadas por blocos, por não encontrar diferenças substantivas. O desenho de blocos assume que existe um fator ou uma condição inicial diferente para cada bloco (com e sem pastoreio, com solos diferentes, com uso prévio distinto). Porém, essa condição nem sempre foi verificada. Os blocos com e sem pastoreio resultaram diferentes na UE ESEC / FPC e também na Fazenda Pendências (ainda que ali não tenha sido aplicado o pastoreio).
.....

- (e) A **Precipitação Média Anual** (PMA, em mm/a) é uma variável fundamental na caracterização do sítio. Porém, as séries históricas de medições de precipitação incluem muitos anos com dados incompletos. Adotou-se como padrão a estimativa publicada por Alvares *et al.* (2013) para todos os municípios brasileiros, que corrige as anomalias dos registros locais. As séries históricas curtas podem ser muito influenciadas pelos anos de seca e de chuvas altas; por isso são preferidas as séries de 30 anos ou mais. As onze unidades atuais ficam nas faixas de PMA de 400 - 1200 mm/a.
- (f) O **Volume Cilíndrico** (ABPH, em m³/ha) é a variável que quantifica o estoque volumétrico e está muito relacionado com o estoque de biomassa. O Estoque inicial indica o volume em pé de fustes vivos com DAP > 2 cm anterior à implantação dos tratamentos. O estoque inicial médio nas 11 unidades varia de 18m³/ha a 63 m³/ha. O volume real pode ser estimado aplicando um fator de forma ao Volume Cilíndrico, porém a RMFC não adotou ainda um fator de forma genérico para este fim.
- (g) O **Incremento Médio Anual** do volume cilíndrico (IMA, em m³/ha/a) estima a produtividade da floresta. Junto ao volume esperado, deve definir a duração do ciclo e a quantidade de produto a ser colhido. Nas UE, os valores de IMA encontrados no final dos ciclos de corte variam de 0,8m³/ha/a a 9,0m³/ha/a. A grande amplitude reflete a produtividade crescente ao longo do gradiente de PMA e a grande variação na duração dos ciclos.
- (h) O **IMA calculado** é um valor médio para cada faixa de PMA, estimado por regressão em um conjunto de 340 observações em PMFS comerciais, onde foi medido o estoque em talhões com idade próxima ao final do ciclo de corte (PAREYN *et al.*, 2022). Este IMA calculado permite definir o ciclo de corte *ex-ante*, quando não se tem parcelas permanentes com medições repetidas pós-corte no local. Varia de 1m³/ha/a a 8m³/ha/a, intervalo muito similar ao encontrado nas UE.
- (i) O **Ciclo de Corte** é o número de anos entre duas colheitas sucessivas no mesmo local. Para evitar a distorção devida a baixos valores de IMA nos experimentos mais velhos, em cada unidade foi identificada a idade na qual o volume inicial foi recuperado em cada tratamento, e esta foi considerada como o Ciclo de Corte. O ciclo depende da PMA local (que influi no IMA), da intensidade de corte e do valor esperado de estoque final (quando recuperar-se-ia a parte extraída do estoque). Em dez unidades da RMFC, o ciclo encontrado ficou no intervalo de 9 a 27 anos. Em São João de Piauí, que sofreu incêndio, subiu para 56 anos.
- (j) O **Índice de Shannon** (H', em nats ind⁻¹) estima a biodiversidade do estrato arbóreo. É calculado com base na ABPH de cada espécie. Comparam-se valores iniciais e finais (nas medições pré-corte e na última) para avaliar combinadamente as dinâmicas da composição florística e dominância específica. Os valores variam de 0,24 a 3,2 nas parcelas originais e são geralmente maiores (de 0,5 a 3,4) nas parcelas manejadas.

- (k) A **Riqueza de espécies arbóreas** (S = número de espécies presentes) é um indicador simples da complexidade florística do estrato arbóreo. Valores típicos na Caatinga variam de 12 a 58 espécies.¹³ A comparação de S antes e depois de aplicar os tratamentos, indica o ingresso de espécies que não estavam presentes, ou a perda de espécies associadas ao manejo. Os valores variam bastante entre sítios, com ganho de espécies na maioria dos casos. Isto sugere que alguns tratamentos, particularmente o corte raso, geram oportunidades para que algumas espécies de árvores ocupem nichos que até então lhes estavam vedados.
.....
- (l) As **Espécies Dominantes** são as que somam 80% da ABPH local (volume cilíndrico). Normalmente são poucas, de 3 a 5 espécies. Sua alta dominância gera baixos valores de H' .
.....
- (m) A **Classe de Diâmetro** (DAP, em cm) que acumula 80% do volume é um indicador simples da distribuição da biomassa por tamanho dos fustes. Fornece uma boa ideia sobre os usos finais possíveis para os fustes existentes no local. Na maioria dos casos, tanto na vegetação original quanto no final do ciclo, o seu valor vai de 6cm a 11cm. Como referência, as estacas “de garrafa” são de 8cm a 10cm de diâmetro, as estacas “de litro” de 10cm a 14cm e os “mou-rões” de 16cm a 20cm.
.....

¹³ Segundo SAMPAIO (2010), áreas de caatingas típicas, em geral, tem menos de 50 espécies arbustivas e arbóreas por hectare, mas, se for considerada toda a extensão do bioma a vegetação possui mais de 5 mil espécies fanerógamas.

Tabela 1. Principais indicadores das 11 unidades experimentais da RMFC em 2022.

	U.E.	UF	ANO IMPLANTAÇÃO	TRATAMENTOS		PARCELAS	PMA (MM/A)	ESTOQUE INICIAL (m ³ /ha)	CICLO DE CORTE		IMA MEDIDO m ³ /ha/a			IMA CALCULADO (m ³ /ha/a)	H' INICIAL	H' FINAL	S INICIAL	S FINAL	SPP DOMINANTES	SPP DOMINANTES	SPP NOVAS	SPP PERDIDAS	CD > 80% DE ABPH
				N	n				min	max	min	max	CR										
1	Fazenda Belo Horizonte	RN	1982	2	3	6	794	37,8	14	20	1,0	2,5	1,0	2,0	desc	1,81-1,97	desc	16	3	?	?	?	7
2	ESEC sp	RN	1989	4	4	16	730	35,6	22	26	1,1	1,8	1,1	4,0	1,81-2,07	1,17-1,62	11-13	15-18	7	4	?	?	9
	FPC cp	RN	1989	4	4	16	730	24,3	22	26	0,6	1,3	0,9	4,0	1,62-1,77	1,42-1,87	10-13	8-16	5	4	?	?	9
3	Fazenda Recanto	RN	1996	5	2	10	857	47,0	11	15	1,5	3,3	2,8	5,0	0,24	0,05-0,43	12	24	1	1	13	2	8
4	Fazenda Venâncio Zacharias	RN	1995	4	2	8	605	52,4	16	25	0,5	1,4	0,6	3,0	0,58-1,32	1,27-1,52	12	11	2	2	4	2	3
5	2do Ciclo Fazenda Maturi	CE	2005	4	3 a 5	15	1067	desc	9	12	2,6	8,3	5,3	7,0	1,12-2,09	1,09-2,18	16-24	15-18	2-7	2-8	6	8	4
	2do Ciclo Fazenda Formosa	CE	2005	4	3 a 7	21	1186	desc	10	12	1,8	6,5	5,9	8,0	2,17-2,77	2,10-2,73	24-42	24-42	6-8	5-9	12	8	9
6	Fazenda Pendências	PB	2005	2	12	24	449	18,0	17	22	0,6	1,2	0,9	1,0	1,60-1,88	1,65-1,88	10-16	15-16	4-6	4-5	4	1	5
7	CPATSA	PE	2007	5	3	15	501	35,9	22	27	0,5	1,9	0,6	2,0	2,1-2,4	1,8-2,1	15-20	11-18	4-7	4-7			8
8	Fazenda Otávio Domingues	PI	2005	4	3 a 6	15	700	63,5	25	56	0,6	1,3	1,1	3,0	1,8-2,1	0,4-1,7	17-21	9-20	3-6	3-5			6
9	Flona Contendas do Sincorá	BA	2015	4	12	48	649	61,9	14	20	3,5	4,6	3,5	3,0	2,94-3,21	2,51-3,06	41-58	23-43	10	3-7	4	18	17
10	Fazenda Fonseca	PE	2006	2	8 a 16	24	509	34,5	28	Ind.	0,1	0,9	0,4	2,0	1,27	1,39	14	14	4	6	3	2	7

U.E.	UF	ANO IMPLANTAÇÃO	TRATAMENTOS	REPETIÇÕES	PARCELAS	PMA (MM/A)	ESTOQUE INICIAL (m³/ha)	CICLO DE CORTE		IMA MEDIDO m³/ha/a			IMA CALCULADO (m³/ha/a)	H' INICIAL	H' FINAL	S INICIAL	S FINAL	SPP DOMINANTES	SPP DOMINANTES	SPP NOVAS	SPP PERDIDAS	CD > 80% DE ABPH
			N	n			min	max	min	max	CR	(nats/ind)	(nats/ind)	N	N	In.	Fin.	cm				
Angico	PB	2007	2	298	na	553	na	15	20	n.a.	n.a.	.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Angico	PE	2007	2	199	na	567	na	28	34	n.a.	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
MÉDIA						707	41,1	18,1	24,2	1,2	2,9	2,0	3,7									
DP						214	15,0	6,4	11,4	1,0	2,4	1,9	2,1									
CV						30%	37%	36%	47%	83%	81%	96%	57%									
EP						77,3	5,4	2,3	4,1	0,4	0,9	0,7	0,8									

Valores de estoque e IMA expressos em ABPH (m³/ha/a) - volume cilíndrico

2.2. A importância dos indicadores selecionados

2.2.1. Tratamentos

A seleção dos tratamentos é o aspecto mais importante no delineamento dos experimentos, porque define o que pode e o que não pode ser comprovado em cada unidade experimental. Eles devem ser aplicados em parcelas com área cinco a vinte vezes maior que as parcelas de medição de resultados, para assegurar que seus efeitos sejam efetivos e atuantes por igual em todas as parcelas permanentes (evitando efeitos de borda). Isto implica em implantar parcelas de tratamento com 1.000m² a 2.000m² cada uma. Nas UE da RMFC esta condição prévia nem sempre foi assegurada, gerando riscos mais ou menos graves de interferência entre tratamentos, com efeitos que distorcem os resultados.

Os tratamentos se diferenciam pela intensidade e a seletividade do corte. No tratamento de Corte Raso (CR) ocorre a maior intensidade, porém devido à frequente existência de árvores

de espécies imunes de corte e/ou impróprias para uso, a intensidade efetiva fica entre 80 e 95% do estoque. Assim, este tratamento deveria ser denominado CRR (Corte Raso com Restrições).

Os tratamentos de cortes seletivos (CS) por diâmetro estão presentes em quase todas as UE. Suas finalidades podem ser: a) preservar árvores matrizes para aumentar a disponibilidade de sementes; b) preservar árvores acima de certos diâmetros, para atingir maiores diâmetros em menos tempo e reduzir o ciclo de corte; c) eliminar árvores de menor diâmetro para reduzir a concorrência com as árvores maiores, d) preservar árvores de espécies protegidas por lei.

Comparando os resultados de CR e CS, somente uma UE provou vantagens para o CS com diferença significativa em termos de ciclo de corte e IMA. Nas outras EU, as diferenças não foram significativas ou as maiores produtividades deram-se no CR.

2.2.2. Estoque inicial

A importância do estoque inicial é muito alta nas normas atuais sobre MFS da caatinga. O inventário inicial constitui a base dos PMFS e a referência quase absoluta para o monitoramento da sua execução. Segundo a normativa, o inventário deve estimar o volume total da floresta por amostragem da área a ser manejada (calculando ABPH, Volume Real ou Volume Empilhado), com até 20% de erro provável para a média amostral do estoque volumétrico. O estoque inicial deve ser recuperado ao final do ciclo e o estoque unitário médio (adotado como valor constante para todo o ciclo de corte) é multiplicado pela área dos talhões para estimar os volumes exploráveis a cada ano.

Nas UE da RMFC, foi comprovado que: a) o estoque inicial médio não é constante no tempo, b) tem pouca relação com o volume no final do ciclo, e c) não tem correlação com o IMA do local. Assim sendo, o conceito de estoque inicial não deveria ser utilizado para fixar os objetivos ou determinar prescrições de manejo florestal.

2.2.3. Recuperação do estoque inicial

Em várias UE comprovou-se que o estoque inicial foi ultrapassado pelo crescimento acumulado antes dos 10 anos; em outras somente foi atingido aos 27 anos, e em algumas não há previsão razoável de tempo para atingi-lo. Considerando um erro amostral padrão de $\pm 20\%$ para o estoque inicial, os prazos de recuperação do estoque inicial podem variar de 6 até 32 anos.

A recuperação do estoque inicial não deveria ser o objetivo do PMFS, porque obriga a estender a duração do ciclo de corte muito além do ótimo técnico (quando as curvas de IMA e IPA se intersectam), acarretando uma perda de boa parte da produtividade potencial de cada sítio.

2.2.4. Precipitação Média Anual (PMA) do local

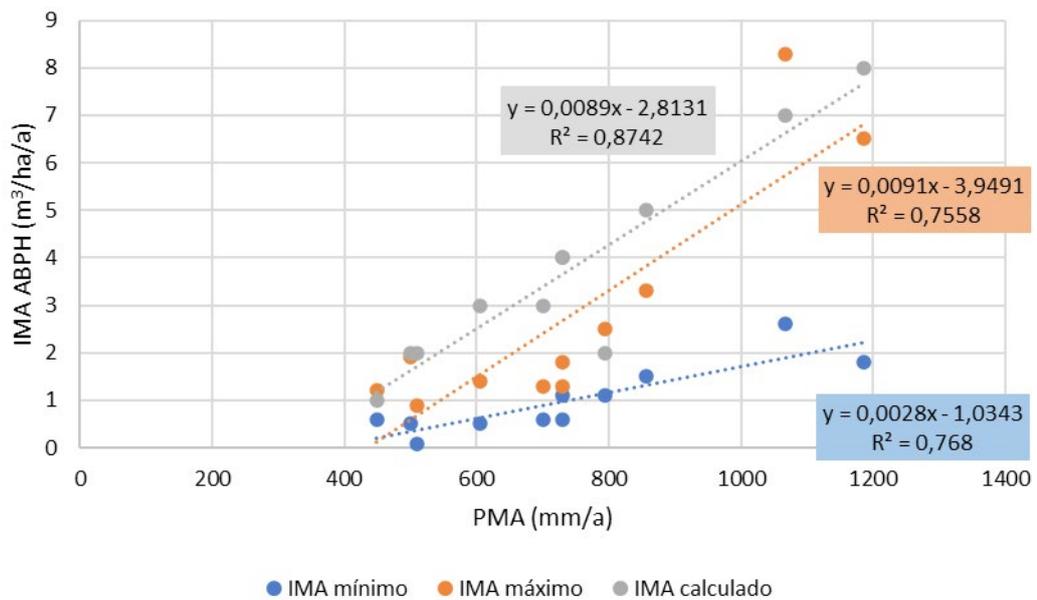
A precipitação média anual do local (PMA) tem influência decisiva no IMA e, consequentemente, na produtividade e na velocidade de crescimento. Os valores de IMA máximo e mínimo

encontrados nas UE são apresentados na Figura 1, junto com os valores calculados, em função da PMA. Na regressão entre IMA e PMA observa-se altos valores de R^2 , indicando que 77 a 82% da variação do IMA pode ser explicada pelas diferenças da PMA nestes onze sítios.

Outras pesquisas, com amostras muito maiores, chegaram à mesma conclusão, com R^2 de 0,56 a 0,72. Os máximos medidos nas UE são muito próximos dos calculados numa grande amostra de PMFS comerciais, que utilizaram Corte Raso com Restrições.

No grupo de valores mínimos de IMA, a tangente da reta de regressão é muito menor, porém o R^2 é igual. Isto pode ser devido a várias causas que afetam negativamente as taxas de crescimento: a) tratamentos de baixa intensidade de corte; b) locais com sobre-pastoreio; c) secas prolongadas em períodos de medição curtos ou em baixas idades pós-corte; d) ciclos muito longos; e) outros fatores não identificados.

Figura 1. IMA observado e calculado em função da PMA local em onze UE.



2.2.5. Incremento Médio Anual (IMA)

Os valores de IMA encontrados nas UE são muitas vezes decrescentes, no último ou últimos períodos de monitoramento. Isto implica que as medições realizadas em idades tardias já não podem detectar o ponto de intersecção de IMA e IPA, porque, nesses casos, as parcelas medidas já entraram na fase em que a velocidade de crescimento é continuamente decrescente.

Os valores de IMA da Tabela 1 correspondem ao final do ciclo de corte, quando ABPH atinge 80% a 100% do pré-corte; e são menores que os valores do IMA máximo de cada sítio.

2.2.6. Incremento Periódico Anual (IPA)

Em muitas das medições repetidas, os valores de IPA são menores que os do IMA. Aliás, são pequenos e alternam de positivos a negativos. Este padrão de IPA baixo e flutuante é típico de florestas na última etapa da curva de crescimento, quando o estoque oscila ao redor do máximo que o sítio pode atingir.

2.2.7. Ciclo de corte

Neste livro, o ciclo de corte é definido como “o tempo (em anos) para atingir ou superar 80% do ABPH inicial na maioria das parcelas de uma unidade experimental”. Por razões antes apontadas, esta definição tem muitas deficiências e deveria ser substituída na prática do MFS por uma de duas opções seguintes:

- > o tempo (em anos) para que as curvas de IMA e IPA intersectem, ou
- > o tempo (em anos) para que o estoque a recuperar seja atingido, segundo a estimativa do IMA em função da PMA local (vide Tabela 2)

Tabela 2. Cálculo do ciclo de corte (anos) em função do estoque a recuperar e PMA do local.

ZONA DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL	IMA st/ha/a	ESTOQUE A RECUPERAR			
		100 st/ha	150 st/ha	200 st/ha	250 st/ha
de 400 a 499 mm	3,3	30	45	61	n.a.
de 500 a 599 mm	6,6	15	23	30	38
de 600 a 699 mm	10,0	10	15	20	25
de 700 a 799 mm	12,5	8	12	15	19
de 800 a 899 mm	16,6	6	9	11	14
de 900 a 999 mm	20,0	5	8	10	13

A amplitude dos ciclos de corte calculados em função da PMA do local é muito grande porque os níveis de produtividade são extremamente diferentes ao longo do gradiente de precipitação. Na Tabela 2 se diferenciam ciclos curtos (em branco, de 5 a 20 anos), ciclos médios (em azul escuro, de 23 a 30 anos) e ciclos longos (em azul claro, de 38 a 61 anos). Vale

notar que na faixa de PMA menor que 500mm, todos os ciclos são longos. Nas zonas com PMA maior que 800mm, todos os ciclos são curtos (de 14 anos ou menos), independentemente do estoque a ser recuperado.

2.2.8. Distribuição do volume por classes diamétricas

De forma geral, a distribuição do volume no final do ciclo de corte resulta concentrada nas classes menores, normalmente de 2cm a 12cm de DAP. Em tratamentos de corte seletivo acima de certos diâmetros, encontra-se uma distribuição do volume concentrada em classes diamétricas médias ou maiores. Ciclos curtos não podem recuperar a distribuição diamétrica original de árvores com 30 a 50 anos de idade.

2.2.9. Composição florística: riqueza e diversidade

Nas onze UE a riqueza florística se manteve ou aumentou ao longo do tempo. A diversidade medida pelo Índice de Shannon se reduziu em alguns tratamentos, devido ao aumento na dominância de umas poucas espécies nas fases iniciais de recuperação. De forma geral e considerando as idades próximas ao fim dos ciclos de corte, os efeitos do manejo foram aumentar a riqueza e diversidade do estrato arbóreo, sem diferenças significativas entre tratamentos (SANTOS *et al.*, 2023).



3. CONCLUSÕES SOBRE A METODOLOGIA DA PESQUISA EXPERIMENTAL

Sobre o número de repetições nas Unidades Experimentais

Na maioria das UE o número de repetições por tratamento (N) é igual a 44, e assim as diferenças entre suas médias, para $N-1 = 3$, quase nunca são significativas. Poucas Unidades Experimentais têm dez ou mais repetições, número mínimo requerido para aplicar algum teste paramétrico com razoável expectativa de encontrar diferenças significativas.

Logo, é recomendável implementar UE com o maior número de repetições que seja possível, preferivelmente não menos de 8 em cada tratamento. Na prática, isso se torna oneroso e de maior dificuldade logística (necessidade de áreas maiores, maior custo de proteção e implementação etc.).

Sobre o tamanho das parcelas

O tamanho de parcela permanente padronizado pela RMFC é de 20m x 20m ou 400 m². Esse tamanho é adequado para inventários florestais, onde em cada estrato ou talhão são lançadas entre 10 e 30 parcelas para atingir um certo erro da média. Ainda assim, nos inventários de caatinga “aberta”, em áreas muito heterogêneas e/ou com árvores grandes (DAP > 30 cm), 400 m² por parcela não é suficiente: são necessárias parcelas de 40m x 40m ou 1.600 m² para reduzir o número de parcelas e o esforço de campo.

Nas UE da RMFC, os efeitos dos tratamentos testados em parcelas pequenas, de 400 m², podem resultar muito diferentes dentro do mesmo tratamento. A presença de árvores grandes, seja de espécies exploráveis ou não, impacta muito significativamente na aplicação dos tratamentos, no estoque pós-corte e nas dinâmicas posteriores. Estas parcelas pequenas geram alta variância nos resultados, e, de fato, a combinação de parcelas pequenas e poucas repetições é uma das principais causas da incerteza na interpretação dos resultados experimentais da RMFC.

A Rede DRYFLOR padroniza parcelas permanentes de 50m x 100m = 5.000 m². O esforço para estabelecer este tipo de parcela vai de 18 a 28 pessoas-dia; e para sua remedição se estima de 7 a 18 pessoas-dia (MOONLIGHT *et al.*, 2020). A remedição de uma PP da RMFC leva, em geral 0,25 a 0,5 dias com 4 pessoas = 1 a 2 pessoas-dia.

Sobre os fatores ambientais que afetam o crescimento pós-corte

Além dos efeitos diretos dos níveis de intensidade e seletividade de corte aplicadas nos experimentos, pode-se supor que vários fatores ambientais têm influência nos resultados.

Os principais são, presumivelmente:

- > **A precipitação local no período de observação;**
- > **A profundidade efetiva, textura e outras propriedades do solo na área experimental;**
- > **A declividade, ou de forma mais geral, o relevo do sítio.**

Lamentavelmente, estes três fatores não podem ser controlados pelo experimentador. Sua avaliação depende de encontrar um número grande de sítios com amplas diferenças nos valores destas variáveis para poder comparar. Até agora, a avaliação sistemática da influência dos fatores abióticos foi realizada em um conjunto de mais de trezentas parcelas temporárias estabelecidas em 17 PMFS comerciais localizados em um gradiente de PMA de 450mm/a a 970mm/a, com grande heterogeneidade de solos e declividade, e tempo de regeneração de 5 a 17 anos (PAREYN *et al.*, 2015, 2020 e 2022). O único fator ambiental que teve alta correlação com o crescimento pós-corte foi a PMA com $R^2 = 0,72$. As propriedades físicas e químicas do solo, sua profundidade, textura e relevo não deram resultados conclusivos, mas é obvio que, depois de descontar o erro experimental, sua influência sobre o crescimento somente pode ser fraca.

Tudo indica que, para avaliar os efeitos dos fatores ambientais nas áreas manejadas, será necessário desenvolver outros métodos de análise, com desenhos experimentais diferentes dos tradicionais da RMFC.

Sobre os efeitos da composição e estrutura da vegetação no crescimento

A composição florística do estrato arbóreo é bastante diferente entre ecorregiões do bioma Caatinga, e muito mais diferente entre sítios. Aliás, os experimentos da RMFC demonstram que a riqueza e diversidade podem variar muito ao longo do tempo, na mesma parcela e no mesmo tratamento. Assim, avaliar os efeitos da composição e estrutura originais do estrato arbóreo sobre a composição e estrutura pós-corte não é praticamente possível, porque ambas são muito modificadas pela colheita.

Por outro lado, a composição e estrutura do estrato arbóreo prévias ao corte têm pouca relação com o crescimento pós-corte, sobretudo quando aplicados tratamentos intensivos como o Corte Raso.

Sobre os efeitos das secas nas Unidades Experimentais

Os efeitos das secas são bastante evidentes no terreno, pela mortalidade e o crescimento reduzido das árvores sobreviventes. Contudo, os efeitos das secas extraordinárias (p. ex. 2012-2015) sobre as matas da caatinga (manejadas ou não) raramente são avaliados quantitativamente em literatura científica.

Nas parcelas permanentes da RMFC, as remedições são feitas a cada três a cinco anos. Como esses períodos não necessariamente coincidem com anos secos ou de chuvas abundantes, para avaliar os efeitos de secas e chuvas seria necessário contar com medições anuais. Todavia, os resultados de medições anuais são prejudicados pelo erro da medição, porque os incrementos anuais são pequenos e o incremento real pode ser inferior ao erro de medição¹⁴. Logo, nem sempre, ou nem necessariamente, as UE da RMFC conseguem avaliar esses impactos.

Sobre os efeitos de mudanças climáticas

Os efeitos das mudanças climáticas são perceptíveis e medíveis em lapsos de tempo muito maiores que a vida útil das parcelas da RMFC. Logo, não é possível que os dados das UE provem ou rejeitem qualquer hipótese relativa a efeitos de mudanças climáticas sobre a vegetação.

Sobre a intensidade de corte e seus efeitos no crescimento, recrutamento e mortalidade

A oportunidade, a intensidade, e a seletividade de exploração são os únicos fatores controláveis pelos experimentadores no MFS da caatinga. As maiores intensidades de corte têm como efeitos mais notáveis aumentar o N, aumentar o IPA e o IMA, e reduzir a mortalidade pós-corte. De forma geral, quanto maior a intensidade, maior o recrutamento.

Sobre a representatividade das UE existentes

A representatividade geográfica das UE da RMFC é bastante ampla, espalhando-se nas Ecorregiões Depressão Sertaneja Setentrional e Meridional, nas faixas de 450mm a 1.050mm de PMA. Contudo, a Rede não tem unidades experimentais nas serras e chapadas úmidas.

Sobre a utilidade e representatividade das parcelas testemunha

Muitas das Unidades Experimentais não incluíram no seu desenho parcelas de testemunha, onde nenhum tratamento foi aplicado. Onde estas testemunhas existem, sua utilidade principal tem sido demonstrar que a vegetação original muda ao longo do tempo por fatores naturais e sem intervenção humana e que algumas das mudanças observadas nas parcelas com tratamentos podem ser parcial ou totalmente atribuídas aos efeitos dos fatores naturais que atuam no sítio.

As testemunhas também demonstram que a “recuperação do estoque inicial” é um critério de validade discutível, visto que esse valor de estoque pode mudar amplamente ao longo do ciclo.

¹⁴ Medições com dendrômetros fixos foram testadas pela RMFC e resultaram pouco práticas porque os caules encolhem na estação seca e os dendrômetros deslizem ou geram incrementos diamétricos negativos.

Sobre o uso prévio do solo

Na maioria das UE já instaladas, os usos prévios do solo não eram bem conhecidos. De forma geral presume-se que eram terras em uso agrícola ou pecuário, que depois de algumas décadas de abandono viraram matas secundárias, e que estavam em diferentes estágios de recuperação quando foram aplicados os tratamentos de manejo. A tendência crescente do estoque nas parcelas de testemunha de algumas UE é um indício que apoia esta suposição. Porém, existem também UE onde as parcelas de testemunha mostram estoques decrescentes no decorrer do tempo.

Sobre as sub-parcelas de regeneração

As sub-parcelas de regeneração devem dar informações sobre as arvoretas de $H < 1,3\text{m}$ e $DAP < 2\text{ cm}$, que poderiam ajudar a entender e prever os processos de recomposição do estrato arbóreo. Até agora, estas parcelas não foram objeto de análises, exceto em uma das 11 UE e cabe reconsiderar sua utilidade prática.

Sobre o tamanho das parcelas de tratamento

As parcelas de tratamento (PT) deveriam ter uma extensão muito maior que as parcelas de medição (PP), para evitar efeitos de borda. O tamanho mínimo das PT deve ser de $60\text{m} \times 60\text{m}$ para conter uma única PP de $20\text{m} \times 20\text{m}$ e bordaduras de 20m . Para que haja cinco repetições, deveria ter $100\text{m} \times 100\text{m}$.

Sobre a intensidade dos tratamentos de corte seletivo

Para definir a intensidade dos tratamentos de corte seletivo, é preciso conhecer de antemão a composição do estrato arbóreo. Caso contrário, podem ser definidos tratamentos excessivamente leves ou extremamente intensos.

De forma geral, para ter efeitos notáveis em prazos menores a vinte anos, os tratamentos de CS deveriam ter uma intensidade de corte de 30% a 60% da ABP original. Se superam 60%, se aproximam muito do CR, e se ficam abaixo de 30%, incidem muito pouco nas dinâmicas pós-corte.

Sobre a frequência das medições

A frequência de medição padronizada pela RMFC é de três anos. Por motivos orçamentários, algumas medições foram realizadas com intervalos de 4 ou 5 anos. Medições mais frequentes têm o problema de que os erros de medição são maiores que as diferenças absolutas nas dimensões das árvores, e por isso não são aconselháveis.

Sobre os limites de inclusão

O limite de inclusão dos fustes é $CAP > 6\text{cm}$ ou $DAP > 2\text{cm}$. Mudando este limite, os resultados das medições não são comparáveis. Assim, é importante seguir estritamente o protocolo de medição (definido pela RMFC) em esforços de pesquisa articulados em diferentes sítios e com objetivos similares, para otimizar esforços e recursos gerando informações compatíveis e comparáveis.

Sobre a origem das árvores

O protocolo de medição estabelece que a origem dos fustes medidos deve ser assignada a uma de duas classes: A) de semente ou raiz, ou B) de toco. A classe "A" mistura duas formas diferentes de regeneração (vegetativa e não vegetativa) e deveria, portanto, ser retificada.



4. LIÇÕES APRENDIDAS SOBRE O MFS

O MFS da caatinga é uma atividade em contínua evolução ao longo dos últimos 40 anos. Foi acompanhado por ações de pesquisa experimental e de avaliação dos seus impactos ambientais, produtivos, econômicos e sociais, empreendidas por numerosas instituições de ensino e pesquisa da Região Nordeste. Além disto, o MFS tem sido o tema central de teses de pós-graduação a nível de mestrado e doutorado. É bastante lógico, portanto, que algumas lições tenham sido aprendidas em quatro décadas a partir da pesquisa e da experiência prática adquirida em mil PMFS implementados.

As lições brevemente resumidas aqui tentam expressar padrões mais ou menos gerais, e certamente não podem refletir toda a diversidade de situações encontradas nas áreas experimentais e nos planos de manejo comerciais. São agrupadas em tópicos separados, ainda que estes tópicos tenham múltiplas interações.

(a) *Impactos do MFS sobre solo e água*

Nas UE da RMFC e em outras áreas de pesquisa, foi demonstrado que os impactos do corte raso são grandes em termos de exportação de nutrientes pela madeira retirada. Porém, seu impacto em termos da disponibilidade de macro nutrientes remanescentes no solo pode ser pequeno, porque as reservas de K, Ca e P no solo mineral são maiores que a extração de uma colheita (AMORIM *et al.*, 2014, CARVALHO, 2019, SAMPAIO *et al.*, 2009). Assim, na ausência de estudos de longo prazo, a dinâmica do armazenamento de nutrientes nas áreas manejadas é desconhecida.

Em estudos de curto prazo, observa-se que o conteúdo de matéria orgânica aumenta no ano de corte (no horizonte orgânico da serrapilheira) e volta em poucos anos para os níveis normais de cada sítio nos horizontes do solo mineral (AMORIM, 2009).

Nos talhões de corte raso a retenção de água de chuva nos horizontes superficiais é maior que nas áreas sem manejo, de Reserva Legal, nas pastagens e nas áreas cultivadas (AMORIM *et al.*, 2022). Essa maior reserva de água pode promover o crescimento da vegetação nos talhões explorados, por alguns anos, mas não tem efeitos fora deles. Não existem evidências de que a maior retenção superficial aumente a recarga dos aquíferos locais, onde esses existam - o que é pouco frequente.

O escoamento superficial tende a ser menor por até 3 - 5 anos após o corte das árvores, devido ao acúmulo de folhas e gravetos deixados na área como resíduos da colheita (ANDRADE *et al.*, 2016, RODRIGUES, 2016). O menor escoamento superficial reduz o fluxo hídrico para reservatórios (açudes e barreiros) a jusante das áreas manejadas.

(b) Efeitos do MFS na biodiversidade vegetal e animal

A aplicação de distintos tipos de corte pode levar a aumentos da riqueza florística e da diversidade do estrato arbóreo: H' e S evidenciam tendências crescentes ao longo do tempo em muitas das UE.

Nos talhões de colheita recente, há perda de biodiversidade animal. Esta vai se recuperando nos talhões mais velhos, gradativamente. Alguns grupos biológicos são muito sensíveis à extração de madeira: p.ex. abelhas da família Meliponidae, que fazem seus ninhos em árvores, perdem diversidade e abundância depois do corte (MOURA, 2010). Répteis e anuros são pouco afetados (BORGES-NOJOSA *et al.*, 2010). Certas espécies de aves especialistas podem ser muito afetadas (RIBEIRO *et al.*, 2021).

O reduzido tamanho das parcelas da RMFC não permite obter conclusões confiáveis sobre impactos dos tratamentos na fauna de maior porte, especialmente sobre animais muito móveis como mamíferos, répteis e aves (PRADO *et al.*, 2010). As avaliações de impactos sobre a flora contêm ainda uma alta margem de incerteza.

Finalmente, e levando em consideração que a área onde poderia ser aplicado o MFS não superaria, no melhor dos casos, 2% da área total do bioma caatinga ou 4% das matas remanescentes, é muito improvável que algum efeito do MFS sobre a diversidade animal ou vegetal seja perceptível fora da escala local. Os PMFS são pequenas áreas de mata, onde colheitas de madeira são realizadas gradualmente em longos períodos, com impactos transitórios e muito menores do que sítios onde ocorrem mudanças de uso do solo por via de desmatamentos em grandes superfícies.

.....

(c) Impactos na regeneração das árvores

Os impactos do manejo sobre a regeneração das árvores cortadas dependem basicamente da espécie: algumas têm alta capacidade de brotação de tocos, outras brotam das raízes, e outras não brotam. De forma geral, 80% das árvores cortadas emitem brotos basais ou radicais, porém esta proporção é bastante variável entre sítios (50% a 90%). Em alguns sítios, em períodos de seca extrema e prolongada (3 anos ou mais) foi verificada alta brotação, porém com baixa sobrevivência dos brotos.

Os impactos sobre as árvores não cortadas também dependem da espécie. Em dois sítios (UE Venâncio Zacharias e UE Fazenda Recanto) as árvores não cortadas morreram, sem causa aparente, antes de terminar o ciclo de corte, o que coloca em dúvida a eficácia de sua preservação.

A conservação de árvores matrizes não demonstrou ter efeitos sobre a composição florística do estrato regenerante, o que é lógico e esperado onde a regeneração ocorre basicamente por via vegetativa, e a maior ou menor oferta de sementes não muda esse padrão.

Evidentemente, a regeneração por sementes tem um papel importante no aumento da riqueza que foi verificado em muitas UE. Porém, a alta dominância de umas poucas espécies nessas mesmas UE -justamente a dominância de espécies de alta capacidade de brotação - confirma que a regeneração principal é por via vegetativa.

As lições aprendidas são:

- > Preservar algumas espécies ou isentar de corte a algumas categorias diamétricas modifica pouco o padrão da regeneração pós-corte;
- > As diferenças de estrutura e composição observadas nos primeiros anos após a aplicação de cortes seletivos se devem ao fato de que as árvores não cortadas continuam sendo medidas, enquanto o recrutamento das árvores regenerantes leva mais tempo;
- > no final do ciclo, os tratamentos mais intensivos têm riqueza igual ou maior que os menos intensivos.

Por outro lado, vale notar que os cortes seletivos levam, inevitavelmente, a uma menor intensidade de exploração. Conseqüentemente, geram menores taxas de crescimento líquido e acumulação de biomassa, porque as árvores não cortadas seguem ocupando espaço e recursos no sítio, são mais velhas, crescem mais lentamente, e em muitos casos estão próximas à idade de sua morte natural.

O único motivo válido para aplicar isenções de corte é que são espécies protegidas por lei, visto que evitar seu corte não aumenta sua frequência, abundância e dominância durante o ciclo de manejo. Se são espécies capazes de brotar no toco, a isenção de corte reduz sua abundância e dominância relativa.

(d) Técnicas de corte

As técnicas de corte, também chamadas sistemas ou tipos de corte, se diferenciam por sua intensidade e sua seletividade. A maior intensidade possível ocorre no corte raso com restrições (CRR). Porém, neste tipo de corte (geralmente considerado como “não seletivo”) são isentas de corte as árvores de espécies protegidas, as de CAP < 6 cm, as frutíferas, as de sombra, as forrageiras, as inaproveitáveis etc. Isto leva a que as intensidades efetivas de corte nos tratamentos de CR sejam de 70% a 90% no máximo. Nos cortes seletivos as intensidades são muito menores, variando de 15% a 50% do estoque com CAP > 6cm.

A seletividade pode ser por espécie ou por diâmetro. Além da seleção por uso ou valor de cada espécie (como resumido acima), também pode ser aplicada a seleção por diâmetro. Em alguns experimentos se definiram limites por diâmetro mínimo (isentando de corte as árvores maiores) e em outros por diâmetro máximo (evitando corte das árvores menores). As diferenças iniciais com os tratamentos de CR são bastante evidentes, porém de quinze a trinta anos depois já não existem diferenças significativas no estoque nem na composição dos povoamentos regenerados após corte seletivo. Portanto, e considerando a dificuldade na aplicação dos cortes seletivos no campo, há que se considerar se essa prática é compensatória ou conveniente em escala comercial.

(e) Crescimento pós-corte

Dois índices são utilizados para avaliar o crescimento: IMA e IPA. Pela grande dificuldade em estimar a idade média das árvores em povoamentos naturais, estes podem ser

calculados com certeza unicamente em áreas onde a colheita ocorreu em datas específicas e sempre que existam dados corretos do estoque antes e depois de aplicados os tratamentos. Caso contrário, deve-se assumir ou supor uma certa idade média, gerando incerteza na estimativa do IMA.

O IPA pode ser calculado para N, AB, H ou ABPH. O melhor indicador de crescimento é o IPA da ABPH, que tem três fases ou etapas: i) a inicial, de crescimento rápido e que dura de 4 a 8 anos; ii) a intermediária de crescimento mais ou menos estável, que se estende dos 6 aos 15 anos; e iii) a final, que é de crescimento decrescente, com IPA menor que o IMA e muitas vezes negativo. Ocorrendo episódios ou períodos de menor ou maior mortalidade, os valores do IPA alternam de positivos a negativos ao longo do ciclo.

O IPA do N (número de árvores ou de fustes) não tem valor prático como estimador de crescimento. Nestas florestas, onde a brotação de tocos e raízes predomina, o N sobe rapidamente, porém em poucos anos decresce marcadamente, sem que isso acarrete perdas importantes de biomassa, porque os fustes que morrem são os de menores diâmetros. De fato, conhecer a dinâmica do N não serve para tomar decisões práticas sobre o manejo, visto que o desbaste é impraticável na caatinga. O conceito de densidade excessiva, tão importante na silvicultura e manejo de florestas temperadas e de plantações, é inaplicável para o manejo da caatinga, onde o desbaste ou raleamento é natural, sendo autocontrolado pelas próprias árvores ou por eventos climáticos extremos.

De forma geral, as lições aprendidas são:

- > as taxas de crescimento pós-corte são independentes do estoque pré-corte, decrescentes ao longo do ciclo e muito dependentes da PMA do local;
- > a densidade dos povoamentos regenerados pós-corte é muito alta e não pode ser manejada para alterar as taxas de crescimento, porque o desbaste artificial é impraticável;
- > a relação entre as propriedades do solo (profundidade efetiva, fertilidade, textura e capacidade de armazenamento de água) e o crescimento pós-corte ainda não está bem explicada.

.....

(f) Componentes do crescimento: incremento, recrutamento e mortalidade

Nos tratamentos de CR, o incremento do volume das árvores remanescentes em pé após o corte constitui uma fração não contabilizada do crescimento, porque essas árvores são isentas de corte por lei e não fazem parte do estoque produtivo. Em muitos tratamentos de CS esse incremento foi negativo pela alta mortalidade das árvores de espécies isentas do corte, árvores matrizes etc. Alguma forma de marcação destas árvores nas PP é necessária para poder avaliar com maior exatidão sua participação no crescimento.

O componente fundamental do crescimento pós-corte é o recrutamento de novos fustes. Este processo é muito intenso nos primeiros anos do ciclo e vai ficando mais lento, ou até nulo, depois de cinco a dez anos.

A mortalidade, que reduz o crescimento, ocorre de modo pouco previsível, as vezes errático. Por um lado, muitas espécies dominantes após o corte são pioneiras, de vida curta e muitos indivíduos destas espécies morrem por causas naturais em idades baixas (menos de vinte anos). Por outro lado, ocorrem períodos de mortalidade alta e geral, que abrangem muitas espécies, notadamente nas secas extraordinárias que podem durar três ou quatro anos. As secas são imprevisíveis, mas devem ser consideradas como um fator atuante na escala de tempo dos ciclos de corte da caatinga.

.....

(g) Efeito da PMA local na taxa de crescimento

A RMFC não realizou pesquisas sobre os fatores abióticos que podem influenciar no crescimento nas florestas manejadas. Pareyn *et al.* (2022) realizaram dois estudos em PMFS comerciais dispersos em todo o bioma, concluindo que a PMA do local é a variável mais correlacionada com o crescimento, visto que pode explicar 72% da variação encontrada, sendo as restantes variações devidas, muito provavelmente, a erros de medição e outros fatores menores.

Fatores abióticos como as propriedades do solo, altura, relevo e geologia, não tem padrões consistentes de influência no crescimento da caatinga manejada. Utilizando-se dados de PMA no local para 30 anos ou mais, o crescimento pós-corte pode ser estimado com até 92% de acurácia (PAREYN *et al.*, 2015).

.....

(h) Recuperação do estoque original

O conceito de “estoque original” não está presente na normativa de manejo florestal no Brasil. Aliás, o fundamento do critério que propõe “recuperar estoque original” é contrário a um objetivo central do MFS, que é manter e maximizar a produtividade do recurso manejado no longo prazo. Esperar recuperar o estoque original antes de iniciar um novo ciclo de manejo implica estender a duração do ciclo de corte, entrando na parte menos produtiva do ciclo vital das árvores, quando a mortalidade aumenta e o incremento individual diminui por causa da crescente idade. Aliás, no caso da caatinga, onde não existe a necessidade de atingir um diâmetro mínimo para obter produtos de uso final energético, essa exigência não tem sentido em termos econômicos.

A recuperação do volume extraído, como critério de sustentabilidade, está prevista na legislação que rege o manejo florestal. A Lei 12.651/2012 (Código Florestal), estabelece em seu artigo 31 que “a exploração de florestas nativas, dependerá de licenciamento pelo órgão competente do Sisnama, mediante aprovação prévia de Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS que contemple técnicas de condução, exploração, reposição florestal e manejo compatíveis com os variados ecossistemas que a cobertura arbórea forme”. O PMFS deverá atender critérios técnicos e científicos, entre os quais, “ciclo de corte compatível com o tempo de restabelecimento do volume de produto extraído da floresta”.

A recuperação do volume extraído, exigida pela normativa de manejo florestal sustentável da Amazônia (segundo a Resolução Conama no 406, de 02 de fevereiro de 2009),

também está prevista na IN MMA 01/2009, sobre o manejo da Caatinga, que adota o conceito de regulação da produção florestal, descrito no art 2º, inciso XII, como sendo “procedimento que permite estabelecer um equilíbrio entre a intensidade de corte e o tempo necessário para o restabelecimento do volume extraído da floresta, de modo a garantir a produção florestal contínua”.

Uma lição aprendida é que o estoque no final do ciclo pode ser maior ou menor que o estoque original. Este fato, muitas vezes comprovado, pode ser devido, entre outras causas, a que o estoque original não era o máximo que esse sítio podia sustentar, ou a que a composição e estrutura da vegetação regenerante após o corte são diferentes da original, permitindo acumular estoques maiores.

Muitos PMFS foram implantados em áreas utilizadas pela agricultura até os anos 1970 - 1980 (antigas fazendas de algodão) onde a vegetação arbórea ainda estava em processo de regeneração nos anos 2000, sem ter atingido o estoque máximo potencial do sítio. Isto explicaria a ocorrência de estoques superiores aos estoques existentes antes de seu início, no final do ciclo de corte.

.....

(i) Duração dos ciclos de corte

A duração dos ciclos de corte na caatinga foi estabelecida entre os anos 1990 e 2010 por regulações federais e estaduais, baseadas em estudos de campo insuficientes. Os resultados experimentais da RMFC e outras pesquisas realizadas em PMFS comerciais sustentam dois critérios quantitativos e objetivos para escolher a duração do ciclo de corte em cada sítio:

- > com dados de crescimento pós-corte no local, escolher o ano em que as curvas de IPA e IMA intersectam, ou
- > sem dados de crescimento locais, quando o estoque a colher seja recuperado, tal como calculado em função da produtividade local estimada pela PMA.

Vários autores propõem diferentes critérios para estabelecer a duração do ciclo de corte com índices relacionados à estrutura e composição florística (Shannon, Pielou etc.) ou estágios da sucessão vegetal (LOPES *et al.*, 2020). Nenhum destes critérios tem sido testado experimentalmente, e assim, a sua validade e aplicabilidade são incertas.

A alternativa ideal consiste em definir o ciclo de corte pela intersecção das curvas de IMA e IPA (como se faz nos plantios florestais), maximizando a produtividade. Esta opção requer uma sequência anual de observações e medições, que normalmente não estão disponíveis para cada PMFS. Porém, pode ser satisfatoriamente substituída por uma estimativa do IMA pós-corte em função da PMA do local, definindo previamente o estoque a ser extraído e recuperado no final do ciclo.

.....

(j) Dinâmica de N

Na análise de resultados das UE já foi dedicado muito tempo e esforço para avaliar a dinâmica do número de fustes ou número de árvores presentes ao longo do ciclo. Destas análises não se obtiveram informações, indicadores ou guias úteis para orientar a prática do MFS, porque a variabilidade de N é muito grande (de 500 até 5.000 fustes/ha) e sobretudo porque a sua correlação com a dinâmica do estoque volumétrico é quase nula.

É óbvio que o mesmo volume em mais fustes implica em fustes menores. Porém, quando o uso principal da biomassa é para energia, como ocorre no bioma Caatinga, fustes mais ou menos grossos têm a mesma utilidade e em alguns casos, como nos fornos Hoffmann das cerâmicas, os fustes de menor diâmetro são preferidos pelos usuários (em função da maior facilidade de manuseio e alimentação da fornalha).

A lição aprendida é que monitorar e analisar a dinâmica de fustes é uma atividade pouco produtiva, já que não gera indicadores adequados para orientar o manejo ou tomar decisões sobre os povoamentos manejados.

.....



5. ORIENTAÇÕES PARA A PRÁTICA DO MFS

Definição do ciclo de corte

Recomenda-se definir o ciclo de corte em cada local como o tempo necessário para recuperar 80% ou mais do volume extraído, em função do IMA calculado para o local.

Escolha de Tratamentos

Se o objetivo é obter o máximo volume de madeira para energia, o tratamento recomendado é o CRR, com diâmetro de corte de $DAP > 2$ cm. Se interessa obter uma parte do volume extraído para estacas e mourões, pode-se adotar o limite de corte de $DAP > 8$ cm.

Seleção das áreas

É recomendado selecionar áreas com $PMA > 700$ mm, dando preferência à faixa de 800mm a 1.100mm. Em áreas com $PMA < 600$ não é recomendado implantar MFS.

Escolha de solos

Não existem fundamentos técnico-científicos para orientar a seleção (positiva ou negativa) dos solos.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711 – 728, dec. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. 2013.
- AMORIM, L.B. Caracterização da serrapilheira em caatinga preservada e mudanças no carbono do solo após o desmatamento sem queima. (Dissertação). UFRPE. Recife-PE. 2009. 62p.
- AMORIM, L.B., SALCEDO, I.H., PAREYN, F.G.C., ALVAREZ, I.A. **Assessment of nutrient returns in a tropical dry forest after clear-cut without burning**. Nutrient Cycling in Agroecosystems, Volume 100 (3): 333-343, September 2014. DOI 10.1007/s10705-014-9646-5.
- AMORIM, L.B., RIEGELHAUPT, E.R., CRUZ FILHO, J.L.V., LIMA, F.S.F., PAREYN, F.G.C. Capítulo VI. A contribuição do manejo florestal da caatinga para a segurança hídrica: um estudo do armazenamento de água no solo. In: ARAÚJO, E.L., PAREYN, F.G.C. (Orgs.). **Manejo Florestal Sustentável da Caatinga: contribuição para segurança energética, alimentar e hídrica**. 1.ed. Recife, APNE. 2022. p. 275-298.
- ANDRADE, E.M., GUERREIRO, M.J.S., RODRIGUES, J.O. Alteração à resposta hidrológica de micróbacias em florestal tropical seca, por mudanças no uso do solo. 9 Assembleia Luso-Espanhola de Geodesia e Geofísica. Madrid. 2016.
- BORGES-NOJOSA, D.M., PRADO, F.M.V., LEITE, M.J.B., GURGEL FILHO, N.M., BACALINI, P. Avaliação do impacto do manejo florestal sustentável na Herpetofauna de duas áreas de caatinga nos municípios de Caucaia e Pacajús no estado do Ceará. In: GARIGLIO, M. A. *et al.* (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 315-330.
- CARVALHO, N.F.O. Avaliação da produtividade, conteúdo e eficiência nutricional em espécies da caatinga: estudo de caso em área com exploração de madeira como fonte de energia. (TCC). UFRN. Macaíba-RN. 2019. 62p.
- GARIGLIO, M.A., SAMPAIO, E.V.S.B., CESTARO, L.A., KAGEYAMA, P.Y. (orgs.) **Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro. 2010. 368p.
- LOPES, J.F.B.; ANDRADE, E.M.; PEREIRA, E.C.B.; CAMPOS, D.A.; AQUINO, D.N. Cut cycles and soil carbon potential stocks in a managed forest in the Caatinga domain in Brazil. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 3, 2020. doi:10.1590/1983-21252020v33n317rc
- MOONLIGHT, PW *et al.* Expanding tropical forest monitoring into Dry Forests: The DRYFLOR protocol for permanent plots. *Plants, People, Planet*. 2020; 00: 1– 6. 2020. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10112>.
- MOURA, D.C. Comunidade de abelhas e plantas como indicadores ambientais em áreas de manejo florestal na Caatinga, Nordeste do Brasil. In: GARIGLIO, M. A. *et al.* (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 301-314.
- PAREYN, F.G.C., RIEGELHAUPT, E.M., MARQUES, M.W.C.F., CRUZ FILHO, J.L.V., PEREIRA, W.E., ARAÚJO, E.L. A contribuição do manejo florestal da caatinga para a segurança energética: um estudo da produtividade de biomassa aérea. In: ARAÚJO, E.L., PAREYN, F.G.C. (Orgs.). **Manejo florestal sustentável da caatinga: contribuição para segurança energética, alimentar e hídrica**. Recife, APNE. 2022. p. 167-212.

PRADO, F.M.V., BORGES-NOJOSA, D.M., GURGEL FILHO, N.M., LEITE, M.J.B. Mastofauna de duas áreas sob manejo florestal na Caatinga. In: GARIGLIO, M. A. *et al.* (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 331-345.

RIBEIRO, J.R., LAS-CASAS, F.M.G., GIRÃO E SILVA, W.A., NAKA, L.N. Managed logging negatively affects the density and abundance of some dry forest specialist bird species of northeastern Brazil. *Ornithological Applications*, Vol.123, Issue 3, 2021. <https://doi.org/10.1093/ornithapp/duabo26>.

RODRIGUES, R.N. Resposta hidrológica em cursos efêmeros no semiárido em função da cobertura vegetal e do padrão de chuva. (dissertação). UFC. Fortaleza-CE. 2016. 72p.

SAMPAIO, E. V. S. B. Caracterização do bioma Caatinga. In: GARIGLIO, M. A. *et al.* (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 301-314.

SAMPAIO, E.V.S.B., ARAÚJO, M.S.B., SALCEDO, I.H., MENEZES, R.S.C. Agricultura sustentável no semi-árido nordestino. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 2009. 152 p.

GLOSSÁRIO

Abundância	Número de indivíduos de uma espécie em uma área, em relação ao total dos indivíduos encontrados
Área Basal (AB)	Seção transversal de um fuste ou uma árvore = $D^2 * \pi / 4$
Bioma	Grande conjunto de ecossistemas similares
Bloco	Setor de terreno onde um conjunto de tratamentos é afetado por um fator ou condição experimental comum
Ciclo de Corte	Número de anos entre duas colheitas sucessivas no mesmo sítio
Classe diamétrica	Intervalo entre dois diâmetros (= DAP > x < y)
Cobertura florestal	Área coberta por copas de árvores em mais de 20%
Corte raso	Tratamento silvicultural onde todas as árvores são cortadas, sem diferenciar por diâmetro ou espécie, e são preservadas as árvores protegidas por lei
Crescimento	Incremento de uma variável da população ou dos indivíduos (H, D, N, AB, V) no decorrer do tempo. O crescimento populacional pode ser positivo ou negativo
Cronossequência	Sucessão temporal de eventos ou dos locais onde esses eventos ocorreram
Densidade	Quantidade de indivíduos por unidade de área
Dinâmicas	Mudanças ou variações que ocorrem no tempo
Diversidade florística	Medida de variedade e variabilidade vegetal existente em um sítio
Dominância	Participação da AB ou ABPH de uma espécie no total de uma área
Espécies dominantes	Espécies que juntas somam 80% ou mais da biomassa (ABPH)
Estoque	Quantidade das unidades mensuráveis existentes em uma certa área (número de árvores, área basal, volume, biomassa, etc.)
Estrato	Grupo de valores ou casos de uma variável que pode ser identificado por uma característica, propriedade, ou atributo comum
Estrutura	Distribuição da biomassa e das formas de vida vegetais no espaço
Frequência	Número de vezes que uma espécie é registrada em uma amostra
Idade	Tempo (em anos) transcorrido desde a colheita ou intervenção até a coleta de dados

Incremento médio Anual (IMA)	Média dos incrementos anuais medidos durante o crescimento da árvore ou povoamento florestal
Indicador quantitativo	Número que resulta da relação entre duas ou mais variáveis
Índice de Shannon	Estimador da diversidade biológica que contabiliza as espécies e a dominância relativa de cada uma em um sítio
Instrução Normativa	Conjunto de regras que devem ser aplicadas em uma atividade que requer autorização do governo
Intensidade	Medida relativa do alcance quantitativo de um tratamento
Incremento Periódico Anual (IPA)	Diferença entre as dimensões de uma árvore ou uma floresta, tomadas no fim (Y2) e início (Y1) do período de um ano de crescimento
Mortalidade	Redução de N no decorrer do tempo
Recrutamento	Incorporação de uma árvore em uma certa classe
Regeneração	Reconstrução de um povoamento arbóreo depois de uma intervenção, por brotação, por germinação ou por recrutamento de novas árvores
Remanescentes	Árvores que não são cortadas
Repetição	Cada uma das parcelas com igual tratamento
Riqueza	Número de espécies encontradas em um sítio
Seletividade	Medida do alcance qualitativo de aplicação de um tratamento
Sítio	Área de terreno com propriedades e características similares
Talhão	Área de um plano de manejo onde se realiza uma exploração anual
Testemunha	Parcela ou área onde não é aplicado nenhum tratamento
Tratamento	Intervenção experimental feita na vegetação ou no solo, ou também a área do experimento onde essa intervenção foi aplicada
Unidade Experimental	Área de terreno onde são aplicados tratamentos sob um certo delineamento experimental
Usos da terra	Formas de ocupação e utilização da terra e seus recursos pelos humanos
Volume cilíndrico (ABPH)	Produto da área basal pela altura de uma árvore ou conjunto de árvores
Volume real	Produto do volume cilíndrico por um coeficiente ou fator de forma



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE E
MUDANÇA DO CLIMA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO