

JORGE ZBIGNIEW MAZUCHOWSKI

**SISTEMA DE PRODUÇÃO DE BRACATINGA
(*Mimosa scabrella* Benth.) SOB TÉCNICAS
DE MANEJO SILVICULTURAL**

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Ciências Florestais, área de concentração em Silvicultura, pelo Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Camargo Angelo

CURITIBA
2012

Mazuchowski, Jorge Zbigniew

Sistema de produção de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.)
sob técnicas de manejo silvicultural / Jorge Zbigniew Mazuchowski –
Curitiba, 2012.

218 f.: il. (algumas color.); 29 cm.

Orientador: Alessandro Camargo Angelo

Tese (Doutorado em Silvicultura) – Setor de Ciências Agrárias,
Universidade Federal do Paraná.

1. Manejo silvicultural. 2. Madeira industrial. I Título.

CDD 635.9

CDU 631.811.98

DEDICATÓRIA

Dedico aos produtores, industriais da madeira, cientistas, pesquisadores e estudiosos responsáveis pelo domínio da ciência, avanços tecnológicos e incremento de usos alternativos da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), para o fortalecimento da atividade produtiva e ampliação do horizonte mercadológico.

AGRADECIMENTOS

- Ao meu orientador, Professor Dr. Alessandro Camargo Angelo, pelas orientações inerentes ao curso, sugestões e complementação de idéias, apoio e estímulo na condução dos trabalhos de laboratório e de campo.
- À Audenir Maria Amarin Mazuchowski, minha esposa e companheira, um porto seguro em todos os momentos, um poço de paciência, compreensão e amor, agradeço a sabedoria das palavras e do silêncio, pelo apoio e incentivo irrestrito, aliado a energia irradiada e estímulo para a realização do Curso e da pesquisa.
- Aos produtores rurais Syro Gasparim, José Polli e Itaciano Mocelin de Araújo, das comunidades de Aterrado, Palmital e Bom Retiro, do município de Bocaiúva do Sul, pelo apoio ao experimento de campo e cessão da área experimental de bracatinga em suas propriedades.
- À professora socióloga, economista e pesquisadora Dra. Neusa Gomes de Almeida Rucker, pelas sugestões e complementação de idéias, apoio na revisão do texto e estímulo na realização do trabalho de pesquisa.

BIOGRAFIA DO AUTOR

JORGE ZBIGNIEW MAZUCHOWSKI, filho de Boleslau Estanislau Mazuchowski e de Bogdana Josepha Wagner Mazuchowski, é nascido em Araucária, Estado do Paraná, em 4 de dezembro de 1946, sendo casado com Audenir Maria Amorin Mazuchowski, tendo dois filhos, George Ricardo e Rodrigo.

Em dezembro de 1965 prestou vestibular na Universidade Federal do Paraná e concluiu o curso de graduação em Engenharia Agrônômica em 1969.

No período de 2002 a 2004, realizou curso de mestrado pelo Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR, quando desenvolveu a dissertação *Influência de Níveis de Sombreamento e de Nitrogênio na Produção de Massa Foliar da Erva-Mate (Ilex paraguariensis St. Hil.)*, em Curitiba.

Efetou diversos cursos de especialização, voltados a necessidades profissionais e demandas do trabalho realizado, destacando-se:

- Administração em Marketing, curso de pós-graduação pela Fundação de Estudos Sociais do Paraná – FESP-PR, em Curitiba, em 1998.
- Aperfeiçoamento sobre Alternativas de Energia para a Agricultura, curso de pós-graduação pela ABEAS, em Curitiba, em 1985.
- Planificación y Manejo de Cuencas, curso de especialização desenvolvido pela FAO, CIDIAT e Universidad de los Andes, em Mérida na Venezuela, em 1984.
- Conservación de Suelos, curso de especialização realizado pela OEA, CIDIAT e Universidad de los Andes, em Curitiba, em 1973.
- Extensão Rural, curso de especialização desenvolvido pela ACARPA e ABCAR, em Curitiba, em 1970.
- Classificação e Degustação de Café, curso de especialização realizado pelo IBC e SENAC-PR, em Curitiba, em 1968.

Adicionalmente, dentre os cursos de aperfeiçoamento realizados, identificam-se:

- Prevenção e Controle de Incêndios Florestais, curso de especialização desenvolvido pela ABEAS e UFPR, em Curitiba, em 1986.
- Viagem de Estudos sobre Agrossilvicultura, Planejamento e Manejo de Bacias Hidrográficas, Controle da Erosão e Manejo dos Recursos da Terra, sob patrocínio da FAO, executados na Austrália e na Nova Zelândia, em 1986.
- Curso de Gerência Mercadológica, desenvolvido pela Fundação Brasileira de Marketing e Associação dos Dirigentes de Vendas do Brasil, em Curitiba, em 1984 e 1985.
- Curso Intensivo en Investigación para la Producción de Arroz de Riego, desenvolvido pela FAO e CIAT, em Cali na Colômbia, em 1979.

Como funcionário de carreira da EMATER-Paraná desde 1970, acumula experiências técnico-científicas, administrativas, logísticas e estratégicas a nível municipal, regional e de Estado, tendo como mais relevantes:

- Desde 2008, exerce a função de Diretor Executivo da ABIMATE – Associação Brasileira das Indústrias de Erva-Mate, visando promoção da erva-mate junto ao consumidor e mercados alternativos.
- Desde 2008, desenvolve a coordenação executiva da Câmara Técnica da Erva-Mate junto a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, com participação de representantes da cadeia produtiva.
- De 2004 a 2008, foi Gerente Técnico do Projeto Bracatinga no Vale do Ribeira, desenvolvido pela Agência de Desenvolvimento do Vale do Ribeira e Instituto EMATER/SEAB, visando ações para a Agricultura Familiar, com recursos do Ministério da Integração Nacional.
- Desde 2003, desenvolve a gerência executiva do Programa Mata Ciliar no Instituto EMATER, articulando ações junto a estrutura técnica e a coordenação inter-institucional do Governo do Estado.
- De 1999 a 2003, em 3 mandatos eletivos consecutivos, foi Presidente da CONAMATE – Comissão Nacional da Erva-Mate, entidade integrada por

- representantes setoriais da cadeia produtiva da erva-mate dos Estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul.
- Desde 1998, exerce a função de Gerente Executivo da Bolsa de Árvores no Instituto EMATER em parceria, com o IAP/SERFLOR.
 - De 1997 a 2003, foi Coordenador da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Erva-Mate do Paraná, junto à Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento.
 - De 1989 a 1995, desenvolveu a coordenação executiva do Projeto Alternativas Agroflorestais do Programa PARANÁ RURAL, junto à Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento e da EMATER-Paraná.
 - De 1989 a 1991, foi Diretor Nacional do Projeto Bracatinga na Região Metropolitana de Curitiba, desenvolvido pela FAO e Governo do Estado do Paraná, tendo base física em Bocaiúva do Sul.
 - De 1983 a 1986, foi Presidente da Comissão Estadual de Conservação de Solos – CESSOLO Paraná junto a Delegacia Federal do Ministério da Agricultura no Paraná, sendo eleito para dois mandatos consecutivos.
 - De 1981 a 1984, exerceu a Gerência Técnica do Programa PROVARZEAS Nacional no Paraná, junto à Secretaria de Estado da Agricultura e à ACARPA.
 - De 1979 a 1987, foi Diretor Estadual da Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem – ABID Paraná, eleito para 4 gestões consecutivas.
 - De 1976 a 1982, coordenou o PROICS – Programa Integrado de Conservação de Solos, junto à Secretaria de Estado da Agricultura e à ACARPA.
 - De 1975 a 1980, coordenou a execução do Projeto Piloto da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Rato, em Rondon, visando estruturação do Programa de Conservação dos Solos da Região Noroeste do Paraná, junto a SUDESUL, SEAB e ACARPA.
 - De 1973 a 1974, desenvolveu ações de extensão rural regionais voltadas a coordenação de atividades de controle da erosão e conservação de solos, na ACARPA de Ponta Grossa, Guarapuava e União da Vitória.

- De 1970 a 1972, desenvolveu atividades de extensionista rural municipal da ACARPA, nos municípios de Siqueira Campos, Wenceslau Braz e Mariluz, incluindo a realização de Concurso de Produtividade da Soja e a 1ª Festa da Soja do Paraná.

Dentre os trabalhos publicados, em publicações científicas, técnicas e de difusão tecnológica, citam-se:

- Guia para Pesquisa de Mercado de Produtos Florestais, em 2001, publicado pela Câmara Setorial da Erva-Mate do Paraná e EMATER-Paraná.
- Produtos Alternativos e Desenvolvimento de Tecnologia Industrial na Cadeia Produtiva da Erva-Mate, em parceria com equipe do Projeto PADCT da Erva-Mate, em 2000, publicado pela Câmara Setorial da Erva-Mate do Paraná e EMATER-Paraná.
- Normativos Legais e as Prioridades para Pesquisas Tecnológicas na Cadeia Produtiva da Erva-Mate, em parceria com a equipe do Projeto PADCT da Erva-Mate, em 2000, publicado pela Câmara Setorial da Erva-Mate do Paraná e EMATER-Paraná.
- Patentes Industriais e as Prioridades para os Investimentos Tecnológicos na Cadeia Produtiva da Erva-Mate, em parceria com equipe do Projeto PADCT da Erva-Mate, em 2000, publicado pela Câmara Setorial da Erva-Mate do Paraná e EMATER-Paraná.
- Sistemas Silvopastoris – Paradigmas dos Pecuaristas para Agregação de Renda e Qualidade, em parceria com Vanderley Porfírio da Silva, em 1999, publicado pela EMATER-Paraná.
- Prospecção Tecnológica da Cadeia Produtiva da Erva-Mate, em parceria com Neusa Gomes de Almeida Rucker, em 1996, publicado pela Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento.
- Extensão Rural Aplicada à Área Florestal, em 1991, em apoio à disciplina curricular do Colégio Florestal de Irati, publicado pela Agência Alemã de Cooperação Técnica – GTZ, Secretaria de Estado da Educação e Colégio Florestal de Irati.

- Princípios Metodológicos para Difusão de Tecnologia Florestal, em 1990, publicado pela FAO e EMATER-Paraná.
- Manual da Erva-Mate, com edições em 1988 e 1990, publicado pela EMATER-Paraná.
- Guia do Preparo do Solo para Culturas Anuais Mecanizadas, em parceria com Rolf Derpsch, em 1989, publicado pela Agência Alemã de Cooperação Técnica – GTZ, ACARPA e IAPAR.
- Visão Integrada da Erosão, livro em parceria com Professor João José Bigarela, em 1986, publicado pela ABGE.
- Manual de Operações do PROVARZEAS Nacional, com edições em 1981 e 1982, publicado pela ACARPA e EMATER-Paraná.
- Planejamento Conservacionista, em 1981, publicado pela ACARPA e Delegacia Federal do Ministério da Agricultura no Paraná.
- Diagnóstico de Várzeas do Estado do Paraná, em 1981, publicado pela ACARPA.
- Material Topográfico – Manejo e Manutenção, em 1980, publicado pela ACARPA.
- Manual de Conservação de Solos, em 1977, publicado pela ACARPA e pelo Banco Bamerindus do Brasil.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iii
AGRADECIMENTOS	iv
BIOGRAFIA DO AUTOR	v
SUMÁRIO	x
LISTA DE FIGURAS	xv
LISTA DE TABELAS	xxi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xxiv
RESUMO	xxvi
ABSTRACT	xxvii
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1 OBJETIVO GERAL	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	4
2 REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 BRACATINGA	5
2.1.1 Ocorrência natural	5
2.1.2 Fenologia da árvore	7
2.1.3 Variedades de bracatinga	9
2.1.4 Características silviculturais	11
2.1.4.1 Dimensão dos bracatingais	11
2.1.4.2 Contribuição sócio-econômico da bracatinga	12
2.1.4.3 Tipo de terreno para bracatingal	12
2.1.4.4 Queima e emergência de plântulas	12
2.1.4.5 Desbaste dos bracatingais	13
2.1.5 Usos da madeira de bracatinga	14
2.1.5.1 Geração de energia	14
2.1.5.2 Madeira para serraria	16
2.1.5.3 Créditos de Carbono	17

2.2	PRODUTOR DE BRACATINGA	18
2.2.1	Migração demográfica no Vale do Ribeira	19
2.2.2	Índice de desenvolvimento humano municipal	20
2.2.3	Estrutura fundiária da área de estudo	21
2.2.4	Redução da área plantada de bracatinga	21
2.3	SOLOS DE BRACATINGAIS	22
2.3.1	Aspectos da Geologia na topografia regional	22
2.3.2	Caracterização de solos com bracatingais	23
2.3.3	Solos em bracatingal nativo	24
2.4	ADUBAÇÃO QUÍMICA	25
2.4.1	Aspectos da nutrição florestal	26
2.4.2	Importância da adubação química NPK	28
2.4.2.1	Fertilização com Nitrogênio	29
2.4.2.2	Adubação com Fósforo	31
2.4.2.3	Aplicação de Potássio	32
2.4.3	Viabilidade da adubação NPK em bracatingais	33
2.5	LODO DE ESGOTO	35
2.5.1	Reciclagem de efluentes e dejetos para uso no meio rural	36
2.5.2	Uso de lodo de esgoto urbano	39
2.5.3	Alterações nas propriedades físico-químicas dos solos	44
2.5.4	Utilização em plantações florestais	45
2.6	MANEJO SILVICULTURAL	47
2.6.1	Efeito do fogo	48
2.6.2	Sistemas de produção da bracatinga	51
2.6.3	Densidade de bracatingal	54
2.6.3.1	Tipo de bracatingal	55
2.6.3.2	Densidade inicial das plantas	55
2.6.3.3	Desbaste de bracatingal tradicional	57
2.6.3.4	Adubação química de bracatingal	58
2.6.3.5	Corte das árvores	59
2.6.4	Efeito da desrama na qualidade da madeira	59

2.6.5 Fatores de produtividade da bracatinga	61
2.7 REFERÊNCIAS	64

**CAPITULO 1 – CARACTERIZAÇÃO E ENTRAVES DO SISTEMA DE
PRODUÇÃO COM BRACATINGA NA REGIÃO
METROPÓLITANA DE CURITIBA**

85	
RESUMO	86
ABSTRACT	87
1 INTRODUÇÃO	88
2 MATERIAL E METODOS	91
2.1 Localização da área de estudo	91
2.2 Caracterização edafo-climática da área de estudo	92
2.3 Levantamento de campo	93
2.3.1 Elaboração do formulário de levantamento	93
2.3.2 Cronograma de visitas às propriedades	93
2.3.3 Critérios para agrupamento de comunidades rurais	94
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	95
3.1 Identificação dos produtores de bracatinga	95
3.2 Regularização da posse da terra	95
3.3 Oferta de mão-de-obra rural	96
3.4 Zoneamento agroeconômico das comunidades rurais	97
3.5 Perfil do produtor de bracatinga	100
3.5.1 Área média de corte anual de bracatinga	101
3.5.2 Remuneração mensal do produtor de bracatinga	101
3.6 Mosaico dos bracatingais	102
3.7 Restrições ambientais para a silvicultura da bracatinga	104
3.8 Penalização da bracatinga para produção de água metropolitana	106
3.9 Organização da produção de bracatinga	106
4 CONCLUSÕES	108
5 REFERENCIAS	109

CAPITULO 2 – CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS PARA PRODUÇÃO DE MADEIRA DE BRACATINGA NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA		112
RESUMO		113
ABSTRACT		114
1 INTRODUÇÃO		115
2 MATERIAL E METODOS		118
2.1 Localização da área de estudo		118
2.2 Delineamento experimental		119
2.3 Preparação da área do experimento		119
2.4 Intervenções silviculturais nas árvores de bracatinga		120
2.5 Coleta de amostras de solo		120
2.6 Solo de bracatingais		121
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO		122
3.1 Tipos de solos na área de estudo		122
3.2 Avaliação granulométrica dos solos		122
3.3 Lodo de esgoto utilizado		122
3.4 Solo com lodo de esgoto alcalinizado aplicado		123
3.4.1 Discussão sobre a fertilidade no solo original		123
3.4.2 Discussão sobre a fertilidade no solo com lodo de esgoto aplicado		124
3.4.3 Implicações sobre o uso de lodo de esgoto alcalinizado		126
4 REFERENCIAS		127
 CAPITULO 3 – COMPARAÇÃO DO CRESCIMENTO DA <i>Mimosa scabrella</i> BENTH. APÓS APLICAÇÃO DE ADUBO QUÍMICO NPK		 131
RESUMO		132
ABSTRACT		133
1 INTRODUÇÃO		134
2 MATERIAL E METODOS		137
2.1 Localização da área experimental		137

2.2	Delineamento experimental	138
2.3	Preparação da área do experimento	138
2.4	Intervenções silviculturais nas árvores de bracatinga	138
2.5	Seleção e aplicação de adubo químico NPK	139
2.6	Obtenção de incremento volumétrico de madeira	139
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	140
3.1	Efeito da adubação química NPK no DAP da bracatinga	140
3.2	Efeito da adubação química NPK na altura da bracatinga	142
3.3	Efeito da adubação química NPK no volume de madeira	144
4	CONCLUSÕES	146
5	REFERENCIAS	146

CAPITULO 4 – EFEITO DAS DOSAGENS DE LODO DE ESGOTO

NO INCREMENTO DA PRODUÇÃO DE *Mimosa*

***scabrella* BENTH. COM QUALIDADE INDUSTRIAL**

	RESUMO	152
	ABSTRACT	153
1	INTRODUÇÃO	154
2	MATERIAL E METODOS	157
2.1	Localização da área de estudo	157
2.2	Delineamento experimental	157
2.3	Preparação da área do experimento	158
2.4	Caracterização do solo da área experimental	158
2.5	Intervenções silviculturais nas árvores de bracatinga	159
2.6	Lodo de esgoto alcalinizado	159
	2.6.1 Transporte e Aplicação	160
	2.6.2 Composição química	161
	2.6.3 Tratamento estatístico dos dados	161
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	161
3.1	Efeito do lodo de esgoto na altura das árvores	161
3.2	Efeito do lodo de esgoto no diâmetro das árvores	164

4	CONCLUSÕES	165
5	REFERENCIAS	166

**CAPITULO 5 – EFEITO DA APLICAÇÃO DE DESBASTE E DE
DESRAMA EM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE**

	<i>Mimosa scabrella</i> BENTH.	170
	RESUMO	171
	ABSTRACT	172
1	INTRODUÇÃO	173
2	MATERIAL E METODOS	174
2.1	Localização da área experimental	174
2.2	Preparação das parcelas para a verificação do efeito do desbaste ...	175
2.3	Preparação das parcelas para a verificação do efeito da desrama ...	176
2.4	Manutenção e medição das áreas	177
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	177
3.1	Sobrevivência das árvores em áreas sem desbaste ou raleio	177
3.2	Espaçamento resultante do desbaste do bracatingal	179
3.3	Efeito do desbaste nas árvores de bracatinga	181
3.4	Efeito da desrama nas árvores de bracatinga	182
3.5	Viabilidade das desramagens em bracatingais	184
4	CONCLUSÃO	185
5	REFERENCIAS	186

	RECOMENDAÇÕES	190
--	----------------------------	-----

	ANEXOS - Evolução comparativa da área plantada 2005 a 2010 nos municípios produtores de bracatinga no Estado do Paraná	191
--	--	-----

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA:

FIGURA 1 - Área de ocorrência natural da <i>Mimosa scabrella</i> Bentham em território brasileiro	6
FIGURA 2 - Floração típica de bracatinga no inverno.....	8
FIGURA 3 - Formato da copa de árvore da bracatinga	9
FIGURA 4 - Paisagem típica com bracatinga argentina em Bocaiúva do Sul	10
FIGURA 5 - Madeira de bracatinga para geração de energia empilhada no barranco.....	15
FIGURA 6 - Lenha picada e cavacos de bracatinga para geração de energia	15
FIGURA 7 - Descarregamento de toras de bracatinga com 2,70 m de comprimento visando serrados e peças de movelaria	16
FIGURA 8 - Lixamento de madeira de bracatinga visando taboas, tacos e móveis	17
FIGURA 9 - Paisagem característica da formação geológica regional	23
FIGURA 10 - Etapa de retirada do lodo de esgoto numa ETE após a fase de decantação e secagem	37
FIGURA 11 - Aplicação de lodo de esgoto em plantação de eucalipto	40
FIGURA 12 - Queima controlada dos resíduos de corte de um bracatingal ...	49
FIGURA 13 - SAF de bracatinga com milho aos 30 dias de idade	50
FIGURA 14 - Processo de manejo do bracatingal numa propriedade rural ...	53
FIGURA 15 - Bracatingal de 6 meses em solo depauperado	55
FIGURA 16 - Sistema de empilhamento de madeira cortada no bracatingal .	59
FIGURA 17 - Toretes processados e tábuas de bracatinga cortadas de toras verdes	62

ARTIGOS:

FIGURA 1.1 - Área de ocorrência natural da bracatinga no Paraná e localização de Bocaiúva do Sul	91
--	----

FIGURA 1.2 - Zoneamento agro-econômico das comunidades rurais do levantamento da bracatinga.....	97
FIGURA 3.1 - Comparativo do incremento volumétrico médio por árvore em 2010, pela fórmula de Ahrens	145
FIGURA 4.1 - Transporte de lodo de esgoto alcalinizado seco para área experimental de bracatinga	160
FIGURA 4.2 - Comparativo das alturas médias das árvores de bracatinga nas parcelas com lodo de esgoto (15-30-60) frente a testemunha, em 2006 e 2010	163
FIGURA 4.3 - Comparativo do DAP médio das árvores de bracatinga nas parcelas com lodo de esgoto (15-30-60) e a testemunha, em 2006 e 2010	165
FIGURA 5.1 - Comparação do DAP médio das árvores submetidas a desrama em dois tratamentos em bracingal	182
FIGURA 5.2 - Comparação da altura média das árvores submetidas a Desrama aos 24 e aos 24/36 meses de idade	183

LISTA DE TABELAS

REVISÃO DE LITERATURA:

TABELA 1 - Fluxo migratório da população dos municípios integrantes do Vale do Ribeira no período 1980-2010	20
TABELA 2 - Índice de alfabetização, renda per capita e IDH dos municípios integrantes do Vale do Ribeira e lindeiros a Curitiba	20
TABELA 3 - Estrutura fundiária da Região Metropolitana de Curitiba.....	21
TABELA 4 - Efeito do predomínio da postura ambientalista sobre a área cultivada de bracatinga no Estado do Paraná	22
TABELA 5 - Teor de N nas folhas de algumas espécies florestais	30
TABELA 6 - Teor de P nas folhas de algumas espécies florestais	31
TABELA 7 - Teor de K nas folhas de algumas espécies florestais	33
TABELA 8 - Estimativa de nutrientes retirados em cada ciclo de cultivo da bracatinga	35
TABELA 9 - Teores das concentrações de metais pesados verificados em tortas da ETE de Barueri (SP) para uso agrícola (norma P.430 da CETESB) e na ETE de Curitiba (PR)	41
TABELA 10 - Características volumétricas de toras de bracatinga para utilização em serrarias na Região Metropolitana de Curitiba	63

ARTIGOS:

TABELA 1.1 - Representatividade da pequena propriedade rural na estrutura fundiária da Região Metropolitana de Curitiba	92
TABELA 1.2 - Caracterização da disponibilidade de mão-de-obra nos imóveis rurais com bracatinga frente a mão-de-obra contratada (2007)	97
TABELA 1.3 - Caracterização das diferenciações de uso das terras e de disponibilidade de trabalho nas propriedades rurais por comunidades rurais	98

TABELA 2.1 - Densidade para plantas e espaçamento linear adotado na área experimental de bracatinga	119
TABELA 2.2 - Resultado da granulometria dos solos nas propriedades experimentais de bracatinga em Bocaiúva do Sul	122
TABELA 2.3 - Composição química do lodo de esgoto alcalinizado seco da SANEPAR (ETE Belém de Curitiba) usado no experimento de bracatinga em Bocaiúva do Sul	122
TABELA 2.4 - Resultados comparativos da composição química dos solos da área experimental, antes (2007) e após (2009) a aplicação de lodo de esgoto alcalinizado seco em bracatingais do município de Bocaiúva do Sul	123
TABELA 3.1 - Comparativo do efeito do adubo químico NPK sobre o desenvolvimento médio do DAP da bracatinga, no período 2006 a 2010	141
TABELA 3.2 - Comparativo do efeito do adubo químico NPK sobre o desenvolvimento médio da altura da bracatinga, no período 2006 a 2010	142
TABELA 3.3 - Evolução do incremento volumétrico de madeira de bracatinga dimensionado pela Fórmula de Ahrens, com base no DAP e altura média das árvores	145
TABELA 4.1 - Composição química do solo da área experimental, em 2007, com bracatinga de 18 meses de idade, no município de Bocaiúva do Sul	158
TABELA 4.2 - Resultado da granulometria dos solos nas propriedades experimentais de bracatinga em Bocaiúva do Sul	159
TABELA 4.3 - Composição química do lodo de esgoto alcalinizado seco da SANEPAR (ETE Belém) empregado no experimento com bracatinga em Bocaiúva do Sul	161
TABELA 4.4 - Evolução da altura média das árvores de bracatinga no período de 2006-2010 submetidas a três dosagens de lodo de esgoto	162

TABELA 4.5 - Comparativo pelo Teste de Tukey da altura média das árvores de bracatinga submetidas a três dosagens de lodo de esgoto	162
TABELA 4.6 - Evolução do DAP médio das árvores de bracatinga no período de 2006-2010 submetidas a três dosagens de lodo de esgoto	164
TABELA 5.1 - Composição química do solo da área experimental, em 2007, com bracatinga de 18 meses de idade, no município de Bocaiúva do Sul	175
TABELA 5.2 - Resultado da granulometria dos solos nas propriedades experimentais de bracatinga em Bocaiúva do Sul	175
TABELA 5.3 - Evolução dos níveis de sobrevivência da bracatinga regenerada, entre 18 e 66 meses de idade em Bocaiúva do Sul	177
TABELA 5.4 - Espaçamento médio entre árvores de bracatinga após o desbaste em Bocaiúva do Sul	180
TABELA 5.5 - Evolução comparativa do DAP médio decorrente do desbaste aplicado em área experimental de bracatinga em Bocaiúva do Sul	181
TABELA 5.6 - Evolução comparativa da altura média decorrente do desbaste aplicado em área experimental de bracatinga em Bocaiúva do Sul	181
TABELA 5.7 - Evolução comparativa do DAP médio decorrente da desrama aplicada em área experimental de bracatinga em Bocaiúva do Sul	182
TABELA 5.8 - Evolução comparativa da altura média decorrente da desrama aplicada aos 24 e aos 24/36 meses de idade em área de bracatinga em Bocaiúva do Sul	183

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCAR	- Associação Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural
ABEAS	- Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior
ABID Paraná	- Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem seção Paraná
ABGE	- Associação Brasileira de Geologia de Engenharia
ACARPA	- Associação de Assistência Técnica e Extensão Rural do Paraná
APP	- Área de Preservação Permanente
ARL	- Área de Reserva Legal
CENA	- Centro de Energia Nuclear na Agricultura
CESSOLO-PR	- Comissão Estadual de Conservação de Solos do Paraná
CETESB	- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CIAT	- Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIDIAT	- Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental Territorial
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONAMATE	- Comissão Nacional da Cadeia Produtiva da Erva-Mate
DAP	- Diâmetro a Altura do Peito
EMATER-PR	- Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA Florestas	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Florestas
EMBRAPA Solos	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Unidade Solos
ESALQ	- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
ETE	- Estação de Tratamento de Esgoto
FAO	- Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
FESP-PR	- Fundação de Estudos Sociais do Paraná
GTZ	- Agência Alemã de Cooperação Técnica
IAP	- Instituto Ambiental do Paraná
IAPAR	- Instituto Agrônômico do Paraná
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBC	- Instituto Brasileiro do Café
IDH	- Índice de Desenvolvimento Humano
INCRA	- Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
Instituto EMATER	- Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural
IPARDES	- Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
IPEF	- Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais
ITCF	- Instituto de Terras, Cartografia e Florestas
ITCG	- Instituto de Terras, Cartografia e Geografia
MAPA	- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDL	- Mecanismo do Desenvolvimento Limpo
MIN	- Ministério da Integração Nacional
OEA	- Organização dos Estados Americanos
PADCT	- Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
PROBIO	- Programa de Biossólidos em Plantações Florestais
PROICS	- Programa Integrado de Conservação de Solos
PROMESO	- Programa de Desenvolvimento Integrado e Sustentável de Mesorregiões Diferenciadas
PROVARZEAS	- Programa Nacional de Valorização e Utilização de Várzeas Irrigáveis
RMC	- Região Metropolitana de Curitiba
SABESP	- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SAFs	- Sistemas Agroflorestais
SANEPAR	- Companhia de Saneamento do Paraná
SEAB	- Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná
SEMA	- Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
SENAC-PR	- Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial do Paraná
SENAR	- Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
SERFLOR	- Sistema Estadual de Reposição Florestal Obrigatória
SISLEG	- Sistema Estadual de Manutenção, Recuperação e Proteção da Reserva Florestal Legal e Áreas de Proteção Ambiental
SUDESUL	- Superintendência de Desenvolvimento do Extremo Sul

- UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais
- UFPR - Universidade Federal do Paraná
- UNESP - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho
- USP - Universidade de São Paulo

RESUMO

Bracatinga, árvore histórica de uso secular presente na economia brasileira. Buscando solução para a baixa produção de madeira com qualidade industrial e incremento da renda pela Agricultura Familiar, esta pesquisa propôs o desbaste e a desrama associadas ao lodo de esgoto alcalinizado com caracterização de produtores. Assim, desenvolveu-se cinco estudos, com metodologias específicas – homem, solo, lodo de esgoto, adubo químico e manejo silvicultural. Os parâmetros sócio-econômicos dos produtores e a caracterização dos bracatingais foram obtidos com 260 levantamentos de propriedades. Para caracterizar os solos foram usados mapas e boletins técnicos, aliado a análises de laboratório, para avaliar a fertilidade e identificar os efeitos dos ciclos sequenciais da cultura florestal. As áreas do experimento foram instaladas em bracatingais com 18 meses de idade, com parcelas de 12 árvores, exceto a testemunha cuja densidade foi equivalente a 4.800 plantas/ha, todas com três repetições. Os tratamentos foram submetidos ao desbaste das plantas, nos quais executaram-se em parcelas específicas, uso de adubação química, uso de lodo de esgoto equivalente a 15/30/60 t/ha, execução de desrama aos 24 meses e aos 24/36 meses. Os resultados foram obtidos com mensurações semestrais de DAP e altura das plantas, aliado a testes estatísticos dos dados. Dos resultados destacam-se os efeitos danosos da legislação ambiental punitiva da bracatinga e a omissão das lideranças, aliado a produtores com baixa motivação. Os solos de bracatingais indicam baixa fertilidade natural com gradual redução da produtividade, reforçando a urgente necessidade de reposição de nutrientes. O uso de adubo químico não apresentou resultado devido a formulação utilizada e aplicação em cobertura. A alternativa proposta para o lodo de esgoto alcalinizado em bracatingais pela Agricultura Familiar comprovou sua viabilidade de uso, embora condicionada a sua incorporação ao solo e agregada a técnicas silviculturais. O desbaste da bracatinga de regeneração apresentou resultado expressivo onde o manejo de densidade é fundamental. A desramagem é viável para os plantios com destinação da madeira para a indústria moveleira.

Palavras-Chave: agrossilvicultura, solos florestais, adubo químico NPK, lodo de esgoto alcalinizado, desbaste, desrama.

ABSTRACT

MIMOSA SCABRELLA BENT. PRODUCTION SYSTEM UNDER TECHNIQUES FORESTRY TECHNOLOGIES MANAGEMENT

Mimosa scabrella Benth. is a historical secular usage tree present in the Brazilian economy. Seeking solution for the low wood production with industrial quality and increase income for family agriculture, this research proposed thinning and pruning associated with sewage sludge alkalized with characterization of producers. So, five studies, with specific methodologies – man, soil, sewage sludge, chemical fertilizer management and silviculture. Socio-economic parameters of the producers and the characterization of *Mimosa scabrella* trees were obtained with 260 property surveys. To characterize the soils were used maps and technical bulletins, combined with laboratory tests to assess the fertility and identify the effects of sequential cycles of forest culture. The areas of the experiment were installed in *Mimosa scabrella* trees with 18 months of age, with parcels of 12 trees, except the witness whose density was equivalent to 4,800 trees/ha, all with three repetitions. The treatments were submitted to the thinning of plants, in which they performed in specific portions, use of chemical fertilizers, sewage sludge use equivalent 15/30/60 t/ha, execution of pruning to 24 months and 24/36 months. The results were obtained with the half-yearly measurements of DAP and plant height, combined with statistical tests of the data. The results highlight the damaging effects of environmental legislation of punitive and failure to *Mimosa scabrella* leaders, allied to producers with low motivation. *Mimosa scabrella* trees with soils indicate low natural fertility with gradual reduction of productivity, reinforcing the urgent need of replenishment of nutrients. The use of chemical fertilizer did not result because the wording used and application coverage. The alternative proposal to the sewage sludge in *Mimosa scabrella* trees by family farming alkalized has proven its viability of use, although subject to their incorporation into the soil and added the silvicultural techniques. The thinning of expressive result presented regeneration *Mimosa scabrella* where density is key management. The pruning is viable for the plantations with allocation of wood for the furniture industry.

Key Words: agroforestry, forest soils, chemical fertilizer, alkalized sewage sludge, thinning, pruning.

1 INTRODUÇÃO GERAL

Pioneira e nativa do Paraná, a bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) é exigente em sol, tendo rápido crescimento e ciclo de vida curto (MAZUCHOWSKI, 1989). Apresenta crescimento maior nos cinco anos iniciais, podendo atingir 25 m de altura e 50 cm de DAP médio aos 8 anos de idade. Após esta idade, é comum entrar em declínio vital, atingindo limite máximo de vida aos 30 anos, individualmente (CARPANEZZI, 1994). Em maciços uniformes apresenta tronco reto e fuste amplo, enquanto isolada, apresenta tronco curto e ramificado (CARVALHO, 1994).

Historicamente o uso de madeira foi norteado pelo mercado de lenha para queima direta em residências, locomotivas de estrada de ferro e algumas indústrias regionais (cal, açúcar, olarias). Atualmente, a demanda por madeira de bracatinga ampliou e está voltada para usos industriais mais nobres, como serraria, laminação, movelaria e carvão vegetal para exportação (MAZUCHOWSKI & BECKER, 2006).

A madeira roliça pode ser usada em vigamentos e escoras na construção civil. A madeira serrada serve para diversos fins - pisos e assoalhos, móveis e peças de mobiliário (armação de estofados, estrados de cama, laterais e fundos de gavetas, travessas estruturais, cantoneiras), caixotaria, embalagens leves, paletes. A madeira como peças torneadas, é utilizada externamente pela indústria de móveis, após receber tratamentos de secagem e usinagem (KLITZKE, 2006).

Decorrente de convênio firmado pelo Governo do Estado do Paraná com o Governo da França e a FAO, no período de 1987 a 1990, foram desenvolvidos diversos estudos e pesquisas relacionados ao sistema agroflorestal da bracatinga, tendo o município de Bocaiúva do Sul como base física, para implementação do Projeto GCP/BRA/025/FRA - Projeto Bracatinga na Agricultura Familiar da Região Metropolitana de Curitiba (MAZUCHOWSKI & LAURENT, 1993).

Em outro Convênio, envolvendo o Ministério da Integração Nacional, através da Agência de Desenvolvimento da Mesorregião do Vale do Ribeira / Guaraqueçaba com a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, através do Instituto EMATER, no período de 2003 a 2007, foi executado o Projeto Unidades Rurais de Desenvolvimento Integrado. Visando a produção e fornecimento de madeira de bracatinga com qualidade industrial, especialmente direcionada para a indústria moveleira, constituiu na diretriz de fomento à instalação de indústrias regionais,

formação de mão-de-obra especializada e busca de parcerias entre produtores e indústrias (MAZUCHOWSKI & BECKER, 2006). Outrossim, os autores verificaram a existência de uma redução significativa da área plantada com bracatinga, devido especialmente a quatro fatores básicos:

- * Existência de severas restrições ambientais para a atividade de manejo da bracatinga, como espécie florestal nativa nas propriedades rurais.
- * IAP com processo de liberação de corte da bracatinga manejada bastante burocratizado, moroso e despreocupado com a situação do produtor rural.
- * Substituição parcial das áreas de bracatinga por plantações de pinus e /ou eucalipto devido a inexistência de restrições ambientais para estas espécies exóticas, aliado a incentivos do setor industrial de madeira.
- * Intensificação do processo de urbanização micro-regional, com incremento de inúmeras subdivisões das áreas agrárias associadas com inventários familiares, as quais acarretam carência de mão-de-obra e substituição de atividades silvoagropecuárias.

Apesar da diminuição da área plantada, o sistema tradicional de cultivo da bracatinga constitui-se ainda numa atividade de grande importância econômica para pequenos e médios produtores rurais (VALE DO RIBEIRA, 2007). Desta forma, estudos que permitam o avanço das técnicas silviculturais e de manejo de bracatingais, além do incremento de medidas para ampliação do retorno financeiro, são estratégicos para o desenvolvimento sócio-econômico regional.

Pela inexistência de parâmetros sobre a utilização de lodo de esgoto em conjunto com técnicas silviculturais aplicadas em plantações de bracatinga, foi instalado experimento em Bocaiuva do Sul para avaliar o crescimento das árvores e a produção de madeira com destinação industrial.

1.1 OBJETIVO GERAL

Busca caracterizar os produtores rurais e identificar parâmetros sócio-econômicos, tecnológicos e ambientais do agronegócio da cadeia produtiva da bracatinga, em propriedades integrantes da Agricultura Familiar, para viabilizar a elaboração de estratégias de desenvolvimento voltadas ao incremento da produtividade florestal e produção de madeira com qualidade industrial.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para o desenvolvimento das diversas etapas seqüenciais da pesquisa foram estabelecidos como objetivos específicos:

- * Desenvolver o diagnóstico sócio-econômico dos produtores de bracatinga.
- * Caracterizar os solos das áreas de cultivo de bracatinga.
- * Avaliar o efeito do adubo NPK em dosagem padrão sobre o crescimento e a produtividade da bracatinga.
- * Avaliar o efeito de diferentes dosagens de lodo de esgoto alcalinizado no incremento da produtividade de bracatinga.
- * Avaliar o efeito do manejo silvicultural na bracatinga, com desbaste aos 18 meses e desrama aos 24 e 36 meses, na produção de madeira.

Em decorrência, para aplicação de técnicas silviculturais integradas no manejo de bracatingal visando a qualificação da madeira com destinação industrial, formulou-se como hipóteses para o presente trabalho:

- Os produtores de bracatinga estão reduzindo suas áreas de plantio devido a fatores de baixa produtividade e dificuldade na obtenção de laudos de liberação das áreas para a derrubada das árvores.
- Haverá incremento da produção de toras de bracatinga com qualidade industrial devido ao uso integrado das técnicas silviculturais em sub-bosque roçado, com desbaste da densidade aos 18 meses de idade, associado a adubação com lodo de esgoto alcalinizado seco e adubação química, desrama das árvores.
- O incremento da produção de madeira e de toras de qualidade industrial, nos tratamentos com aplicação de lodo de esgoto alcalinizado seco, será superior ao tratamento com adubação química NPK.
- A execução do desbaste do bracatingal determinará um incremento em madeira em níveis superiores à produtividade usual das áreas sem manejo silvicultural, aliado a uniformidade dos troncos das árvores.
- As áreas sem adoção de técnicas silviculturais apresentarão produtividade em madeira inferior aos tratamentos adotados, de acordo com o tipo de adubação química ou com lodo de esgoto alcalinizado.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente documento contém informações relativas à pesquisa denominada “Sistema de Produção de Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) sob Técnicas de Manejo Silvicultural”, desenvolvido no período 2006-2011, em propriedade do município de Bocaiúva do Sul-PR. A estrutura do documento foi estabelecida em formato de cinco artigos científicos, observando-se em cada capítulo a seqüência de conteúdo inerente à temática correspondente.

Inicialmente é realizada uma revisão bibliográfica abrangente relativa ao conteúdo da tese, envolvendo a espécie florestal bracatinga, suas características e manejo silvicultural, potencialidades da madeira e indicadores de disponibilidade de áreas plantadas. Especificamente são destacados aspectos do produtor de bracatinga, solo florestal, fertilização das plantações florestais e potencialidades do lodo de esgoto, técnicas de desbaste e desrama aplicáveis ao manejo da bracatinga.

Sequencialmente, o Capítulo 1 caracteriza o perfil do produtor de bracatinga, norteado por um levantamento junto às propriedades rurais, identificando aspectos típicos de manutenção da atividade, limitações e necessidades tecnológicas que prejudicam a atividade silvicultural, aliado às aspirações da cadeia produtiva.

O Capítulo 2 desenvolve uma análise dos principais aspectos pedológicos da área de produção da bracatinga, com caracterização físico-química dos solos, visando estabelecer parâmetros para o manejo silvicultural da espécie.

O Capítulo 3 dirige a análise dos nutrientes para as plantas e a aplicação de adubação química NPK na bracatinga, além de indicadores sobre comportamento da árvore e descrevendo aspectos que são instrumento silvicultural.

O Capítulo 4 discute o uso do lodo de esgoto em atividades agroflorestais, seus aspectos favoráveis frente a oferta direcionada a propriedades rurais da Agricultura Familiar pela SANEPAR, com indicadores sobre incremento de madeira.

Finalmente, o Capítulo 5 enfoca as técnicas de manejo silvicultural, especialmente relativas ao uso do fogo na regeneração de áreas de bracatingais, aliado a aplicação das técnicas de desbaste e da desrama, para incremento da produção de madeira com qualidade industrial.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 BRACATINGA

A espécie florestal *Mimosa scabrella* Benth., também conhecida comumente por bracatinga, é árvore perenifolia pioneira, característica das regiões mais frias do sul do Brasil, onde freqüentemente forma povoamentos puros, de rápido crescimento quando comparada com outras espécies florestais nativas (LORENZI, 1998).

A taxonomia enquadra a bracatinga na família *Fabaceae* (ex *Mimosaceae*), gênero *Mimosa* e espécie *scabrella*, identificada por Bentham. Tem como sinonímia botânica o nome de *Mimosa bracaatinga* Hoehne (CARVALHO, 2003).

O nome popular bracatinga vem do guarani, conforme Hoehne (1930) citado por Carvalho (2003), onde *aba* = árvore ou mata; *ra* = pêras ou plumas; *caa* = árvore ou mata; *tinga* = branco, ou seja “árvore ou mata de muitas plumas brancas”. Segundo o autor, *Mimosa* vem do grego *mimein* = “fazer movimento” e *meisthai* = “imitar”, em relação a espécies que possuem folhas que se contraem ao serem tocadas; *scabrella* = asperzinha, por causa das folhas ásperas ao tato.

2.1.1 Ocorrência Natural

Segundo Bartoszeck (2000), a bracatinga é uma espécie característica e exclusiva da vegetação secundária da Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária), nas formações montana e alto-montana, chegando a formar agrupamentos puros chamados de bracatingais.

O clima predominante na região de ocorrência natural da bracatinga é classificado como Cfb pelo sistema de Koeppen (IAPAR, 1994), sendo temperado chuvoso, constantemente úmido, com temperaturas médias dos meses mais quente e mais frio sendo inferiores a 22° C e a 18° C, respectivamente.

Pequenas microrregiões apresentam tipo climático Cfa, com temperatura média do mês mais quente entre 22° C e 23°C, subtropical úmido. Além disso, o tipo Cwb ocorre em micro-áreas de subtropical de altitude no Rio de Janeiro e sul de Minas, e tipo Cwa em Coronel Pacheco-MG (CARPANEZZI & LAURENT, 1988).

Klein & Hatschbach (1962) afirmam que a distribuição geográfica natural da

bracatinga (Figura 1) ocorria no primeiro e segundo planaltos paranaenses, em praticamente todo planalto do Estado de Santa Catarina, e em parte do Estado do Rio Grande do Sul. Por outro lado, Rotta & Oliveira (1981) descrevem que a área de ocorrência natural da bracatinga geralmente se dá em locais de clima frio, com altitudes acima de 700 m, temperaturas médias anuais de 13 a 18,5° C e sem déficit hídrico, entre as latitudes 23°50' S e 29°40'S e as longitudes 48°50' W até 53°50'W.



FIGURA 1 – Área de ocorrência natural da *Mimosa scabrella* Bentham em território brasileiro.
FONTE: CARVALHO, 2003.

Enquanto Carpanezi & Laurent (1988) delimitam sua ocorrência natural em duas áreas básicas, conforme espacialmente demonstra o mapa:

* Área norte – a partir da região de Guapiara (sul do Estado de São Paulo), é encontrada sempre em terras altas (acima de 900m de altitude), de modo descontínuo, seguindo rumo NE, portanto, nas regiões serranas dos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais.

* Área sul – corresponde à ocorrência mais expressiva e contínua da espécie, compreendendo as terras altas (variações altitudinais de 500 m a 1.500 m), a partir do sul do Estado de São Paulo até o norte do Rio Grande do Sul.

Esses mesmos autores citam que a área mais expressiva e contínua de ocorrência natural de bracatinga situa-se abaixo da latitude 23°40'S, compreendendo as terras altas dos Estados da Região Sul até o sul do Estado de São Paulo. O limite oeste é similar nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, situado

em torno de 52°40'W.

Apesar da bracatinga possuir ocorrência natural em regiões de climas temperados (MARTINS, 2004), comenta Baggio (1994) que a espécie têm sido introduzida em regiões tropicais do Brasil e até mesmo em outros países da América Central e da África, principalmente devido à sua alta taxa de crescimento.

As formações puras de bracatingais caracterizam visivelmente a vegetação onde ocorrem, devido à densa folhagem de cor clara a acinzentada, contrastante com o verde predominante das demais vegetações (ROTTA & OLIVEIRA, 1981). Ocorre abundantemente na Região Metropolitana de Curitiba, constituindo-se na principal fornecedora de lenha para atendimento das necessidades energéticas regionais (LAURENT & MENDONÇA, 1989a).

As áreas de bracatingais contínuos ou de bracatinga manejada ultrapassam 100 mil hectares no Estado do Paraná, concentrando-se em 60 municípios (ANEXO 1), envolvendo mais de 15.000 pequenas propriedades rurais, entre o Vale da Ribeira e o núcleo de União da Vitória (MAZUCHOWSKI *et al.*, 2004).

2.1.2 Fenologia da Árvore

A taxonomia refere a *Mimosa scabrella* Benth. com duas variedades botânicas - *scabrella*, com floração no inverno (Figura 2), tendo duas denominações populares diferenciadas pela cor da madeira (bracatinga-branca e bracatinga-vermelha), e *aspericarpa* (bracatinga-argentina) com floração na primavera-verão sendo diferenciada pela cor argêntea ou prateada das folhas (CARVALHO, 1981).

As árvores normalmente atingem DAP entre 20 e 30 cm e altura de 15 m, embora a maior altura conhecida seja de 29 m, enquanto os diâmetros raramente ultrapassam 40 cm. Contudo, quando submetida a condições extremamente adversas, especialmente na topografia e tipo de solo, reduz sua altura para até 3 m aproximadamente, contrastando comparativamente à altura média de plantios manejados na região de ocorrência natural (CARPANEZZI & LAURENT, 1988).

Outrossim, esses autores mencionam que a bracatinga é uma espécie de baixa longevidade, alcançando até 25 anos. Árvores plantadas em Colombo (PR), com 20 anos de idade, apresentavam 25% de sobrevivência, embora as remanescentes apresentassem sinais de decrepitude. Verificaram que ocorre mortalidade até em povoamentos raleados, onde as plantas são selecionadas pelo

vigor inicial e não há competição significativa entre os indivíduos. Por outro lado, para Weber (2007) a fase senil inicia-se aos 17 anos de idade.



FIGURA 2 – Floração típica de bracatinga no inverno.
FONTE: O Autor (2005).

Apresenta formações densas após ocorrência de distúrbio prévio, formando florestas; não se regenera no interior de florestas ou de bracatingais formados. Submetida a plantio denso tem desrama natural, mas em plantios apresenta-se bifurcada e com ramificação lateral pesada (CARPANEZZI *et al.*, 2004).

Em áreas de maciços apresenta tronco reto, sem ramificação lateral e com fuste amplo, contudo quando árvore isolada, o tronco é curto e com ramificação pesada (Figura 3). A copa normalmente é arredondada enquanto seu diâmetro e forma de tronco, variam de acordo com a localização da árvore e do plantio (ANGELI & STAPE, 2003); em povoamentos, o diâmetro da copa normalmente é de 1,5 m e, em árvores isoladas, pode atingir 10 m. Os indivíduos jovens apresentam casca externa marrom-acastanhada e, quando adultos, castanho-acinzentada. A casca interna possui coloração bege-rosada a rosada (CARVALHO, 1994).

A bracatinga associa-se com bactérias do gênero *Rhizobium*, formando nódulos coralóides, com distribuição homogênea e com atividade nitrogenase, indicando a fixação do nitrogênio atmosférico. Além disso, associa-se com micorrizas arbusculares responsáveis pela absorção de nutrientes, especialmente o fósforo. A inoculação deve ser realizada com estirpes isoladas, já disponíveis, quando a bracatinga for plantada fora da área de ocorrência natural ou, dentro dela, em terrenos anteriormente sem bracatinga. Esta inoculação deve ser realizada logo após a quebra de dormência das sementes (CARPANEZZI & LAURENT, 1988).

A bracatinga é uma espécie florestal indicada para recuperação de áreas degradadas, especialmente pela capacidade de depositar até 8 toneladas de material orgânico e 200 kg de nitrogênio, por hectare. Tem sido utilizada na recuperação de áreas com extração de bauxita, com excelentes resultados. Possibilita o início do processo sucessional arbóreo para mais de outras 60 espécies vegetais (CARPANEZZI & LAURENT, 1988).



FIGURA 3 – Formato da copa de árvore da bracatinga.
FONTE: O Autor (2007).

Os autores complementam que a bracatinga começa a produzir sementes a partir de três anos de idade, em árvores bem ensolaradas. A maturação dos frutos ocorre de novembro a março. Cada vagem contém 3 ou 4 sementes. As sementes, quando maduras, têm cor marrom escurecida, quase negra. Em um quilo de sementes poderão ser encontradas de 46.500 a 89.500 sementes de bracatinga.

2.1.3 Variedades de Bracatinga

Existem três variedades de bracatinga - a branca, a vermelha e a argentina, restritas ao Brasil, sendo descritas por Carvalho (2003) e de forma simplificada por Mazuchowski (1989), para reconhecimento das características:

- *Branca*: sementes lisas; madeira branca; árvores de altura média, com copa pequena e alta; conhecida popularmente por bracatinga comum; sua madeira é menos dura e apresenta melhor rendimento homem/dia na derrubada das árvores.

- **Vermelha*: sementes lisas; madeira avermelhada, mais dura e pesada; árvore de menor altura; copa mais ramificada e ampla; crescimento arbóreo mais lento; ocorre principalmente em solos de menor fertilidade; não é reconhecida

botanicamente; maior diâmetro do tronco e menor altura que a bracatinga-branca; excelente potencial para carvoagem devido a maior densidade e rendimento no processo de carbonização; maior conteúdo de lignina proporciona maior quantidade de calorías por volume de madeira, tanto para queima direta como para produção de carvão (STURION & SILVA, 1989).

* *Argentina (Mimosa scabrella var. aspericarpa)*: sementes ásperas; madeira branca e mais resistente ao corte; árvores com crescimento mais rápido que as outras variedades; copa bem formada; troncos mais altos e retilíneos; pode atingir 20 m de altura e 60 cm de DAP. Carvalho (2003) refere o reconhecimento botânico para a bracatinga argentina como *Mimosa scabrella var. aspericarpa* (Hoehne) Burk.

Carpanezi & Laurent (1988) explicam que a bracatinga argentina foi identificada pela primeira vez em Bocaiúva do Sul (PR), em 1986 (Figura 4), sendo a preferida para a implantação de novos bracatingais, em especial na Região Metropolitana de Curitiba, visando a produção de lenha.



FIGURA 4 - Paisagem típica com bracatinga argentina em Bocaiúva do Sul.
FONTE: O Autor (2008).

A variedade argentina difere das outras duas pela rugosidade da superfície dos frutos, os quais se tornam maduros em épocas distintas, aliado à coloração mais clara (argêntea ou prateada) da folhagem, de onde se pressupõe ter originado o nome vulgar. Embora sem provas experimentais, é considerada mais produtiva e de melhor crescimento, tendendo a dominar o bracatingal em plantios mistos.

Em estudos anatômicos da madeira entre as três variedades de bracatinga, Fabrowski (1998) mostra que as variedades branca e vermelha não apresentam diferenças anatômicas significativas. Porém, ambas diferem da bracatinga-argentina

em seis variáveis específicas: poros, elementos vasculares, células do parênquima axial, raios uniseriados e multiseriados, e diâmetro tangencial dos poros.

Na Região Metropolitana de Curitiba - PR, a produtividade anual média dos plantios de bracatinga, em rotações de sete anos, é estimada em 12,5 a 15 m³/ha, sob regeneração natural, adotando-se a fórmula de Ahrens (1981) e diâmetro mínimo de 3 cm para lenha (CARPANEZZI & LAURENT, 1988).

2.1.4 Características Silviculturais

A bracatinga é uma espécie pioneira de ciclo curto, essencialmente heliófita. Laurent *et al.* (1990) explicam que após a derrubada de maciços da Floresta de Araucária surgem árvores de bracatinga de forma isolada ou formando pequenos grupos. Quando a floresta passa do estágio inicial para o secundário, a bracatinga vai gradualmente sendo suprimida por outras espécies de ciclo mais longo.

Em geral, não é tolerante às geadas. Após geadas severas, em bracatingais com menos de um ano de idade, constatam-se plantas total ou parcialmente queimadas, inclusive plantas não afetadas. Em plantios por mudas após o mês de março, as plantas são afetados pelas geadas precoces. Ocorre também o fenômeno da "canela-de-geada", conhecido na cultura do café, sendo verificado na base do caule em terrenos com acúmulo de ar frio (CARPANEZZI & LAURENT, 1988).

2.1.4.1 Dimensão dos Bracatingais

O cultivo de bracatingais está difundido nas pequenas e médias propriedades rurais por oferecer alternativa de renda (LAURENT & MENDONÇA, 1989a). As dimensões das áreas com bracatingas são variáveis, embora a área média de corte anual não ultrapasse a 20 hectares por propriedade (BAGGIO *et al.*, 1986; LAURENT & MENDONÇA, 1989b; ROCHADELLI, 1997).

Mesmo quando a área de bracatinga numa propriedade rural é pequena, a sua importância econômica é grande, pois interage com a produção agrícola através da consorciação com milho e feijão, além de participar na apicultura, olericultura (produção de varas para plantas trepadeiras), pecuária e na otimização da utilização da mão-de-obra (TONON, 1998).

2.1.4.2 Contribuição Sócio-Econômica da Bracatinga

Rochadelli (1997) avaliou a contribuição sócio-econômica da bracatinga com base na renda bruta para diferentes sistemas de manejo, utilizando dados de medições de parcelas em idades de 1 a 7 anos em povoamentos da Região Metropolitana de Curitiba. Concluiu que, ao se incluir valores de comercialização dos multi-produtos em cada sistema, a maior renda ocorre aos 7 anos de idade, devido a participação expressiva de produtos de madeira para serraria.

A expectativa do produtor no manejo de um bracatingal é garantir uma fonte de renda segura e com pouco trabalho (TONON, 1998). Embora uma eventual antecipação da idade de corte para 5 anos permita a maximização da renda devido ao maior número de rotações no mesmo período, ressalta-se que será dedicada para geração de produtos unicamente para fins energéticos (ROCHADELLI, 1997). Adicionalmente, essa postura não garantirá a formação do banco de sementes suficiente para uma adequada regeneração na área, aspecto dominado desde Romário Martins (CARPANEZZI, 1997).

2.1.4.3 Tipo de Terreno para Bracatingal

Os bracatingais ocorrem tanto em solos rasos como profundos, com fertilidade química variável. Na maioria das vezes, são solos pobres, ácidos, com pH variando entre 3,5 e 5,5, com textura oscilando entre franca a argilosa e bem drenados. Quando encontra-se em terrenos rasos, ocorre a redução do crescimento da árvore (LAURENT & MENDONÇA, 1989a).

Nas áreas plantadas por sementes ou por mudas, o crescimento responde à profundidade efetiva e à riqueza química dos solos, particularmente à adição de fósforo. Toleram terrenos pedregosos e terraplanados (CARPANEZZI, 1994).

2.1.4.4 Queima e Emergência de Plântulas

No manejo tradicional da bracatinga, emprega-se o fogo como uma técnica silvicultural de preparo da área para regeneração logo após a colheita de madeira (CARPANEZZI, 1994). Apesar de ser uma prática tradicional, a queima dos resíduos implica em perda de qualidade dos sítios e gera problemas ambientais. Em sua revisão, Soares (1977) concluiu que os incêndios controlados não ofereciam riscos ambientais importantes. No entanto, diversas pesquisas têm comprovado que as queimadas constituem significativa contribuição à contaminação ambiental e sérios

danos aos solos (BAGGIO & CARPANEZZI, 1995).

Os bancos de sementes formados em bracatingais quando submetidos a ação do fogo para queima dos resíduos de colheita, estimulam a quebra de dormência das sementes (CARPANEZZI, 1995). Essa ação silvicultural viabiliza uma grande emergência de plântulas (ao redor de 400.000 a 500.000), a qual após a capina agrícola (técnica de avanço silvicultural) induz densidades entre 10.000 a 100.000 plantas por hectare (MAZUCHOWSKI, 1989; LAURENT *et al.*, 1990).

2.1.4.5 Desbaste dos Bracatingais

A técnica silvicultural do desbaste (popularmente conhecido por raleamento) é efetuada após o cultivo agrícola inicial em áreas de regeneração da bracatinga, visando permitir incremento em madeira. Experiências de campo sugerem que a intensidade do desbaste não deve criar condições de iluminação que favoreçam a regeneração vigorosa de espécies competidoras (MAZUCHOWSKI, 1989).

A bracatinga é muito exigente quanto à sua necessidade de luz. Durante o manejo dos bracatingais, eliminam-se as plantas mais fracas ou em excesso, deixando-se as melhores plantas com espaços adequados entre elas. Contudo, devem ser observadas duas situações distintas para realizar o desbaste (CARPANEZZI & LAURENT, 1988):

* Bracatingal Solteiro: efetua-se o desbaste aos 10-12 meses deixando 4.000 plantas por hectare, com espaçamento variável e em disposição irregular no alinhamento. Esta prática é aconselhada nas situações de não ter havido capinas nos primeiros meses, ou então, em sítios de alta produtividade e que possuam competição precoce entre as copas.

* Bracatingal Consorciado com Lavouras de Milho ou Feijão no 1º ano: como as capinas das culturas agrícolas são realizadas geralmente aos 30 e 60 dias após sua semeadura, efetua-se o raleio da bracatinga somente junto com a última capina das lavouras, eliminando-se outras espécies florestais e árvores de bracatinga dominadas, deixando aproximadamente 6 mil plantas por hectare. Ao atingir cerca de 20 a 24 meses de idade, avalia-se a densidade das árvores e decide-se por um novo raleio para deixar entre 3.000 e 4.000 árvores por hectare (no caso, estabelece-se um espaçamento de 1,50 m x 1,50 m ou de 2,00 m x 1,50 metros).

Como alternativa silvicultural, Laurent *et al.* (1990) sugerem realizar:

- *Plantio de sementes em covas, após a quebra de dormência*: semeia-se em espaçamento de 1,0 m x 1,0 m, de 1,0 m x 0,80 m ou de 1,20 m x 0,60 m. Planta-se de 10.000 a 14.000 covas por hectare, restando aproximadamente 6.000 plantas vivas no final de 3 anos.

- *Plantio de mudas*: em espaçamento de 1,50 m x 1,50 m, efetua-se o plantio de 4.000 plantas por hectare.

No estágio inicial de desenvolvimento, a bracatinga é mais sensível à competição com outras espécies invasoras ou concorrenciais do que com a competição intra-específica, mesmo que seja acentuada. Por isso, desaconselha-se espaçamentos iniciais amplos como 3 m x 3 m. Assim, Mazuchowski *et al.* (1990c) estabeleceram que, após o desbaste devem permanecer num bracatingal manejado cerca de 4.000 árvores por hectare, com distância uniforme e seleção das melhores plantas. Para isso, definem dois tipos de solos para os espaçamentos:

- * *Solos de baixa fertilidade* – 1,0 m x 1,5 m ou 1,5 x 1,5 m, ou seja, usar espaçamento menor entre as mudas. No caso de regeneração por sementes, usar espaçamentos de 1,0 m x 1,0 m devido a expressiva de mortalidade das plântulas.

- * *Solos de média fertilidade* - 1,5 m x 1,5 m ou 2,0 m x 1,5 m, ou seja, usar espaçamento maior entre as mudas.

Em trabalho referencial sobre densidade da bracatinga em áreas de regeneração, Tonon (1998) concluiu que a densidade inicial de 4.000 plantas por hectare é a mais indicada em áreas regeneradas de bracatingais depois da segunda rotação, na Região Metropolitana de Curitiba, por oferecer a maior produção em volume e em área basal, independente do sítio observado.

2.1.5 Usos da Madeira de Bracatinga

2.1.5.1 Geração de Energia

De crescimento rápido e incremento médio anual ao redor de 26 m³/ha.ano (LISBÃO JÚNIOR, 1981), a bracatinga produz madeira moderadamente pesada (REITZ *et al.* 1978), de qualidade adequada para a utilização como lenha (Figura 5) ou matéria-prima para produção de álcool, coque e carvão vegetal (PAULA, 1982).

Atualmente, a lenha continua sendo a principal utilização da madeira de bracatinga, por ser o objetivo fundamental do bracatingal nas propriedades rurais,

com rotação bastante curta, entre 6 e 8 anos, além de não exigir muitos tratamentos silviculturais (CARPANEZZI *et al.*, 2004).



FIGURA 5 – Madeira de bracatinga para geração de energia empilhada no barranco.
FONTE: O Autor (2010).

De uma forma geral, a madeira da bracatinga mostrou-se de boa qualidade para a produção de energia (Figura 6), com densidade básica, rendimento em carvão e no teor de carbono fixo superiores àqueles relatados por Brito *et al.* (1979) para *E. grandis* e estimados por Lisbão Junior (1981) para *E. viminalis*.



FIGURA 6 – Lenha picada e cavacos de bracatinga para geração de energia.
FONTE: O Autor (2004).

Para carvão vegetal, sua madeira é de qualidade superior à de *Eucalyptus grandis* (BRITO *et al.*, 1979) e à de *E. viminalis* (LISBÃO JÚNIOR, 1981), com maior rendimento em carvão e maior teor de carbono fixo, apresentando, todavia, o inconveniente de possuir alto teor de cinzas (BRITO *et al.*, 1979).

Em pesquisa desenvolvida por Pereira & Lavoranti (1986), comparando a qualidade da madeira de três procedências de *Mimosa scabrella* Benth. – Caçador

(SC), Concórdia (SC) e Colombo (PR)) - para fins energéticos, foram estudadas a densidade básica, teor de lignina e rendimento da destilação seca da madeira, bem como, os teores de carbono fixo, voláteis e cinzas do carvão produzido. À exceção do teor de cinzas, não se constataram diferenças significativas entre as procedências para as demais variáveis.

2.1.5.2 Madeira para Serraria

Baggio & Carpanezi (1997b) indicam que a retirada de estacas para horticultura, entre o 1º e o 2º ano de idade, também é prática observada nos bracatingais e que, possibilita menor competição, intensificando o crescimento das árvores remanescentes. Por outro lado, desbastes tardios efetuados aos 5 anos, para retirada de escoras, apenas modificam a distribuição das árvores por classes de diâmetro (Figura 7) não afetando o volume da exploração final do bracatingal.



FIGURA 7 - Descarregamento de toras de bracatinga com 2,70 m de comprimento visando serrados e peças de movelaria.
FONTE: MAZUCHOWSKI & BECKER (2005).

A implantação e manejo de bracatingais com o objetivo de produzir madeira para serraria ainda não é uma prática adotada em escala comercial na região de ocorrência natural da espécie, apesar de pesquisas indicarem grande potencial para madeira com fins mais nobres ou maior valor agregado. Tonon (1998) afirma que novos sistemas de manejo para bracatingais devem ser estudados, pela grande diferença na produção volumétrica entre diferentes sistemas de manejo.

A viabilidade de industrialização da madeira de bracatinga foi registrada por Bolcato (2006), em um levantamento fotográfico do processo de laminação. O autor recomenda a espécie para pisos maciços, madeira serrada e laminada, sarrafos,

entre outros usos, afirmando que a espécie é uma alternativa com demanda industrial e pode constituir em matéria-prima de maior valor agregado.

A madeira possui baixa durabilidade mas tem permeabilidade às soluções preservantes. Precisa ser seca de modo adequado para não ficar sujeita a contrações e expansões (IPT, 2003). Pelas características físicas básicas, ao final do processo de produção, Klitzke (2006) classifica a madeira de bracatinga como moderadamente pesada (0,65 a 0,81 g/cm³ entre 12% a 15% de umidade), de resistência mecânica média, difícil de cortar embora fácil de aplainar ou lixar.

Em levantamentos junto a produtores e industriais, foi verificada a comercialização de madeira serrada de bracatinga por R\$ 350,00 o metro cúbico, direcionada especialmente para indústrias de assoalhos e batentes de portas em União da Vitória e Foz do Iguaçu (Figura 8). No caso da madeira destinada a móveis de padrão superior, é comercializada com o nome de “Amêndola” em São Paulo, conforme verificável nos catálogos da edição Casa Cor e publicado na revista Casa Cláudia. O piso instalado de madeira “Amêndola” custou para o consumidor final cerca de R\$ 200,00 o metro quadrado (MAZUCHOWSKI & BECKER, 2006).

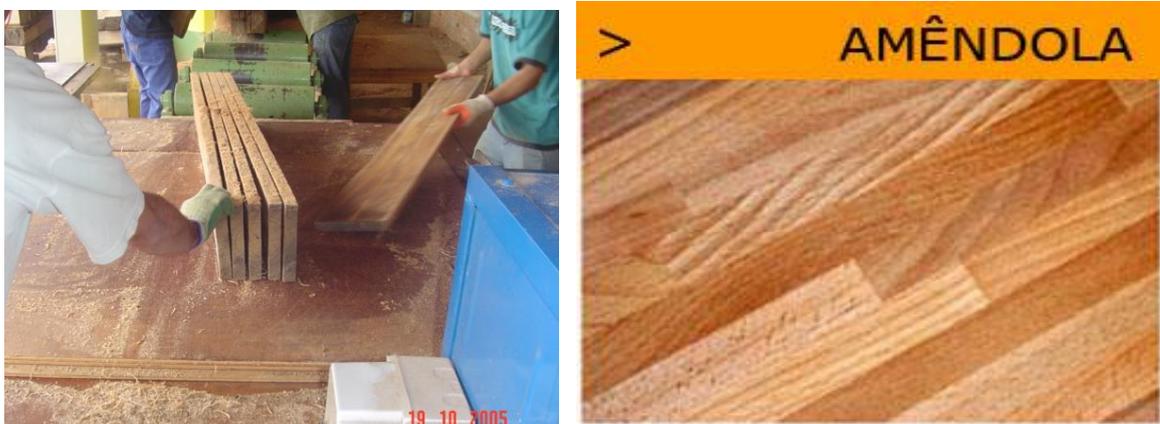


FIGURA 8 – Lixamento de madeira de bracatinga visando taboas, tacos e móveis.
 FONTE: KLITZKE (2006); PISOS IPIRANGA (2007).

2.1.5.3 Créditos de Carbono

As florestas de bracatinga são altamente eficientes no armazenamento de carbono. A biomassa da espécie apresenta concentração relativa do elemento carbono variando de 40 a 45% da biomassa total (ROCHADELLI, 2001).

Segundo o Ministério de Ciência e Tecnologia (2009), a venda de créditos de carbono para países em desenvolvimento se mostra como uma boa oportunidade

comercial junto a economia de grandes países. São certificados que autorizam emissões compensadas pelo seqüestro de carbono, além de permitir o investimento em projetos para a redução de gases pelo Protocolo de Kyoto. Entre as atividades mais indicadas estão a substituição do óleo diesel ou carvão mineral em caldeiras por biomassa, reflorestamento, entre outras atividades previstas no MDL (Mecanismo do Desenvolvimento Limpo). Empresas poluidoras compram em bolsa ou das empresas empreendedoras, as toneladas de carbono seqüestradas ou não emitidas. Cada tonelada de carbono inicialmente cotadas entre €15 e €18 Euros, atingiu valores variáveis entre €30 ou €40 Euros nos anos de 2008 e 2009, devendo ser incrementado no futuro (MCT, 2009). Na atualidade os preços do crédito de carbono no Brasil variam entre 5 e 12 dólares por tonelada, num mercado fraco.

Dentro do mercado de carbono, as florestas podem contribuir seqüestrando carbono ou substituindo a matriz energética dos combustíveis fósseis pela biomassa. Embora sem casos conhecidos do recebimento da RCE (Redução Certificada de Emissão), é elegível o seqüestro de carbono das plantações, segundo o MDL, das florestas de eucaliptos e bracatingas (ZANETTI & ZANETTI, 2007).

2.2 PRODUTOR DE BRACATINGA

O processo de ocupação da região do Vale do Ribeira e municípios circunvizinhos, para fins agrícolas, remonta ao início do século XX. Porém, as condições naturais, com solos rasos e de baixa fertilidade natural, com topografia acidentada, determinaram um processo econômico onde a agricultura se caracteriza por ser um sistema extrativista, baseado em culturas agrícolas de subsistência (VALE DO RIBEIRA, 2007).

A Região Metropolitana de Curitiba, instituída originalmente pela Lei Complementar Federal nº 14/73, compreende 26 municípios em uma área de 13 mil km², configurando um território extenso e bastante heterogêneo, com uma população estimada de 3,4 milhões de habitantes e um Produto Interno Bruto de R\$ 37,7 bilhões (PARANÁ, 2007).

Além disso, representa cerca de 34% da população paranaense e mais de 35% da economia estadual, configurando a concentração que acompanhou o processo de urbanização do Paraná a partir dos anos 1970. Esse desequilíbrio

regional apresenta um duplo desafio para a gestão pública estadual: por um lado, a necessidade de promover o desenvolvimento no interior e, por outro lado, de propiciar condições físicas, econômicas, sociais e sustentabilidade ambiental para o aglomerado metropolitano (PARANÁ, 2007) .

2.2.1 Migração Demográfica no Vale do Ribeira

O Ministério da Integração Nacional, em 1990, identificou 13 mesorregiões diferenciadas no Brasil, apresentando as maiores dificuldades de crescimento, para as quais criou o Programa de Desenvolvimento Integrado e Sustentável de Mesorregiões Diferenciadas – PROMESO, visando promover a inserção competitiva no cenário nacional, de acordo com suas particularidades sociais, econômicas e de recursos naturais. Dentre elas, a Mesorregião do Vale do Ribeira situada nos Estados do Paraná e São Paulo, engloba uma população de 737 mil pessoas, sendo 204 mil da área rural, a maioria concentrada em pequenas propriedades rurais (VALE DO RIBEIRA, 2007).

A região do Vale do Ribeira no Paraná é composta pelos municípios de Adrianópolis, Bocaiúva do Sul, Cerro Azul, Doutor Ulysses, Itaperuçu, Rio Branco do Sul e Tunas do Paraná, com uma densidade populacional média relativamente baixa, de 139,89 habitantes por km². Em termos práticos, é integrada também por Campina Grande do Sul, Almirante Tamandaré e Colombo nas ações de integração regional. As economias desses municípios estão atreladas à agricultura familiar, a extração mineral e vegetal, formando aglomerações rurais com grande potencial para desenvolvimento (VALE DO RIBEIRA, 2007).

Caracterizam-se por apresentar renda familiar baixa, falta de perspectivas de emprego e renda, poucas oportunidades para negócios, aspectos que favorecem aos bolsões de pobreza, nas áreas rural e urbana (VALE DO RIBEIRA, 2007).

Como referendo a essa realidade regional, o fluxo migratório da população ocorre em proporções alarmantes, conforme a Tabela 1 demonstra, com geração do esvaziamento populacional de alguns municípios, em especial a partir de 2000.

TABELA 1 – Fluxo migratório da população dos municípios integrantes do Vale do Ribeira no período 1980-2010.

MUNICÍPIOS DO VALE DO RIBEIRA	FLUXO MIGRATÓRIO DA POPULAÇÃO				
	1980	1990	2000	2005	2010
Adrianópolis	11.096	8.935	7.006	4.866	3.803
Bocaiúva do Sul	12.119	10.657	9.047	9.691	10.073
Cerro Azul	20.003	21.073	16.345	18.283	18.474
Doutor Ulysses	-	-	5.984	6.989	7.569
Itaperuçu	-	-	19.139	29.273	37.542
Rio Branco do Sul	31.767	38.296	29.321	20.695	18.864
Tunas do Paraná	-	-	3.615	4.766	5.535

FONTE: PARANÁ (2007); IPARDES (2009); IBGE (2010).

2.2.2 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

A crescente perda populacional de municípios da Região do Vale do Ribeira e de municípios limieiros à cidade de Curitiba, com um processo migratório para novos centros urbanos é devida à falta de infra-estrutura básica associado com os impedimentos legais para corte da bracinga manejada, decorrentes da aplicação dos normativos pelo IAP e IBAMA, aliado às raras oportunidades de emprego no município e de ocupação da mão-de-obra como fonte geradora de renda, para garantir qualidade de vida (VALE DO RIBEIRA, 2007).

A comprovação da situação dos municípios paranaenses é verificável pelo IDH-M, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal do Vale do Ribeira (Tabela 2), um instrumento de decisões para políticas públicas, pelo Estado e União.

TABELA 2 - Índice de alfabetização, renda per capita e IDH dos municípios integrantes do Vale do Ribeira e limieiros a Curitiba.

ORDEM IDH ESTADO	MUNICÍPIOS	TAXA DE ALFABETIZAÇÃO DE ADULTOS	RENDA PER CAPITA (R\$)	IDH-M
1	Curitiba	0,966	619,82	0,856
107	Colombo	0,928	236,16	0,764
120	Campina Grande do Sul	0,922	212,53	0,762
245	Almirante Tamandaré	0,899	197,64	0,728
273	Bocaiúva do Sul	0,866	185,81	0,719
330	Rio Branco do Sul	0,833	178,95	0,702
370	Tunas do Paraná	0,719	136,68	0,686
372	Cerro Azul	0,755	123,80	0,684
374	Adrianópolis	0,741	115,60	0,683
381	Itaperuçu	0,842	133,47	0,675
398	Doutor Ulisses	0,758	85,99	0,627

FONTE: IBGE (2000).

Contudo, na análise desses indicadores, observa-se uma situação antagônica entre alguns parâmetros municipais comparativamente a Curitiba, bem

como, dos extremos na própria região (VALE DO RIBEIRA, 2007). Destaca-se a situação de municípios com processo de industrialização que descaracterizam a realidade da população rural dos mesmos, aliado a outros que não apresentam fonte de renda efetiva face os impedimentos ambientais e legais do manejo da bracatinga.

Na perspectiva de desenvolvimento sustentável proposta pelo Programa Plurianual (PPA) do Governo Federal, alocaram-se recursos financeiros e humanos para promoção de ações que busquem os princípios de viabilidade econômica, equilíbrio ambiental e equidade social, com redução das desigualdades regionais e reforçar os projetos de desenvolvimento integrado (VALE DO RIBEIRA, 2007).

2.2.3 Estrutura Fundiária da Área de Estudo

A Região Metropolitana de Curitiba caracteriza-se pelo predomínio da pequena propriedade rural no tocante às categorias de produtores (Tabela 3). Em paralelo, as áreas superiores a 100 hectares com empreendimentos agropecuários e/ou florestais possuem presença marcante na região, em especial pela dimensão territorial ocupada pelas atividades desenvolvidas (VALE DO RIBEIRA, 2007).

TABELA 3 – Estrutura fundiária da Região Metropolitana de Curitiba.

FAIXA MODULAR (ha)	TOTAL DE IMÓVEIS (nº)	ÁREA (ha)		PARTICIPAÇÃO (%)	
		Total	Média	Produtores	Área
< 25,0	25.408	199.481	7,9	83,1	24,5
25,1 a 100,0	4.124	186.688	45,3	13,5	23,0
100,1 a 1.000,0	964	231.467	240,1	3,2	28,5
> 1.000,1	65	195.590	3.009,1	0,2	24,0
Total	30.561	813.266	26,6	100,0	100,0

FONTE: INCRA (1985); IBGE (1995).

2.2.4 Redução da Área Plantada de Bracatinga

Independentemente da relevância sócio-econômica da cultura da bracatinga junto a municípios do Estado do Paraná, observa-se a supremacia de fatores adversos em relação ao desenvolvimento da atividade florestal.

Este posicionamento estratégico relaciona-se com a forte redução de área plantada no Estado do Paraná no período 2000-2010, decorre da análise dos dados levantados anualmente pelo Instituto EMATER, sob a denominação de “Perfil Agrícola dos Municípios do Paraná” (ANEXO 1), os quais são demonstrados na Tabela 4, de forma comparativa e resumida.

Conseqüentemente, verifica-se a ocorrência de redução de 47% da área plantada com bracatinga e de 21% do total de produtores envolvidos com essa espécie, além da erradicação da cultura em 8 municípios paranaenses.

TABELA 4 - Efeito do predomínio da postura ambientalista sobre a área cultivada de bracatinga no Estado do Paraná.

Ano	Bracatingal Cultivado		Produtores		Municípios nº
	Área (ha)	Redução %	nº	Redução %	
2000	100.000	100 %	15.000	100 %	70
2005	65.507	-	12.400	-	68
2010	55.650	- 47 %	11.850	- 21 %	62

FONTE: Instituto EMATER (2000, 2005 e 2010).

Esses indicadores induzem questionamentos específicos junto aos setores governamentais e municipais acerca das razões de abandono da atividade pelos produtores rurais. Além disso, a definição de alternativas estratégicas conduzirá a ações concretas para incremento da cultura da bracatinga.

2.3 SOLOS DE BRACATINGAIS

Segundo Coelho e Verlengia (1973), o solo agrícola como fator da produção agroflorestal possui duas características básicas de valor – fertilidade e produtividade. A fertilidade refere-se à capacidade do solo fornecer nutrientes às plantas, em quantidades adequadas e proporções convenientes, enquanto a produtividade refere-se com a capacidade em proporcionar rendimento às culturas.

2.3.1 Aspectos da Geologia na Topografia Regional

A topografia afeta a distribuição e a quantidade de afloramentos rochosos, além de influenciar as precipitações, a temperatura e indiretamente o tipo de vegetação predominante (BIGARELLA *et al*, 1994).

Especificamente em relação ao 1º Planalto Paranaense que se estende entre a escarpa devoniana e a Serra do Mar (MAACK, 1968), a sua estrutura compreende rochas cristalinas (gnaisses, granitos, quartzitos, filitos, calcários, intrusivas básicas, etc.). No tocante aos aspectos morfológicos, apresenta duas porções geográficas (Figura 9) bem distintas – a região de Curitiba na parte meridional e a região setentrional, típica do Ribeira.



FIGURA 9 – Paisagem característica da formação geológica regional.
 FONTE: O Autor (2007).

Na região com outeiros suavemente ondulados da região meridional, ocorrem áreas de calcários menos resistentes ao intemperismo. Predominam os solos mais bem formados, como os Latossolos Vermelhos Distróficos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Cambissolos com substrato Migmatito e Argissolos Vermelho-Amarelos (LARACH *et al.*, 1984).

A região setentrional ou dobrada da série Açungui apresenta cabeços de estratos mais resistentes à erosão, os quais se mostram como linhas de serras no interior, destacando-se os formados pelos quartzitos, nas serras de Ouro Fino e Bocaina. O rio Ribeira e seus afluentes, em erosão regressiva, retalham essa região, transformando-a numa topografia montanhosa. As camadas de calcários tem um papel importante na topografia, por serem facilmente solubilizadas, constituindo as partes mais baixas, em forma de bacias (BIGARELLA *et al.*, 1994).

A nível regional, predominam os solos de relevo bem acidentado, compostos de Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos com ou sem cascalho e de Cambissolos com substrato Filitos, associados ou não aos Neossolos Litólicos e Afloramentos de Rocha (LARACH *et al.*, 1984).

2.3.2 Caracterização de Solos com Bracatingais

Basicamente a paisagem dos bracatingais na Região Metropolitana de Curitiba está composta pelo predomínio de três classes de solos. Assim, embasado nos indicadores da EMBRAPA - SNLCS (2008), destacam-se suas características mais relevantes para manejo silvicultural:

- **Argissolos** (Vermelho-Amarelo):

Compreende solos bem estruturados, com argila de atividade baixa e horizonte B textural (Bt); a textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt; possuem profundidade variável, com cores avermelhadas ou amareladas; o pH varia de forte a moderadamente ácidos, com saturação por bases alta ou baixa. Possuem reservas de nutrientes; ocorre a absorção de fósforo; são suscetíveis à erosão hídrica. A principal limitação de uso está na declividade das áreas.

- **Cambissolos** (Háplico Tb, Húmico Alumínico):

Constituem grupamento de solos pouco desenvolvidos, com fragmentos de rochas no perfil; com horizonte B incipiente, evidenciado pelo desenvolvimento sobre a estrutura da rocha matriz. Ocorrem em relevo acidentado, com elevados teores de matéria orgânica e alumínio extraível. Apresentam pH ácidos e neutros. A principal limitação de uso está na declividade das áreas, com ocorrência moderada a forte de erosão hídrica e capacidade limitada de fornecimento de P.

- **Latossolos** (Vermelho e Bruno):

Compreende o grupamento de solos com evolução avançada devido ao processo de latolização (ferralitização ou laterização), com intemperização intensa dos constituintes minerais, aliado a concentração relativa de argilominerais e/ou óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio. A textura varia de arenosa a muito argilosa; geralmente profundos e porosos, permeáveis e com pH ácido. Distinguem-se pela coloração vermelha, amarela, vermelho-amarelada e bruna. A principal limitação de uso está na fertilidade natural das áreas.

2.3.3 Solos em Bracatingal Nativo

A bracatinga ocorre basicamente nas regiões superiores a 700 m de altitude, principalmente nos Cambissolos Háplicos e Húmicos, argilosos e ricos em matéria orgânica, e em Nitossolos Háplicos Distróficos e Alumínicos, argilosos, bem drenados, com baixos teores de matéria orgânica e horizonte superficial de coloração clara (EMBRAPA, 1999). Raramente é encontrada em áreas de Neossolos Litólicos e Cambissolos de relevo montanhoso da Serra Geral e da região do Açungui (CARPANEZZI & LAURENT, 1988).

Na região de ocorrência natural da bracinga são encontrados diversos tipos de solos, decorrente da grande diversidade litológica dos materiais de formação geológica. Contudo, tanto na porção do Pré-Cambriano (correspondente ao Primeiro Planalto Paranaense, onde se situa a Região Metropolitana de Curitiba) predominam os solos argilosos, bem drenados, ricos em matéria orgânica, ácidos e relativamente pouco desenvolvidos (MAZUCHOWSKI, 1990c).

Nos municípios integrantes da Região Metropolitana de Curitiba, os bracingais predominam nos Cambissolos Húmicos Argilosos, ácidos, bem drenados e mediamente profundos, além dos Argissolos Vermelhos Eutróficos e Distróficos, bem como em Nitossolos Háplicos Distróficos e Alumínicos, argilosos, bem drenados, com baixos teores de matéria orgânica, horizonte superficial de coloração clara. Devido aos altos teores de matéria orgânica nos solos, os horizontes superficiais são mais escuros que os sub-superficiais, os quais geralmente são amarelados, brunados e até avermelhados. O pH em água situa-se entre 3,5 e 5,5 frente aos solos. O teor de fósforo no horizonte A raramente ultrapassa 3 ppm, enquanto no horizonte B quase sempre está abaixo de 1 ppm (EMBRAPA, 1999; CARPANEZZI & LAURENT, 1988).

Segundo EMBRAPA (1999), os Cambissolos são caracterizados por serem solos constituídos de material mineral cujo horizonte B incipiente fica imediatamente abaixo do horizonte A, com espessura inferior a 40 cm, sendo classificados em três subordens conforme o material de origem – hísticos, húmicos e háplicos.

2.4 ADUBAÇÃO QUÍMICA

Para Van Raij (2011), a preocupação tradicional é corrigir a chamada camada arável ou superficial do solo, na profundidade de 0-20 cm, onde se concentram mais de 90% das raízes e as plantas absorvem a maior parte da água e nutrientes. Todavia, a camada superficial do solo pode representar um volume de solo explorado insuficiente em períodos de falta de água, pois observações e resultados de pesquisa mostram que, em diversas situações, o enraizamento profundo pode contribuir para melhor aproveitamento de água e nutrientes, desde que não existam barreiras no solo impedindo o desenvolvimento das raízes.

Em solo Podzólico Vermelho Amarelo de Santa Maria (RS), Fiorin *et al.* (1997) verificaram a relação direta entre o armazenamento de água no horizonte A e

a produção de grãos. Áreas com horizonte A profundo apresentaram maior quantidade de água armazenada, correspondendo aos maiores valores de produção de matéria seca e de grãos.

Quando o solo apresenta impedimentos físicos ou químicos à penetração de raízes, a água existente nas camadas abaixo desses impedimentos fica inacessível às plantas, reduzindo a capacidade do solo em suprir água, pela diminuição do volume explorado pelas raízes. Em solos ácidos constitui em assunto vital, pois a ocorrência de alumínio trocável ou a deficiência de cálcio no subsolo constituem em "barreiras químicas" que impedem o aprofundamento do sistema radicular. A calagem é a forma tradicional de corrigir a acidez do solos (VAN RAIJ, 2011).

A bracatinga é uma planta muito sensível às condições de drenagem dos terrenos. Assim, em solos mal drenados e/ou com umidade excessiva, apresenta crescimento reduzido e mortalidade elevada, sendo esta a sua principal restrição edáfica (CARPANEZZI & LAURENT, 1988).

2.4.1 Aspectos da Nutrição Florestal

A floresta, quando em equilíbrio, reduz ao mínimo a saída de nutrientes do ecossistema, através da interação solo-vegetação. A introdução de nutrientes num ecossistema podem reciclar por tempo mais ou menos prolongado, dependendo da eficiência da ciclagem bioquímica e biogeoquímica (POGGIANI *et al.*, 2000).

As plantações florestais de rápido crescimento, como bracatinga e eucalipto, crescem incorporando os nutrientes minerais absorvidos do solo, além do CO₂ fixado do ar, na sua biomassa aérea. Após certo tempo, parte da biomassa produzida deposita-se novamente sobre o solo formando a serapilheira, a qual sofre a sua decomposição e libera os nutrientes, tornando-os disponíveis para as plantas. Esta reciclagem contínua permite grande acúmulo de biomassa florestal, mesmo em solos de baixa fertilidade (BINKLEY *et al.*, 1992).

O procedimento para recuperação de áreas degradadas é lento e está relacionado à capacidade de restabelecimento físico, químico e biológico do solo. Existem várias técnicas de recuperação de solos, embora predomine a combinação de práticas mecânicas baseadas no rompimento das camadas compactadas e adição de matéria orgânica (SEAKER & SOPPER, 1988). A aplicação de materiais

orgânicos, como o lodo de esgoto, melhora as características físicas e químicas do solo em longo prazo, devido especialmente a mineralização dos nutrientes e a ação cimentante destes materiais. A ciclagem e decomposição da matéria orgânica são processos difíceis de iniciar em solos degradados, mas ocorrem rapidamente com a aplicação do lodo de esgoto (HARRISON *et al.*, 2003).

Seaker & Sopper (1988) atribuem o sucesso da recuperação de solos com a aplicação de lodo de esgoto a três fatores relacionados ao seu conteúdo orgânico: o N que está numa forma orgânica lentamente disponível; o alto conteúdo de C orgânico que é uma fonte imediata de energia para os microorganismos e à matéria orgânica que melhora as condições físicas adversas dos solos decorrentes de remoção e compactação da camada superficial.

Quando o biossólido se decompõe ele vai perdendo massa mineral e orgânica e, conseqüentemente, vários elementos podem ser lavados, lixiviados, volatilizados, imobilizados pelos organismos do solo e/ou extraídos pelas plantas. O componente orgânico, tipicamente responde por 40% a 70% da massa total e pode ser perdido pela liberação de CO₂ ou incorporado ao solo através da decomposição, lixiviado como ácidos orgânicos solúveis, ou lavado como material particulado. A perda de componentes inorgânicos depende das características químicas e das propriedades particulares de cada elemento (ROCHA *et al.*, 2004).

Para Poggiani & Schumacher (1997), as características químicas do solo são influenciadas diretamente com a deposição e decomposição da serapilheira. Ao estudarem o efeito da fertilização de nitrogênio e fósforo na sobrevivência e recrutamento de plântulas de espécies do estrato dominante, Ceccon *et al.* (2003) ressaltam o fato de que a dinâmica da vegetação de sub-bosque de floresta pode ser fortemente influenciada pela disponibilidade de nutrientes, mas que as respostas podem variar dependendo da disponibilidade de luz, densidade aparente do solo e

Em relação ao conteúdo de elementos minerais em algumas espécies florestais e a sua distribuição nos tecidos de cada espécie, Montagnini *et al.* (1995) observaram uma maior concentração de N, Mg e K nas folhas do que em outros pontos dos vegetais, de forma a sugerir que existe um grande potencial para a recirculação destes elementos. Assim, analisando a variação dos nutrientes foliares em experimento com aplicação de biossólido em *E. grandis* Hill ex Maiden, Guedes & Poggiani (2003) observaram que aumentaram os teores de N, P, Ca e S, enquanto

os teores dos elementos Mn e Mg diminuíram, em relação ao tratamento com aplicação de fertilizante comercial.

2.4.2 Importância da Adubação Química NPK

Visando atender as exigências de nutrientes e a nutrição da bracatinga, poucos estudos foram realizados sobre sua necessidade nutricional em diferentes estágios de crescimento, principalmente dos elementos absorvidos em maior quantidade, os macronutrientes primários (NPK) que são responsáveis por diversas funções vitais (VOGEL *et al.*, 2001; CARDOSO *et al.*, 1985).

Em pesquisa desenvolvida na EMBRAPA Florestas, Lisbão & Sturion (1982), utilizando o fertilizante biológico “Biossuper a 4%” e o superfosfato triplo, verificaram que os mesmos não afetaram a resistência da bracatinga à ação da geada, seis meses após o plantio. A altura média da bracatinga também não foi afetada pela fertilização. Por outro lado, os autores efetuaram a aplicação de 50 e 100 gramas de fertilizante NPK por cova, verificando o aumento da suscetibilidade das plantas aos efeitos da geada, em relação à testemunha. Além disso, proporcionaram um crescimento médio em altura da *Mimosa scabrella* significativamente superior à testemunha, seis meses após o plantio.

Enquanto Fernandez-Vasques (1987) obteve com a bracatinga, o cambará e o açoita-cavalo resposta satisfatória para a fertilização com NPK, aos oito meses de idade, com crescimento superior na ordem de 37,9%, 36,8% e 52% respectivamente em relação às alturas médias das plantas não adubadas. Outrossim, utilizando a fórmula 10:30:10, em mudas de bracatinga e outras vinte e uma espécies nativas, observou que há influência da adubação com NPK. Adicionalmente, verificou que aos 21 meses após o plantio, a bracatinga foi a espécie que apresentou o maior crescimento em altura, sendo 37,9% superior às plantas não adubadas.

Por sua vez, Lima *et al.* (1997) observaram que, em condições de campo, a redução no crescimento de espécies pioneiras e secundárias devido a omissão de NPK, foi maior aos oito meses comparativamente aos dezesseis meses após o plantio, indicando redução nas exigências nutricionais com a idade das plantas.

As plantas no sol absorvem muito mais cálcio do que plantas de sombra, e plantas de zonas secas são muito mais ricas em cálcio do que plantas de terrenos

úmidos. Em solos pobres de cálcio, o sombreamento reduz o teor em cálcio nos capins a tal ponto que o gado os recusa. Por outro lado, as plantas de sombra, com nível mais baixo de cálcio, absorvem mais micronutrientes, uma vez que o cálcio e o manganês se inibem mutuamente. Em solo sombreado e, portanto, mais úmido na superfície, a absorção de potássio é maior, podendo atingir ao esgotamento do elemento no solo (PRIMAVESI, 1980).

No sistema tradicional de cultivo da bracatinga não é corrente a utilização de adubação química, seja para a espécie florestal ou para os cultivos agrícolas. A prática da queima dos resíduos de exploração propicia a mineralização rápida de parte considerável dos nutrientes, tendo o efeito imediato de aumentar a fertilidade do solo, principalmente da camada superficial (CARPANEZZI, 1994).

A maior parte dos nutrientes encontrados na bracatinga concentra-se na lenha (71,3% do peso total). Esta proporção é similar a encontrada em eucaliptais brasileiros da mesma faixa etária, nos quais são realizados descascamentos em campo, reduzindo as exportações de nutrientes. Como nos bracatingais, não se faz adubação química de reposição, a exportação de minerais pela madeira/lenha tende a empobrecer os sítios ao longo das sucessivas rotações. As frações galhos e biomassa verde também contribuem para a exportação de nutrientes, ao serem queimadas como resíduos, assim como a colheita das culturas agrícolas consorciadas no começo de cada rotação. A verificação da capacidade do sítio em sustentar a produtividade, requer conhecimentos sobre o estoque de nutrientes do solo e sua relação quantitativa com as exportações em cada rotação, aliado a deposição natural via seca ou pelas chuvas (CARPANEZZI, 1997).

2.4.2.1 Fertilização com Nitrogênio

Para Malavolta (1989), as exigências de N das culturas estão relacionadas com a velocidade de crescimento e aos fatores de clima. Como a retirada dos elementos químicos do solo não é constante durante todo o ciclo das culturas, é importante determinar a cronologia destas exigências nutricionais, para que se faça uma adubação adequada e se possa garantir maior eficiência da mesma.

Sturion (1981) comenta que a presença do N favorece o crescimento das folhas e caule, estimula a produção de clorofila e funciona como uma reserva de alimento. Por ser constituinte das proteínas, Bissani *et al.* (2004) relatam que a

deficiência de N afeta os processos vitais das plantas, pois diminuindo a capacidade fotossintética, acarreta o retardamento no crescimento e prejudica a reprodução.

As espécies pioneiras têm maior taxa de absorção e acumulação de nutrientes (Tabela 5), variando a demanda de N pelas plantas conforme a espécie e o teor com a parte da planta analisada (GONÇALVES *et al.*, 2000).

Para um crescimento adequado, o teor geralmente fica dentro da faixa de 20 a 50 g/kg de matéria seca da planta. Quando o suprimento de N não é adequado, o crescimento é retardado e o N é mobilizado das folhas mais velhas para as áreas de novo crescimento (MARSCHNER, 1995; FURLANI, 2004).

TABELA 5 – Teor de N nas folhas de algumas espécies florestais

ESPECIE FLORESTAL	TEOR N NAS FOLHAS (g/kg N)
<i>Mimosa scabrella</i>	37,6 (a)
<i>Allophylus edulis</i>	28,8 (a)
<i>Ilex paraguariensis</i>	25,6 (a)
<i>Croton urucarana</i>	21,0 (b)
<i>Croton floribundus</i>	20,0 (b)
<i>Trema micrantha</i>	21,0 (b)

FONTE: (a) Caldeira (2003); (b) Gonçalves et al (2000)

As plantas leguminosas são imprescindíveis em todos os ecossistemas florestais, pois sua serapilheira é rica em nutrientes, especialmente o N, além de ser fonte de matéria orgânica. Pelas características da bracatinga, pode-se prever a redução ou eliminação de N, sempre que uma estirpe eficiente de *Rhizobium* estiver presente; em sua ausência, a aplicação de N tende a ganhar importância. Em geral, a inoculação de *Rhizobium* em leguminosas mostra efeitos mais evidentes quando são corrigidas as deficiências dos demais nutrientes, principalmente P, Ca e Mo, e eliminadas as toxicidades de Al ou Mn (GONÇALVES *et al.*, 2000).

No comportamento das espécies em função do elemento nitrogênio, houve reduções do ritmo de crescimento inicial em espécies arbóreas nativas, decorrentes da sua omissão. Para tanto, em condições de campo, Lima *et al.* (1997) observaram que as espécies arbóreas pioneiras e secundárias mostraram-se mais responsivas a fertilização nitrogenada do que as espécies arbóreas clímax.

2.4.2.2 Adubação com Fósforo

Por ser um nutriente móvel na planta, os sintomas de deficiência surgem nas folhas velhas, destacando-se como sintomas visuais: a redução na expansão, na área e no número de folhas; a coloração verde mais escura, porque a expansão das folhas fica mais retardada do que a formação da clorofila e do cloroplasto; drástica redução na relação parte aérea/raiz e senescência precoce das folhas; retardamento na formação dos órgãos reprodutivos e no início da floração, diminuição no número de flores e sementes (GONÇALVES *et al.*, 2000; FURLANI, 2004).

Praticamente em todos os solos brasileiros, a adubação fosfatada aumenta a produtividade das plantas, desde que o pH dos solos permaneça entre os limites superior de 5,5 e inferior a 7,5, com uma bioestrutura grumosa favorecendo a aeração do solo (PRIMAVESI, 1980). Isto ocorre porque a solubilidade do P é máxima entre pH 5,0 e 6,0; contudo, quando a acidez é elevada, em presença de elevadas quantidades de ferro e alumínio, formam-se compostos fosfatados insolúveis, originando os sintomas de deficiências nos vegetais (HAAG, 1987).

No estudo de Gonçalves *et al.* (2000), a exceção do P, verificou-se ampla variação na concentração e taxa de acumulação de nutrientes entre espécies florestais pioneiras, secundárias e clímax. A demanda de P (Tabela 6) para crescimento ótimo, encontra-se na faixa de teores de 2 a 5 g/kg de matéria seca.

TABELA 6 – Teor de P nas folhas de algumas espécies florestais.

ESPECIE FLORESTAL	TEOR P NAS FOLHAS (g/kg P)
<i>Mimosa scabrella</i>	1,7 (a)
<i>Ilex dumosa</i>	1,1 (a)
<i>Croton urucarana</i>	3,0 (b)
<i>Croton floribundus</i>	4,0 (b)
<i>Eucalyptus grandis</i>	1,7 (c)

FORNTE: (a) Caldeira (2003); (b) Gonçalves *et al.* (2000); (c) Gonçalves (1995).

A demanda por P tem relação direta com a classe ecológica a que a espécie pertence, estando associada a diversos fatores, como tamanho e conteúdo de P nas sementes, grau de desenvolvimento do sistema radicular, dependência micorrízica, taxa de crescimento e estágio de desenvolvimento da planta.

Maior resposta ao fornecimento de P é esperada de espécies com sementes pequenas e com baixos conteúdos de P, com sistema radicular pouco desenvolvido, com maior capacidade micotrófica e maior taxa de crescimento e na fase inicial do

crescimento. Por outro lado, as maiores reservas de P nas sementes estão diretamente relacionadas ao tamanho da semente (FURTINI NETO *et al.*, 2000).

As espécies pioneiras têm sido mais responsivas à fertilização fosfatada, apresentando maior absorção e acúmulo de P na parte aérea. As espécies clímax crescem independentemente do suprimento de P, tendo comportamento associado às menores taxas iniciais de crescimento das espécies (REZENDE *et al.*, 1999).

Em pesquisa desenvolvida por Schumacher *et al.* (2004), verificou-se a influência positiva na utilização de fósforo até determinada dose, sendo que o melhor crescimento das mudas de angico-vermelho (*Parapitadenia rigida*) ocorreu com a dose de 450 mg/kg de fósforo. Por sua vez, verificando a influência de diferentes níveis de P em mudas de bracatinga, Cardoso *et al.* (1985) concluíram que o diâmetro do colo e a altura responderam melhor a aplicação de P, obtendo o melhor desenvolvimento com mudas submetidas a dosagens de 30 mg/L de P.

Em outro experimento, Cardoso *et al.* (1985) analisando o comportamento da bracatinga sob cinco níveis de P, confirmaram que o fósforo é fundamental para o desenvolvimento da espécie, além de verificar que o diâmetro de colo e a altura das plantas apresentaram os melhores indicadores, especialmente quando submetidos a dosagem de 30 ppm de P. Posteriormente, Vogel *et al.* (2001), empregando diferentes doses de P no desenvolvimento de bracatinga, constataram que a aplicação de 360 mg/kg de P resultou em maior crescimento das plantas.

Em experimentação similar, desenvolvida por Daniel *et al.* (1997), o estudo foi desenvolvido com mudas de *Acacia mangium* demonstrando que, após 80 dias, os resultados verificados foram bastante similares aos da bracatinga.

2.4.2.3 Aplicação de Potássio

Na maioria dos solos brasileiros há suficiência de quantidade de potássio, embora variável conforme o tipo de solo. O potássio é tido como um dos elementos que mais aumenta a resistência dos vegetais contra doenças, por aumentar a respiração e a absorção de outros nutrientes. Além disso, a resistência ao frio e à seca dependem de um abastecimento adequado de potássio, sendo imprescindível um lastro suficiente de cálcio e magnésio (PRIMAVESI, 1980).

Por outro lado, plantas com deficiência de K apresentam redução da taxa de crescimento e menor resistência à seca, maior susceptibilidade ao congelamento e

ao ataque de fungos, devido redução do teor de carboidratos. Reiterando Marschner (1997), Bissani *et al.* (2004) verificaram que a deficiência do K na fase de abertura dos estômatos acarreta abertura parcial das folhas, aumentando o estresse causado pela seca devido perda de água por transpiração. Assim, diminui a fotossíntese e aumenta a respiração das plantas,

Santana *et al.* (1999), verificaram que mudas de eucalipto crescendo em meios de baixos teores de potássio apresentam uma menor eficiência na utilização da água, do que as plantas bem supridas com este elemento. Assim, as menores reduções no crescimento de plantas, em função da omissão de K, em especial nas espécies pioneiras e secundárias iniciais ou tardias, foram atribuídas a uma baixa demanda ou a uma maior eficiência de uso do P.

A demanda por K para obtenção de um ótimo crescimento das plantas está na faixa de teores entre 20 e 50 g/kg de matéria seca. A Tabela 7 apresenta dados de teores de K nas folhas de algumas espécies florestais. Por outro lado, o teor crítico para o excesso de K depende do íon acompanhante e da planta, sendo bastante variável entre as espécies e variedades (FURLANI, 2004).

TABELA 7 – Teor de K nas folhas de algumas espécies florestais.

ESPECIE FLORESTAL	TEOR K NAS FOLHAS (g/kg K)
<i>Mimosa scabrella</i>	7,5 (a)
<i>Allophylus edulis</i>	10,2 (a)
<i>Ilex paraguariensis</i>	16,0 (a)
<i>Croton urucarana</i>	26,0 (b)
<i>Croton floribundus</i>	20,0 (b)
<i>Trema micrantha</i>	13,0 (b)

FONTE: (a) Caldeira (2003); (b) Gonçalves *et al.* (2000).

2.4.3 Viabilidade da Adubação NPK em Bracatingais

Os plantios de eucaliptos e pinus são comumente direcionados para atender finalidades industriais, particularmente madeira para serraria, celulose, aglomerados, laminados, biomassa para energia, mourões, postes e extração de óleos e resinas, além de receberem fertilizantes químicos. Em contrapartida, a grande maioria das áreas de bracatingais é direcionada para geração de energia, estando sobre solos bastante intemperizados e lixiviados, ou seja, com baixa disponibilidade de nutrientes minerais (DUARTE, 2007).

A necessidade de adubação decorre de que nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes que as plantas precisam para um adequado crescimento

(MALAVOLTA, 1989). Por outro lado, as características e a quantidade de adubo a aplicar dependerão das necessidades nutricionais da bracatinga, da fertilidade natural do solo, do tipo de solos e da otimização dos retornos financeiros.

Em solos de baixa fertilidade natural, é recomendável o uso de espécies nativas nos SAFs, por sua capacidade de desenvolver mecanismos eficientes para lidar com alumínio trocável e com baixos níveis de nutrientes disponíveis, principalmente N e P (DUARTE, 2007).

O fósforo quando combinado principalmente com ferro, alumínio e cálcio, forma compostos de baixa solubilidade, determinando teores disponíveis muito baixos. Contudo, apesar da observação de Van Raij (2010) de que o fósforo é o nutriente que tem recebido maior atenção da pesquisa em análise de solo, no âmbito internacional e no Brasil, em bracatingais sua aplicação é praticamente nula.

Quando da aplicação de P ao solo, é esperada uma resposta significativa, especialmente devido a bracatinga ter características morfológicas de espécie florestal com sementes pequenas e baixo teor de P, um sistema radicular pouco desenvolvido, de maior capacidade micotrófica e maior taxa de crescimento na fase inicial de desenvolvimento vegetativo. Em outras palavras, por ser uma espécie florestal do tipo pioneira, a bracatinga deve apresentar resultado relevante (CARPANEZZI, 1980).

Em paralelo, o P é um nutriente muito limitante ao crescimento de espécies florestais nativas pioneiras. Assim, quando se efetua a análise das respostas à adição de P comparativamente com as espécies florestais climácicas, verifica-se que as pioneiras são mais responsivas à fertilização com P devido ao seu sistema radicular pouco desenvolvido, a maior capacidade de absorção e acúmulo do nutriente na parte aérea (CLAUBERG, 2005).

Diante da redução gradual da fertilidade natural dos solos, ao longo dos anos, sem adubações de reposição, Baggio & Carpanezzi (1997a) estimaram a exportação de nutrientes pelos bracatingais (Tabela 8). A somatória dos macronutrientes provenientes das frações da biomassa ou parte aérea das árvores – lenha (acima de 3,0 cm de diâmetro), galhos (entre 0,5 e 3,0 cm) e biomassa verde (folhas e ramos finos) – indicou a quantidade de nutrientes retirados a cada ciclo de cultivo. Verificaram que a lenha (toras) representou 71,3% contra 28,7% encontrados na copa (galhos e biomassa verde). Consequentemente, o total das

quantidades dos macronutrientes P, K, Ca e Mg exportados pela retirada de lenha equivalem a 10,3% da renda bruta obtida pela atividade florestal cíclica.

TABELA 8 – Estimativa de nutrientes retirados em cada ciclo de cultivo da bracatinga

NUTRIENTES DO SOLO	QUANTIDADE RETIRADA POR CICLO CULTURAL (kg/ha)
N	484
P	13
K	269
Ca	129
Mg	50
S	35

FONTE: Baggio & Carpanezzi (1997a)

Outrossim, visando aplicação florestal, as recomendações para adubações fosfatadas em função das classes texturais dos solos, devem considerar que:

- Normalmente os solos mais argilosos são mais produtivos embora tendo maior demanda nutricional de P, devido à maior capacidade de fixação deste elemento.
- Na composição das argilas predomina a natureza sesquioxídica, a qual é diretamente relacionado com o potencial de retenção de P.
- As árvores tem capacidade de acessar formas não lábeis de P a curto prazo e ao efeito de associações micorrízicas (eucalipto e pinus), as quais elevam a capacidade de extração de P do solo.

2.5 LODO DE ESGOTO

A utilização de dejetos humanos na agricultura remonta à China antiga, quando os orientais utilizavam os dejetos “in natura”, praticamente sem nenhum tratamento. No ocidente, a aplicação de efluentes sanitários em áreas agrícolas se desenvolveu no início do século XX, por volta de 1900, quando a Inglaterra passou a trabalhar esta questão para combater uma epidemia de Cólera (GUEDES, 2005).

Nos Estados Unidos, o uso do lodo como fertilizante iniciou em 1927. A partir da década de setenta, pesquisas com lodo de esgoto foram intensificadas e muitos aspectos do seu uso em florestas. No Brasil, a pesquisa sobre o lodo de esgoto na agricultura acontece no início da década de oitenta, mas trabalhos em silvicultura são recentes e escassos (POGGIANI *et al.*, 2000).

Para Barbosa *et al.* (2006), a reciclagem agrícola também é a forma de

disposição final do lodo de esgoto mais adequada em termos técnicos, econômicos e ambientais, desde que convenientemente aplicada, por apresentar o menor custo para a reciclagem de matéria orgânica e nutrientes, além de constituir uma das formas mais utilizadas em diversos países desenvolvidos (Bélgica, 29%; Dinamarca, 54%; França, 58%; Alemanha, 27%; Itália, 33%; Espanha, 50%; Reino Unido, 44%).

O gerenciamento do lodo de esgoto proveniente de estações de tratamento é uma atividade de grande complexidade e alto custo, a qual sendo mal executada, pode comprometer os benefícios ambientais e sanitários esperados. Pedrosa *et al.* (2010) estimam que a produção de lodo no Brasil está entre 150 a 220 mil toneladas por ano, sendo que dentre os sistemas de tratamento de esgoto existentes, as lagoas de estabilização são as que geram a menor quantidade de lodo, ao passo que lodos ativados convencional são os sistemas com o maior volume de lodo a ser tratado. Usualmente, o tratamento do lodo, após a sua geração, inclui as etapas de adensamento, estabilização, condicionamento, desidratação e disposição final.

2.5.1 Reciclagem de Efluentes e Dejetos para Uso no Meio Rural

No início da década de 1970, foram investigados muitos aspectos do uso de lodo de esgoto em florestas, incluindo técnicas de aplicação, práticas de manejo e operação, medidas para impactos ambientais. A cidade de Bremerton, no Estado de Washington, desde 1997 vem aplicando a totalidade do bio sólido em florestas do próprio município (HENRY & COLE, 1997).

Pesquisas sobre a utilização de lodo de esgoto na agricultura e na área florestal brasileira foram iniciadas em 1982. Numa parceria entre SABESP e empresas florestais com a ESALQ/USP e o Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA, em 1998, iniciaram as pesquisas sobre o uso de bio sólidos em culturas florestais (Figura 10), através do PROBIO - Programa de Bio sólidos em Plantações Florestais (POGGIANI *et al.*, 2003).

O PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico foi instituído em 1999, como mecanismo interinstitucional representando demandas do Ministério da Agricultura e Abastecimento, da Companhia de Saneamento Ambiental de São Paulo (CETESB) e órgãos ambientais de outros estados da federação, e das companhias de saneamento básico estaduais, municipais e particulares, para

desenvolver e aperfeiçoar tecnologias nas áreas de águas de abastecimento, águas residuárias e resíduos sólidos que sejam de fácil aplicabilidade, baixo custo de implantação, operação e manutenção e que resultem na melhoria das condições de vida da população brasileira (SKORUPA, 2008).

Decorridos 12 anos consecutivos da aplicação de lodo de esgoto em plantios de *Eucalyptus grandis*, anualmente são avaliados os efeitos residuais para encontrar uma alternativa ecologicamente adequada para a utilização do lodo de esgoto, seja como fertilizante e/ou como condicionador de solo, mas assegurando a elevação da produtividade da madeira. Ao final da primeira fase, constatou-se que houve contribuição no aceleração do crescimento das árvores de eucalipto, resultados a comprovar em longo prazo, durante a segunda fase (IPEF & ESALQ, 2010).

Por estar associada à ocorrência de despejos industriais no esgoto urbano, a possibilidade de presença de metais pesados é uma das maiores preocupações no uso de biossólidos. Nos Estados Unidos, a regulamentação para aplicação do lodo de esgoto foi estabelecida inicialmente em 1956, pela Federal Wastewater Pollution Control. Contudo, a atual legislação americana abrange três categorias gerais de uso – lodo na agricultura (define limites de concentração de elementos químicos, cumulativos e anuais de incorporação, além da concentração máxima no solo), disposição superficial (espalhamento em grandes áreas, com ou sem incorporação para sua oxidação) e incineração (eliminação de lodo contaminado com substâncias químicas perigosas). Já na Europa, desde 1970 existem manuais de orientação de utilização para os diferentes países (SOUZA *et al.*, 1992; ANDREOLI *et al.*, 1997).



FIGURA 10 - Etapa de retirada do lodo de esgoto numa ETE após a fase de decantação e secagem.
FONTE: CETESB (1998); UNESP (2006).

No caso brasileiro, diversos municípios têm estações de tratamento de esgoto, gerando grande quantidade de resíduo sólido, cujo destino final precisa considerar fatores econômicos, ambientais, sanitários e sociais envolvidos. O termo biossólido passou a ser utilizado nos países e em várias normas no início dos anos 1980, visando tirar a conotação pejorativa do termo lodo de esgoto, além de promover o conceito de que o material não é simplesmente um resíduo e que deve ser reciclado em sistemas de usos benéficos (GUEDES, 2005).

A Water Environmental Federation recomenda o uso do termo “biossólido” para designar ao lodo que passa por um tratamento biológico e possua um potencial de uso benéfico em sistemas agroflorestais, sem riscos à saúde humana e animal (POGGIANI *et al.*, 2000).

Em decorrência, a CETESB elaborou normas para regularizar a utilização do biossólido no Estado de São Paulo, empregando o termo biossólido exclusivamente para lodo resultante do sistema de tratamento biológico de despejos líquidos sanitários, de características próprias que atendam as condições para utilização segura na agricultura (CETESB, 1998).

Os processos de tratamento do lodo visam reduzir o teor de material orgânico biodegradável, a concentração de organismos patogênicos e o teor de água para que se obtenha um material sólido e estável, que não constitua perigo para a saúde e possa ser manipulado e transportado com facilidade e a baixo custo. Para tanto, aplicam-se quase exclusivamente métodos biológicos para estabilizar o lodo gerado nas ETEs – digestão anaeróbica ou, em poucos casos, a digestão aeróbica. A redução do teor de água é efetuada por processos físicos (adensamento, filtração, flotação, evaporação) eventualmente precedidos por processos preparatórios de condicionamento que visam facilitar e/ou acelerar o processo de separação de água (ANDREOLI, 2006).

A SANEPAR desenvolve o Programa de Utilização Agrícola de Lodo de Esgoto em conformidade com a Resolução CONAMA nº 375/2006 e o Decreto MMA nº 4954 de 14 de janeiro de 2004, no nível federal, e a Resolução SEMA nº 001/07 no Estado do Paraná, as quais definem os critérios e procedimentos para o uso agrícola deste insumo. Os critérios de normatização paranaense são semelhantes aos parâmetros europeus e significativamente mais restritivos que os adotados no território americano, enquadrando-se como uma das normas mais restritivas do

mundo (BITTENCOURT *et al.*, 2009).

Os agentes patogênicos do lodo (coliformes termotolerantes, ovos viáveis de helmintos, *salmonella* e vírus) podem causar doenças, tanto nas pessoas que lidam com o lodo de esgoto quanto nas plantas cultivadas (FAO, 1978). Os requisitos mínimos de qualidade do lodo de esgoto destinado ao uso agrícola devem respeitar os limites máximos de concentração estabelecidos pela legislação, onde as limitações definidas para quantidade de organismos patogênicos classificam o lodo de esgoto como classe "A" ou "B" (CONAMA, 2006).

O biossólido classe "A" passa por processos de higienização que garantem a inexistência de patógenos, sendo inclusive liberado seu uso em áreas públicas, como praças e jardins. Por isso, o lodo que sai das estações de tratamento não deve apresentar aspecto visual e odor desagradáveis (CONAMA, 2006). Cada destinação agrícola do lodo no solo deve ser definida por um projeto agrônômico, onde é estabelecida a forma de aplicação e o manejo do material, com locais viáveis e identificados os cuidados ambientais específicos.

Para Rocha *et al.* (2004), o N é liberado do lodo de esgoto na forma inorgânica, diretamente do componente inorgânico ou através da sua mineralização. Caso a taxa de liberação de N seja superior à capacidade assimilativa do ecossistema, poderá ocorrer a contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

2.5.2 Uso de Lodo de Esgoto Urbano

O lodo ou biossólido é o resíduo do tratamento do esgoto levado para as Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) pela rede coletora urbana. O volume de retirada da fração sólida do esgoto varia entre 1 e 2% do total do processo, ou seja, correspondendo até a 40% do custo operacional (GUEDES, 2005).

Tsutiya *et al.* (2001) apresentam três tipos de lodo oriundos do tratamento de esgotos - primário (lodo bruto produzido nos decantadores primários, com coloração acinzentada, aspecto pegajoso e odor ofensivo), lodo ativado (produzido nos reatores biológicos, com aparência floculenta, coloração marron e odor pouco ofensivo se mantido em condições aeróbias) e lodo digerido (que passou por processo de estabilização biológica, sem odor ofensivo).

As alternativas mais usuais para o aproveitamento e/ou destino final de lodo

de esgoto no Estado de São Paulo têm sido voltadas ao uso agrícola (café e milho) e florestal através da aplicação direta com incorporação ou não ao solo, reutilização industrial (produção de agregado leve, fabricação de tijolos e cerâmica e produção de cimento), recuperação de solos (recuperação de áreas degradadas e de mineração), "landfarming", conversão do lodo em óleo combustível, disposição em aterro sanitário, incineração do produto e disposição oceânica (VAN RAIJ, 1998; TSUTIYA *et al.*, 2001; BETTIOL e CAMARGO, 2006).

Estes autores afirmam que a utilização para fins agrícola e florestal é uma das formas mais convenientes, pois, como o lodo é rico em matéria orgânica e em macro e micronutrientes para as plantas (Figura 11), é amplamente recomendada sua aplicação como condicionador de solo e/ou fertilizante.

O uso em plantios florestais, visando melhorar a fertilidade do solo e manter o estoque de nutrientes no ecossistema, pode ser uma opção ecológica e economicamente interessante. Em geral, a aplicação de lodo de esgoto tratado como adubo organo-mineral resultou em efeitos positivos sobre a taxa de crescimento, na ciclagem dos nutrientes e na sustentabilidade do ecossistema florestal, sem apresentar impactos ecológicos (MIYAZAWA, 1997).



FIGURA 11 – Aplicação de lodo de esgoto em plantação de eucalipto.
FONTE: IPEF (2006).

Barbosa *et al.* (2006) dão enfoque maior no aspecto econômico da utilização do lodo de esgoto, dizendo que o material deve ser visto como um complemento à adubação das culturas, podendo contribuir na redução da utilização de fertilizantes químicos e conseqüentemente no custo da produção.

Para Berton (2000), os metais pesados são definidos como os elementos

químicos com densidade maior que 5 g cm⁻³, incluindo alguns elementos essenciais às plantas, animais e homem, como zinco (Zn) e cobre (Cu). Entretanto, se ingeridos em quantidades elevadas, apresentam alta toxicidade, colocando em risco a saúde humana e animal. Os metais pesados no lodo de esgoto são uma das maiores preocupações sobre seu aproveitamento no meio rural, devido a eventual ocorrência de despejos industriais no esgoto urbano.

A ocorrência de problemas com metais vai depender não só da concentração mas também da espécie química presente, a qual varia em função do pH e do potencial de óxido-redução. Através da absorção pelas plantas, que alimentarão os herbívoros, os metais podem entrar na cadeia alimentar, chegando aos consumidores de primeira ordem e ao homem (ANDRADE, 2005).

Chaney (1990) cita que a captura pelas plantas é a principal maneira dos metais entrarem na cadeia alimentar. No lodo produzido pela ETE de Barueri (SP), verificou-se que o elemento de maior preocupação é o níquel, chegando inclusive a ultrapassar o limite máximo permitido (Tabela 9), enquanto que na ETE de Curitiba (PR), nenhum elemento nocivo atingiu níveis de preocupação ambiental.

TABELA 9 - Teores das concentrações de metais pesados verificados em tortas da ETE de Barueri (SP) para uso agrícola (norma P.430 da CETESB) e na ETE de Curitiba (PR)

ELEMENTO	LIMITE ACEITAVEL	ETE de Barueri		ETE de Curitiba
		TEOR MÉDIO* (CV)	TEOR MÁXIMO OBSERVADO	TEOR MÉDIO** (CV)
mg.kg-1 em base seca				
Cádmio = Cd	85	21 (43%)	38	3
Chumbo = Pb	840	200 (40%)	322	123
Cobre = Cu	4.300	917 (47%)	1.706	325
Cromo = Cr	3.000	169 (35%)	984	140
Mercúrio = Hg	57	2 (97%)	7	1
Níquel = Ni	420	364(32%)	600	73
Zinco = Zn	7.500	1.876 (35%)	2.506	728

* Média de 11 amostras entre 1993 e 1996.

** Determinados no IAC conforme EPSA SW 846-3951.

FONTE: Fernandes *et al.* (1997); Damasceno & Campos (1998).

O solo sob um manejo inadequado tende a perder a estrutura original, pelo fracionamento dos agregados em unidades menores e conseqüente redução no volume de macroporos e aumento no volume de microporos e na densidade do solo, processo que resulta na degradação de suas propriedades físicas. Assim, a estabilidade dos agregados pode ser utilizada como indicadora da degradação ou da recuperação da qualidade do solo (DE MARIA *et al.*, 2007).

Para esses autores, os solos tendo agregados mais estáveis, estarão bem menos susceptíveis à compactação e à erosão. A estabilidade de agregados caracteriza a resistência que eles oferecem à ruptura causada por agentes externos, seja por ação mecânica ou por ação hídrica, sendo a agregação do solo de grande importância para produção agrícola, uma vez que está relacionada com a aeração do solo, desenvolvimento radicular, suprimento de nutrientes, resistência mecânica do solo à penetração, retenção e armazenamento de água.

O lodo de esgoto tem vantagem em relação à adubação mineral, pois libera lentamente os nutrientes para o sistema radicular das árvores. Dessa forma, nas culturas de ciclo longo, plantadas em solos arenosos e de baixa fertilidade, a lenta liberação dos nutrientes pode otimizar sua absorção através do sistema radicular e reduzir a lixiviação (POGGIANI *et al.*, 2000).

Um aspecto dificultador para o uso de lodo de esgoto é a variação existente em sua composição, frente aos diferentes processos e graus de tratamento. Cada ETE pode produzir vários tipos de lodo, submetidos a diferentes mecanismos de adensamento, estabilização, condicionamento e desaguamento. Além disso, as características do lodo variam em função do tipo de esgoto, condicionado às condições de vida da população geradora e da proporção entre esgoto domiciliar e industrial (FORTUNY & FULLER, 1979).

Sob o ponto de vista nutricional, o lodo de esgoto não é um material bem balanceado. O K é um elemento que sempre apresenta teores baixos na composição do resíduo, pois é muito solúvel e se perde com o efluente, sem ficar retido em sua massa orgânica. Apesar de ser rico em matéria orgânica (aproximadamente 40%), N (ao redor de 4%), P (em torno de 2%), Ca e micronutrientes, a proporção entre os nutrientes pode não ser a adequada para a espécie (MELO & MARQUES, 2000).

Um dos critérios para calcular a dose ótima de aplicação é a relação entre a quantidade de N recomendada para a cultura e a quantidade de N disponível, uma vez que lodo com elevados teores de N pode levar a baixas doses de aplicação e a diminuição do potencial de utilização de outros nutrientes (CETESB, 1998).

Nas transformações e armazenamento de N no solo, ocorrem diversos processos, como mineralização, desnitrificação, volatilização, absorção pelas plantas, fixação de N-NH₄ pelos minerais de argila, retenção de N-NH₄ como cátion trocável, imobilização de N inorgânico na matéria orgânica do solo e imobilização

microbiana. Como a capacidade de retenção de nitrato do solo é geralmente baixa, este íon pode ser lixiviado além da zona radicial, se não for absorvido pelas plantas, contaminando águas sub-superficiais (BETTIOL *et al.*, 2006). Por isso, as doses de lodo aplicadas ao solo devem ser estabelecidas levando-se em conta as necessidades de N das plantas, evitando-se a geração de nitrato em excesso e minimizando perdas por volatilização ou desnitrificação.

Segundo levantamento de Andreoli *et al.* (1997), em regiões de climas quentes, aproximadamente 50 % do nitrogênio total contido no lodo de esgoto é utilizável pela planta no primeiro ano, podendo cair para 10 a 20 % no segundo ano; adicionalmente, nos casos de dosagens muito altas de lodo, pode haver perda de nitrogênio por lixiviação na forma de nitrato e contaminar o lençol freático.

Em síntese, frente aos benefícios decorrentes do lodo de esgoto, GUEDES (2005) referenda a aplicação de biossólidos em solos agrícolas, destacando:

- * Do ponto de vista químico, quando os biossólidos reagem com o solo, principalmente alcalinos, pode ocorrer aumento do pH e diminuição da acidez, aumento da CTC (capacidade de troca catiônica) e disponibilidade de macro e micronutrientes, melhorando a fertilidade.
- * Do ponto de vista físico, pode funcionar como um condicionador de solo e refletir na melhoria da estrutura física, pelo efeito da matéria orgânica nele contida, aumentando a agregação das partículas e agregados, além de favorecer a infiltração de água no perfil, a aeração e a retenção de umidade e diminuindo as perdas por erosão.
- * Do ponto de vista ecológico, promove a reciclagem, sendo uma correta alternativa de disposição final, por permitir o retorno de parte da matéria orgânica, nutrientes e energia exportados para os centros urbanos.
- * Do ponto de vista social, cria uma forma de saída para os resíduos mais problemáticos gerados nas áreas urbanas, e beneficia os produtores rurais pelo aumento da produtividade e economia nos fertilizantes.

O Decreto nº 4954 e a Resolução CONAMA nº 375/06 (CONAMA, 2006), a nível federal, e a Resolução SEMA nº 001/07 (PARANÁ, 2007) do Estado do Paraná, definem normas para o uso seguro de lodo de esgoto na agricultura paranaense. Os critérios adotados pelo Paraná são bastante restritivos, minimizando os riscos para os agricultores e para o meio ambiente, envolvendo a SANEPAR na produção e o

IAP na fiscalização do processo, por delegação do Ministério da Agricultura e Pecuária – MAPA (FERREIRA *et al.*, 2007).

2.5.3 Alterações nas Propriedades Físico-Químicas dos Solos

A disposição final do lodo de esgoto no solo sem provocar condições ambientais adversas, dentre outros fatores, depende das características físico-químicas e biológicas do solo, da composição e quantidade do material a ser aplicado, além do manejo adequado da cultura e vegetação no local de sua aplicação (SOUZA *et al.*, 2011).

Os efeitos da aplicação do lodo de esgotos sobre o solo, com conseqüências refletidas nas propriedades físicas e químicas, foram relatados por Epstein *et al.* (1976). Em níveis de pH (respectivamente a 6,5 e 6,8) foram aplicados 5 níveis de lodo e composto, quando se observou a dificuldade na aplicação das dosagens maiores de 120 e 240 t.ha⁻¹. Ambos aumentaram a capacidade de retenção e o conteúdo de água no solo, bem como, a salinidade, o nível de cloro no solo e a capacidade de troca catiônica. Os níveis de N (nitrato) foram os mais altos quando observados na profundidade de 15 a 20 cm e a disponibilidade de P foi alta nos dois primeiros anos, aparentemente causando excesso para as plantas de milho. Por outro lado, Jorge *et al.* (1991) e Melo *et al.* (2004), relatam que o uso do lodo de esgoto melhorou as propriedades físicas e químicas do horizonte A, quando em comparação com o adubo verde, além de ser mais eficaz a curto prazo.

Alguns trabalhos têm demonstrado que a aplicação do lodo de esgoto pode resultar em aumento da matéria orgânica do solo e da estabilidade dos agregados do solo (Tsadilas *et al.*, 2005; Souza *et al.*, 2005).

Diversos autores não obtiveram efeito duradouro da aplicação do lodo de esgoto. Andrade *et al.* (2005), cinco anos após a aplicação de lodo de esgoto alcalino (com carbonatos) em superfície na entrelinha de eucalipto, não notaram diferença no estoque de carbono entre os tratamentos controle com doses de lodo variando de 10 a 40 t ha⁻¹. Barbosa *et al.* (2006) não observaram diferença significativa na agregação do solo com aplicação de lodo de esgoto tratado com cal por dois anos em doses de 0 a 36 t ha⁻¹.

Apesar do pouco tempo de uso do lodo de esgoto na agricultura brasileira, já se verificou a redução da argila dispersa em água do solo tratado com os lodos de

esgoto. Sendo a dispersão de argila no solo resultante de uma instabilidade estrutural ou devido a problemas de manejo, esta redução pode ser considerada como um efeito benéfico altamente representativo (BETTIOL & FERNANDES, 2004).

2.5.4 Utilização em Plantações Florestais

Os ecossistemas florestais são altamente propícios à aplicação do lodo, pois esse material possibilita o fornecimento mais equilibrado de nutrientes, reduz as perdas por erosão e lixiviação, além de imobilizar grandes quantidades de nutrientes e de metais pesados, em regiões tropicais (GONÇALVES & LUDUVICE, 2000).

O lodo de esgoto pode ser utilizado em culturas para produção de fibras, óleos, café e sistemas silviculturais, respeitando a forma de aplicação mecanizada, em sulcos ou covas, seguido de incorporação ou não, de acordo com a declividade do local onde será aplicado, sendo que não pode ultrapassar 15% no caso de aplicação superficial com incorporação (CONAMA, 2006).

O sistema radicial dos bracatingais e dos eucaliptais por ser perene e bem distribuído, estabelece um emaranhado de raízes finas na camada mais superficial do solo, aumentando a eficiência de absorção dos elementos, podendo funcionar como um verdadeiro filtro para evitar, por exemplo, a lixiviação de nitrato. Dessa maneira, os nutrientes do biossólido, liberados de forma mais lenta, podem ser melhor aproveitados pelas árvores, com menores perdas por lixiviação ou escoamento superficial (ROVIRA *et al.*, 1996).

Guedes (2005) estudou a aplicação de biossólido, tratado com cal e cloreto férrico, nas entrelinhas de plantio em uma área experimental de *Eucalyptus grandis*. Observou efeitos positivos no crescimento devido à aplicação do lodo, por servir de fonte de nutrientes. Mas, por ter sido aplicado nas entrelinhas dos eucaliptos, a resposta sobre o crescimento das plantas ocorreu quase um ano após o plantio.

Estudos de Henry *et al.* (1993) durante vinte anos em uma floresta do gênero *Pinus*, localizada em Washington (EUA), confirmaram claramente que a aplicação de biossólidos, em quantidades ambientalmente aceitáveis, resulta em elevadas taxas de resposta de crescimento, tanto em plantios jovens, como em áreas bem estabelecidas. A resposta do crescimento ao biossólido é, tipicamente, maior e mais duradoura quando comparada com fertilização mineral.

Labrecque *et al.* (1995) aplicaram seis doses de lodo estabilizado,

desidratado e granulado, de forma a obter 0, 40, 80, 120, 160 e 200 kg N disponível ha⁻¹, em grandes potes plásticos contendo solo arenoso e cultivados com duas espécies do gênero *Salix*, durante vinte semanas. A maior dose testada provocou o melhor desenvolvimento, em ambas espécies. O coeficiente de transferência de metais não variou entre espécies, mas foi, significativamente, maior para cádmio e zinco, embora as plantas tenham sido menos hábeis para absorver níquel, mercúrio, cobre e chumbo. Os autores afirmam que um conteúdo elevado de metais em culturas agrícolas não é desejável, além de ser potencialmente perigoso.

Berton (1992) descreve que a adubação fosfatada impõe pouca ou nenhuma ameaça para as águas subterrâneas, mesmo em grandes aplicações, seja na forma de adubo, lodo de esgotos ou esterco. O uso de lodo de esgoto no meio rural tem sido apontado como uma alternativa interessante para as culturas de milho (BERTON *et al.*, 1989), trigo, cana e sorgo, incluindo a aplicação em plantações florestais como alternativa complementar ao uso agrícola (TSUTIYA *et al.*, 2001).

Segundo Santos Filho & Tourinho (1981a), os teores de N, P, K, Ca e Mg em lodo de esgotos do município de Curitiba-PR são considerados elevados e os dos metais pesados inferiores aos de lodos de países como Inglaterra e Estados Unidos. Em outra publicação, relatam a viabilidade de emprego do lodo de esgoto de Curitiba, observando que há favorecimento da porosidade do solo, tendo-se verificado, também, valores de CTC elevados, na faixa de 116 a 117 emg.100g⁻¹ de matéria orgânica (SANTOS FILHO & TOURINHO, 1981b).

Catzeflis (1988) conduziu um ensaio verificando o impacto do cultivo ou não em entrelinhas de um pomar de macieira. Em tratamento de solo desnudo (controlado com herbicida Simazine) a produção foi de 7,1 kg.m⁻²; para a cobertura com grama nas entrelinhas, foi de 6,1 kg.m⁻² e para a aplicação de uma camada de lodo de esgoto de 100 m³.ha⁻¹ conseguiu-se uma produtividade de 7,5 kg.m⁻².

Maas *et al.* (2006) estudando a reabilitação de áreas degradadas em Campo Mourão (PR), utilizou as espécies jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.), capixingui (*Croton floribundus* Spreng, aroeira pimenteira (*Schinus terebinthifolius* Raddi), açoita cavalo (*Luehea divaricata* Raddi), araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) e gुरुcaia (*Paraptadenia rigida* (Benth) Brenan), em diferentes dosagens de lodo de esgoto, verificaram que os índices de crescimento e mortalidade natural por espécie indicaram o Capixingui, como a única pioneira com crescimento maior e mais pré-

adaptada a solos perturbados.

Em outro trabalho, a adição de até 70 t.ha⁻¹ (base úmida) de lodo de esgoto calado da ETE-Belém, de Curitiba-PR, distribuídas na superfície e não incorporadas em Cambissolo álico epidistrófico, sob um sistema de produção da bracinga com milho e feijão, efetuando plantio por sementes na cova em densidade de 1.736 plantas ha⁻¹, não produziu variação significativa nas concentrações dos elementos químicos no perfil do solo ao final de dois anos (LOURENÇO *et al.*, 1999).

2.6 MANEJO SILVICULTURAL

A sustentabilidade de uma floresta manejada ou de uma plantação florestal está fundamentada em três premissas básicas – (a) manutenção e até aumento da produção, (b) perpetuidade do equilíbrio dinâmico entre a entrada e saída de energia e nutrientes, (c) conservação da capacidade de regeneração do ecossistema (POGGIANI *et al.*, 1998).

Buongiorno e Gillness (1987) já afirmavam que o manejo florestal é a ciência de tomar decisões no que diz respeito à organização, uso e conservação das florestas, por envolver o seu futuro, quer em longo prazo ou mesmo no seu dia a dia, podendo lidar com situações simples ou muito complexas.

Burger (1980) definiu que um dos principais objetivos do manejo é direcionar a produção do povoamento florestal visando o máximo aproveitamento da capacidade do sítio, com as árvores alcançando as dimensões desejadas.

O manejo propriamente dito inicia-se em uma floresta já formada e prevê a sua condição futura, em rotações curtas (bracingais) ou em rotações longas (plantações de pinus). Todas as técnicas empregadas na sua implantação - definição das espécies a plantar, baseada na qualidade de sua madeira e na adaptação ecológica à região onde será plantada; o espaçamento a ser utilizado; a fertilização mineral; os tratos culturais a serem aplicados - fazem parte do manejo florestal, do planejamento até a exploração ou reforma (SIMÕES, 1989).

O monitoramento das plantações florestais é uma ferramenta essencial para avaliar os efeitos do manejo e observar tendências que possam implicar na sua sustentabilidade, bem como, determinar as correções necessárias para a manutenção do potencial produtivo de um determinado sítio (RODRIGUEZ, 1998).

Em outras palavras, o autor afirma que ao se manejar uma floresta, plantada ou natural, de forma ecologicamente adequada, economicamente sustentável e socialmente justa, tem sensibilizado inúmeras organizações e mobilizado diversos segmentos da sociedade para colocar em prática esse paradigma.

Por outro lado, Machado *et al.* (2001) afirmam que um regime de manejo pode ser definido como uma seqüência específica de tratamentos aplicados a um povoamento, durante todo o período de sua vida, visando a obtenção de produtos de melhor qualidade e em maior quantidade por unidade de área. O controle da densidade do povoamento florestal certamente é um dos itens mais importantes e de fácil manipulação de um regime de manejo em povoamentos de bracatinga.

Scolforo (1998a) comenta que os principais objetivos do desbaste visam (a) diminuir a competição entre árvores, (b) promover o crescimento individual das árvores remanescentes e (c) evitar a ocorrência de mortalidade. A ausência de desbastes em povoamentos de alta densidade leva ao estresse da floresta e à obtenção de toras com menores diâmetros, resultando em menor remuneração do empreendimento. Os regimes de manejo florestal para produção de toras de grandes dimensões, utilizam informações do povoamento para geração de dados estimativos, como a distribuição diamétrica, mortalidade, altura média, entre outros indicadores, todos fortemente influenciados pela densidade do povoamento.

O diâmetro de copa de árvores com DAP igual ao diâmetro-objetivo é a variável que permite deduzir o espaço a ser reservado para cada árvore futura, revelando o número de indivíduos a serem selecionados e conduzidos até o final da rotação (DURLO & DENARDI, 1998; SOUZA, 2011).

Assim, em razão da bracatinga não apresentar uma desrama natural eficiente, além de possuir tendência a formar ramificações múltiplas nos estágios iniciais, o manejo silvicultural é uma prática necessária, visando garantir a melhoria da qualidade da madeira e a formação de fustes longos de grandes dimensões.

2.6.1 Efeito do Fogo

A função do fogo no aumento da erosão e mudança das características físicas e químicas dos solos tem merecido diversas pesquisas (BALDANZI, 1959).

Evidências existem de que a queima, quase que inevitavelmente, resulta na

redução das características físicas dos solos. Mas, quando se analisa a fertilidade como um todo, o assunto torna-se menos evidente, devido a complexidade e as poucas respostas concretas dadas ao problema. Relativamente, os efeitos sobre o solo são subprodutos dos efeitos diretos do fogo sobre a vegetação e o microclima, variando conforme as condições e tipo de solo, características do piso da floresta, relevo, região e, principalmente, intensidade do fogo (SOARES & BATISTA, 2007).

A queima controlada no sistema agroflorestal da bracatinga (Figura 12) altera a temperatura do ar e do solo. A mudança de refletividade da superfície é mais rápida do que nos reflorestamentos próximos. A transformação das folhas e galhos secos em cinza após a queima, faz com que haja mudanças do albedo, alterando o balanço energético (GRODZKI *et al.*, 2004).

Os resultados demonstram temperaturas do ar de 600°C a 1 cm do solo, por 20-40 segundos, embora sejam de 100 a 300°C a 60 cm e 160 cm do solo, respectivamente, durante 1 minuto. Temperaturas de 100°C ao nível do solo residiram por mais de 3 minutos. A temperatura do solo não foi afetada a 2,5cm de profundidade, que durante a queima se elevou em 1°C. O albedo de 0,24 antes da queima, passou para 0,21 logo após a queima. Após 60 dias, o albedo voltou a 0,24 devido a recomposição da vegetação (GRODZKI *et al.*, 2004).



FIGURA 12 – Queima controlada dos resíduos de corte de um bracatingal.
FONTE: O Autor (2008).

Do ponto de vista da microbiologia do solo relacionada ao atual sistema de cultivo florestal, verifica-se que os estudos são recentes e com muitas informações

ainda não disponibilizadas para desenvolver comparativos analíticos. Entretanto, a literatura é rica em exemplos do efeito do fogo no manejo florestal (ZEN, 1992).

As características físicas do solo mineral influenciam fortemente os efeitos do fogo, especialmente o tamanho das partículas, a textura e a estrutura, as quais são modificadas em seus efeitos pelos conteúdos de umidade e matéria orgânica do solo. Os solos arenosos e argilosos diferem sensivelmente em suas características, aliado a diferenciações de condutividade térmica e estrutura coloidal. Por isso, o conhecimento das características de um solo florestal é pré-requisito fundamental para uma avaliação realista dos efeitos do fogo (SOARES & BATISTA, 2007).

A matéria orgânica é formada basicamente por serapilheira, musgos e húmus, a qual permanecendo na superfície do solo terá pouca importância na fertilidade, por se decompor e liberar nutrientes muito lentamente. Como nutrição de plantas, ela é importante apenas como reserva futura de nutrientes. Assim, após a queima e conseqüente mineralização da matéria orgânica (Figura 13), os nutrientes são liberados ao aproveitamento imediato das plantas (SOARES & BATISTA, 2007).



FIGURA 13 – SAF de bracatinga com milho aos 30 dias de idade
FONTE: O Autor (2008).

O efeito químico mais imediato da queima é a liberação de elementos minerais, a serem percolados ou lixiviados através do solo, após chuvas. Por isso, cálcio, potássio, fósforo e outros elementos trocáveis são mais abundantes por determinado período após o fogo e podem estimular o crescimento das plantas desde que não sejam lixiviados ou carregados pela água, antes de serem absorvidos pelas mesmas. A perda por lixiviação pode ser rápida em solos arenosos, tornando inútil o aumento de minerais disponíveis. Em solos mais argilosos, caso não exista escoamento superficial intenso, o suprimento adicional de nutrientes pode persistir

por longo tempo (SOARES & BATISTA, 2007).

Antunes (1993), em trabalho sobre o efeito da queimada na microbiota de solos da Mata Atlântica, verificou redução no número de colônias e da diversidades de fungos no solo afetado pelo fogo, aliado ao aumento significativo da pH do solo. Outrossim, a manutenção dos resíduos na superfície do solo apresentou tendência a aumentar temporariamente a microfauna e, como conseqüência, causando maior fixação de alguns nutrientes essenciais ao ciclo vital dos organismos.

Na regeneração natural de uma espécie vegetal, o fogo controlado é um ótimo meio para preparar a área visando receber as sementes, ou mesmo favorecer sua abundante germinação, como ocorre com a bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.). No caso de algumas coníferas, as chances de uma boa germinação de sementes e desenvolvimento de plantas são consideravelmente aumentadas após uma queimada (SOARES & BATISTA, 2007).

2.6.2 Sistemas de Produção da Bracatinga

Comumente conhecidos por SAFs, os sistemas agroflorestais utilizam as árvores ou arbustos em associação com cultivos agrícolas e/ou com animais, numa mesma área, de maneira simultânea ou numa sequência temporal, incluindo uma espécie florestal no mínimo (DUBOIS *et al.*, 1996).

A baixa fertilidade natural dos solos explica porque as comunidades tradicionais do meio rural praticam pousios florestais de média ou longa duração. As capoeiras são geralmente mantidas por pousios florestais em períodos variáveis de 8 a 14 anos; já os pousios de curta duração somente são praticados em solos de boa fertilidade natural. Assim, em áreas mais densamente povoadas, o tamanho das propriedades apresenta pequena dimensão e não permite manter pousios de longa duração, por falta de espaço (DUBOIS *et al.*, 1996).

As primeiras informações sobre o cultivo de bracatinga no Brasil datam de 1909, quando Romário Martins constatou em Curitiba (PR) e arredores, seu rápido crescimento e a simplicidade do cultivo, dando início a uma campanha promocional para estabelecer talhões de produção de lenha (HOEHNE, 1930). Na Região Metropolitana de Curitiba, a agrossilvicultura da bracatinga vem sendo desenvolvida há mais de 100 anos, na maioria sem adoção de práticas de manejo silvicultural, por pequenos e médios produtores rurais (MAZUCHOWSKI, 1990).

Basicamente, a cultura de bracatinga é cultivada segundo dois sistemas de manejo tradicionais, desenvolvidos por agricultores, ambos norteados pela regeneração natural por sementes a partir da segunda rotação, induzida pela queima de restos da exploração florestal anterior. Fundamentalmente, diferenciam-se pela presença ou ausência de culturas agrícolas intercalares no primeiro semestre de cada rotação florestal (CARPANEZZI *et al.*, 2004).

Conforme Laurent *et al.* (1990), devido a semente da bracatinga possuir dormência, com o uso do fogo ocorre o aceleração da germinação além de facilitar a limpeza da área e eliminação temporária da vegetação potencialmente invasora, aliado a mineralização e a liberação de elementos nutricionais.

A implantação de novos bracatingais pode ser feita por meio de semeadura direta ou por mudas, sendo que o primeiro método é o mais utilizado. No entanto, Laurent *et al.* (1990) comentam que a sobrevivência das plantas é bem maior quando o povoamento é implantado por meio de mudas. No caso de semeadura, a quebra de dormência é feita com a rápida imersão das sementes em água fervente.

Há indícios de que a bracatinga responde favoravelmente ao preparo convencional do terreno por aração e gradagem (CARPANEZZI & LAURENT, 1988). Pode ser usada no tutoramento de espécies secundárias-clímaces. Geralmente não rebrota da cepa após corte ou fogo (TONON, 1998).

A fim de evitar a competição das plantas jovens com ervas daninhas, é recomendável a execução de pelo menos duas capinas, aos 30 e 60 dias após a germinação, quando se reduz a densidade de plântulas para regular a competição entre as mesmas. Os espaçamentos a utilizar dependem das culturas agrícolas, tipo de plantio e dos objetivos do bracatingal, embora apresentem alta densidade de árvores por unidade de área (CARPANEZZI & LAURENT, 1988).

Fernandes-Vasquez (1987) realizou medições mensais de altura e diâmetro em plantas de bracatinga, durante dois anos, verificando que o período de maior crescimento situa-se entre outubro e abril, concentrado no verão. Nos talhões em início de rotação, o milho presente possui características fisiológicas agressivas (fotossíntese tipo C4), para competir com a bracatinga por luz, água e nutrientes. Desta forma, em sistemas de manejo com alta densidade de milho haverá prejuízo ao crescimento das plantas de bracatinga.

Carpanezi (1994) avaliando o crescimento em altura e diâmetro em

tratamentos com sistemas de manejo, verificou que no sistema tradicional ocorre o menor crescimento das plantas, em decorrência da forte competição interespecífica, aliada a alta densidade da espécie (Figura 14). Os resultados comprovam a importância das capinas no cultivo da bracatinga.



FIGURA 14 - Processo de manejo do bracatingal numa propriedade rural.
FONTE: O Autor (2009).

Além do sistema de manejo tradicional da bracatinga, Carpanezzi & Laurent (1988) e Baggio (1994) descrevem outros sistemas agroflorestais, referindo especialmente de Biguaçu, de San Ramón e o sistema silvipastoril.

O sistema Biguaçu foi desenvolvido por agricultores do município de Biguaçu, no Estado de Santa Catarina. Consiste na indução da regeneração mediante o emprego do fogo, embora se diferencie do sistema tradicional pela densidade de árvores, variando entre 600 a 1.000 árvores/ha no final do primeiro ano. Adicionalmente, são realizadas diversas podas ao longo de sua rotação, para garantir uma boa iluminação solar para garantir o crescimento da mandioca, que é produzida em consórcio com a bracatinga. Sua idade de rotação de 6 a 7 anos, sendo a madeira utilizada como estacas de construção e lenha.

O sistema de San Ramón, desenvolvido na Costa Rica, é praticado em consórcio com o cultivo do café, onde a principal função das árvores de bracatinga é fornecer sombra (REBRAAF, 2007), face o plantio das mudas de bracatinga em espaçamentos de 4,0 m x 4,0 m ou de 5,0 m x 5,0 m, com podas freqüentes a partir do primeiro ano. Devido às grandes doses de fertilizantes aplicadas nos cafezais, aos 16 meses de idade, o DAP das árvores de bracatinga varia de 8 a 11 cm, destacando-se que a partir do final do 3º ano, a madeira já é aproveitada para lenha

e instalação de postes e cercas (CAMPOS ARCE & BAUER, 1985). Em qualquer hipótese, a produtividade da bracatinga no sistema agroflorestal tradicional na RMC está muito aquém da potencialidade da espécie, pois Musalem (1995) estima 193 m³/ha como rendimento mínimo de madeira de bracatinga com café, em ciclo de 5 anos, no México. Exemplos similares são relacionados por Carpanezi (1994).

O sistema silvipastoril praticado na Região Metropolitana de Curitiba consiste em consorciar a manutenção de animais com a produção de bracatinga. Assim, dentre outros aspectos positivos, no inverno quando os pastos verdes ficam escassos, destaca-se a situação do período em que os pastos verdes ficam escassos no inverno, os animais passam a se alimentar dos ramos baixos das bracatingas, ricos em nitrogênio para permitir o fornecimento de proteínas apreciadas pelos animais. Adicionalmente, aliado a proteção do solo realizado pela cobertura vegetal, durante a estação do verão, quando as árvores fornecem sombra aos animais e contribuem com a estética da paisagem, seja na propriedade e/ou em microbacia (BAGGIO & CARPANEZZI, 1998).

2.6.3 Densidade de Bracatingal

A renovação de bracatingais é efetuada mediante a queima dos resíduos da colheita de madeira para limpeza do terreno, quando ocorre a regeneração de sementes do banco de sementes. Para tanto, sob a ação do calor do fogo ocorre a quebra de dormência das sementes, seguida do desenvolvimento inicial da bracatinga (MAZUCHOWSKI & LAURENT, 1993).

A formação de bracatingal pelo plantio de mudas de bracatinga, em terreno preparado com aração e gradagem, ou em terreno sem preparo apenas coveado, constituem prática raramente usada pelos produtores, embora recomendados por Mazuchowski & Laurent (1993) e Carpanezi (1994).

Nos bracatingais do sistema tradicional, a distribuição de resíduos de exploração (incluindo serrapilheira) é desuniforme no terreno, o que conduz à variação espacial da intensidade do fogo. A avaliação de vários bracatingais indicou a proporção 3:1 como típica entre valores máximos e valores mínimos de biomassa de resíduos, entre parcelas de 10m² de um talhão (Baggio & Carpanezi, 1995).

A queima de resíduos no início de cada rotação, causa o exaurimento ou redução muito acentuada do banco de sementes. Seu reenchimento ocorre

expressivamente pelas chuvas de sementes, em talhões com idades superiores a 50 meses. A queimada provoca germinação de parte das sementes do banco, fato comprovado ao medir-se a emergência de plantulas ou avaliando-se o banco pós-queimado (CARPANEZZI, 1997). A dependência exclusiva de sementes autóctones para regeneração enquadra a bracatinga como fácil de erradicar, em contraposição a espécies com dispersão a longa distância e com capacidade de rebrotação.

2.6.3.1 Tipo de Bracatingal

A bracatinga é muito exigente quanto à sua necessidade de luz. Durante as capinas da fase agrícola dos bracatingais regenerados, eliminam-se as plantas mais fracas ou em excesso, deixando-se as melhores plantas com espaços adequados entre elas (CARPANEZZI, 1997). Assim, resultam dois tipos de manejo:

- **Bracatingal Solteiro:** sendo área de regeneração natural ou semeadura a lanço, apresenta um espaçamento irregular das plantas. Requer desbaste ou raleio aos 10-12 meses de idade da bracatinga.

- **Bracatingal consorciado com lavouras** de milho ou feijão: durante o 1º ano, efetua-se o desbaste ou raleio da bracatinga junto com as capinas. Devem permanecer aproximadamente 6 mil plantas por hectare.

2.6.3.2 Densidade Inicial das Plantas

Machado *et al* (2001) verificaram uma germinação inicial correspondente a uma densidade variável entre 40 mil e 100 mil plantas no primeiro ano (Figura 15), mesmo após o raleamento realizado com capinas das culturas anuais. Por sua vez, ao final do segundo ano, a densidade dos bracatingais reduz drasticamente, ficando entre 10 mil e 25 mil plantas por hectare (LAURENT & MENDONÇA, 1989a).



FIGURA 15 – Bracatingal de 6 meses em solo depauperado.
FONTE: O Autor (2009).

Esse número elevado inclui muitas plantas pequenas, que não chegarão à idade de corte final, mas que prejudicam o crescimento daquelas que alcançarão a idade de rotação (entre os 6 a 8 anos), competindo por luz, água e nutrientes até que definitivamente morram. Por isso, é recomendado um desbaste mais intenso, logo após o cultivo agrícola, para permitir um aumento em produtividade das árvores remanescentes (MAZUCHOWSKI & BECKER, 2006).

Em pesquisa desenvolvida sobre os efeitos da densidade inicial e do sítio sobre o desenvolvimento de bracatingais nativos da Região Metropolitana de Curitiba, Machado *et al.* (2001) concluíram que a altura dominante do bracatingal não foi influenciada pela densidade inicial. Por outro lado, observaram que as menores densidades iniciais geraram aumentos significativos nas variáveis DAP, volume e área transversal médios, em todas as idades das árvores. Assim, os sítios melhores favoreceram significativamente as variáveis DAP, volume e altura médios e altura dominante, em todas as idades.

Tonon (1998) constatou que menores densidades iniciais de plantio da bracatinga geravam uma produção diamétrica superior, e chamou a atenção para a possibilidade de melhoria do manejo dos povoamentos com objetivo de produção de árvores com características desejáveis para processamento mecânico.

Quando o bracatingal atinge entre 20 e 24 meses de idade, avalia-se a densidade das árvores, quando pode efetuar-se um novo desbaste ou raleio para deixar cerca de 4.000 árvores, com espaçamento de 1,5 m x 1,5 m ou de 2,0 m x 1,50 m (MAZUCHOWSKI *et al.*, 1990c). Esses espaçamentos são utilizados também quando o objetivo final do bracatingal é a produção de madeira fina para lenha.

O espaçamento mínimo utilizado em plantios por semente é de 1m x 1 m entre plantas, enquanto para plantios por mudas emprega-se de 4 m² a 5 m² por planta. Espaçamentos maiores não são usados face a possibilidade de dominância pelas espécies herbáceas invasoras (CARPANEZZI & LAURENT, 1988).

Mazuchowski *et al.* (1990c) estabeleceram que, após executado o desbaste ou raleio, devem permanecer cerca de 4.000 plantas no espaçamento de 1,5 m x 1,5 m, permitindo distância uniforme. Outrossim, citam que em bracatingais bem desenvolvidas (5 m de altura), o desbaste pode ocorrer aos 10 meses, enquanto que em áreas ruins deve ser efetuado somente aos 20 meses de idade.

Tonon (1998) confirmou que a densidade inicial de 4.000 árvores por hectare

é a mais indicada para implantação de bracatingais na Região Metropolitana de Curitiba, por detectar para esta densidade a maior produção em volume e em área basal, independente do sítio analisado.

2.6.3.3 Desbaste de Bracatingal Tradicional

Para Simões (1989) e Flor (1985), o desbaste é a operação silvicultural de remoção do excesso de fustes nos povoamentos florestais, com diminuição dos excedentes e adversos, criando espaços maiores para aumento da produção.

O interesse comercial no desbaste não se prende unicamente à quantidade de árvores a cortar e no volume de madeira a extrair do maciço florestal; considera-se também o número de vezes e a que intervalos serão efetuados os cortes no povoamento. Desta forma, a intensidade do desbaste será definida pela relevância ou pelo estoque mantido em crescimento e pelo ciclo do desbaste (FLOR, 1985).

Quando o povoamento começa a fechar-se, iniciando-se a concorrência natural, os galhos inferiores morrem e com isso produz-se um tronco livre de galhos e conseqüentemente mais alto. O decréscimo do comprimento da copa e outros fatores associados resultam em um decréscimo da conicidade do fuste principal. Em geral os autores que analisaram o efeito da densidade sobre a forma dos fustes de árvores, concluíram que quanto maior for a densidade e decréscimo do comprimento da copa, mais o fuste se aproxima do cilindro (FRIEDL, 1989).

Em pesquisa para definir um modelo de manejo baseado em árvores individuais para bracatinga, Weber (2007) baseou-se no espaçamento necessário para uma árvore desenvolver-se livre de competição, tendo por base as variáveis DAP e diâmetro de copa. Modelos matemáticos foram testados a fim de ajustar uma equação para gerar estimativas do diâmetro de copa em função do DAP, obtendo-se boas qualidades de ajuste. Para estratificação dos resultados por classes de produtividade, foi ajustada a equação do crescimento biológico de Chapman-Richards com dados de incremento radial, obtidos na leitura dos anéis de crescimento de 22 árvores isoladas, com idades de 12 a 30 anos. A comparação dos volumes produzidos e as receitas geradas entre o regime de árvores individuais e os regimes tradicionais de manejo comprovaram que, tanto em volume quanto em receitas, o regime de manejo para árvores individuais é mais vantajoso.

Para Baggio & Carpanezi (1997a) a retirada de estacas para horticultura,

entre o 1° e o 2° ano de idade dos bracatingais, possibilita menor competição e intensifica o crescimento das árvores remanescentes. Desbastes tardios realizados aos 5 anos, para retirar escoras, apenas modificam a distribuição das árvores por classes de diâmetro sem afetar o volume da exploração final.

2.6.3.4 Adubação Química de Bracatingal

A exploração de árvores inteiras aumenta significativamente a exportação de nutrientes, devido à sua maior concentração nas copas, exigindo fertilizações para a manutenção da capacidade produtiva da terra (POGGIANI *et al.*, 1983).

Embora a adubação nas covas e a supressão da competição por gramíneas e outras ervas, imprescindíveis para uma boa produtividade, não são técnicas silviculturais adotadas, devido principalmente ao baixo valor pago pela madeira e baixa produtividade (BAGGIO & CARPANEZZI, 1997b).

O corte de bracatingais seguido de queima para a disponibilização dos nutrientes no solo, promove perdas das reservas de nutrientes, além do fogo afetar a disponibilidade de N no solo. Nesse sentido, Viro (1979) citado por Mroz *et al.* (1980), menciona que as queimadas causam aumento na concentração de amônia (NH₄) nas camadas superficiais e do solo mineral, devido ao calor provocado pela oxidação da matéria orgânica ou pelo aumento da atividade microbiana.

Por isso, os estudos sobre formas de manejo dos resíduos são necessários para cada sistema em particular, visando principalmente otimizar a relação custo/benefício. O crescente consumo energético tem levado muitos empresários florestais a desenvolverem métodos de aproveitamento dos resíduos decorrentes da exploração de florestas implantadas (SALMERON, 1980).

Em estudo da EMBRAPA Florestas, sobre a quantificação dos resíduos florestais em bracatingais na Região Metropolitana de Curitiba, Baggio & Carpanezi (1995) concluíram que a quantidade média de lenha abandonada depois da exploração equivale a 24% do peso total dos resíduos florestais, representando 16,5% da produtividade dos talhões amostrados. Além disso, os resíduos dos galhos correspondem a 37% do total, os quais poderiam ter outras destinações (varas, cabos de ferramentas, lenha fina, fins medicinais).

A calagem objetiva elevar os níveis de pH e bases do solo, visando neutralizar ou reduzir os efeitos tóxicos do alumínio e/ou manganês e aumentar as

disponibilidades de cálcio e/ou magnésio. Em geral, solos com níveis mais elevados de Al, matéria orgânica e argila requerem maiores dosagens de calcário (IPEF & ESALQ, 2010). Contudo, existe a preocupação sobre a aplicação de calcário no solo como prática que encarece muito a implantação de povoamentos florestais mistos. Por isso, deve ser bastante criteriosa, visando emprego somente em solos muito degradados pela erosão, lixiviação e uso inapropriado por exploração agrícola.

2.6.3.5 Corte das Árvores

O sistema de corte usual das árvores de bracatinga (Figura 16), passou das ferramentas foice e machado para foice e motosserra, quando se procura cortar os troncos e galhos em peças de 1,0 metro de comprimento (MAZUCHOWSKI, 1989).

Nos últimos 20 anos, correspondentes a três ciclos de cultivo da bracatinga, ocorre o transporte da madeira cortada em peças aproximadas de um metro de comprimento até a beira do carreador. Originalmente realizava-se com apoio de um cavalo ou boi e de uma “zorra”, os quais foram substituídos por trator com carreta e/ou caminhonete. A madeira verde é empilhada e permanece secando enquanto aguarda a comercialização ao consumidor final (LAURENT *et al.*, 1990).



FIGURA 16 – Sistema de empilhamento de madeira cortada no bracatingal.
FONTE: O Autor (2009).

2.6.4 Efeito da Desrama na Qualidade da Madeira

Para Nagy (1986), a desrama é a operação que evita a nodosidade na madeira, produz madeira limpa, facilita o combate e o controle de incêndios florestais, facilita o acesso e a execução dos trabalhos de manejo silvicultural.

Algumas espécies possuem características genéticas que permitem perder os ramos mortos de forma natural (*Eucalyptus sp.* e *Mimosa scabrella* Benth.), enquanto que em outras, a desrama é influenciada pela densidade das árvores, onde se verifica que quanto mais denso for o povoamento, menor será a incidência de luz nos ramos inferiores e como conseqüência, os ramos secam e acabam caindo.

A intensidade de poda é uma decisão vital no manejo silvicultural. Admite-se que ocorra alguma perda de crescimento em diâmetro, mas praticamente não se nota perda do crescimento em altura. Com isso, as árvores podadas perdem um pouco de sua conicidade, ficando um pouco mais cilíndricas (SEITZ, 1995).

A desrama deixa que mais luz penetre na plantação. Por essa razão, alguns ramos mais baixos passam a gerar mais fotoassimilados, aumentando sua eficiência para provocar crescimento na árvore. Um grande inconveniente da redução momentânea do crescimento da árvore podada é que ela pode sofrer maior competição de árvores vizinhas não podadas. Por essa razão, opta-se por podar todas as árvores da floresta durante a poda baixa (primeira poda), oportunidade para ganhar mais produtividade do operador que não terá que pensar sobre quais árvores escolher para podar, podando todas as árvores a uma altura fixa do solo, variável de 3,5 a 5,5 metros do nível do solo (FOELKEL, 2011).

À medida que a desrama se estende tronco acima, ela se torna dispendiosa porque o diâmetro dos galhos aumenta com a altura e a desrama deve ser feita com uso de ferramentas montadas em cabos e/ou uso de escada. Com um serrote manual, do chão, um operador pode desramar troncos até alturas de 2 a 2,5 m sem dificuldade; para alturas maiores, há necessidade de efetuar o trabalho com serrotes montados em extensores de cabo (SIMÕES, 1989).

Existe polêmica e desencontros acerca da proporção da copa das árvores que pode ser removida pela desrama artificial, sem causar problemas no crescimento das árvores. Tradicionalmente, o plantador prefere relacionar a poda à altura das árvores, para ter entre 40 a 60% da altura podada a partir da base da árvore. Assim, na primeira poda (realizada até o segundo ano de idade) a altura de 50% corresponde a cerca de 35 a 45% da área foliar presente. Quando a poda excede mais de 60% da altura total, existe o risco de podar mais do que 50% do volume total de folhas produtivas (FOELKEL, 2011).

A forma mais simples de definir o tipo de poda é determinar até que altura

fixa a partir do solo devem ser cortados os galhos. A maior vantagem da altura fixa é garantir uma homogeneidade de comprimento de toras podadas, facilitando a posterior comercialização, enquanto a maior desvantagem é dar um tratamento desigual às árvores (SEITZ, 1995). Quando a altura de poda é definida pelas árvores médias, as árvores dominantes são podadas muito pouco e as dominadas em excesso, gerando uma indesejada variabilidade nas dimensões dos núcleos nodosos e nas taxas de crescimento.

2.6.5 Fatores de Produtividade da Bracatinga

O crescimento das árvores é regido pela herança genética e meio ambiente. A herança genética determina o potencial de crescimento, tamanho e longevidade das árvores, características do sistema radicular, forma de tronco, densidade de madeira, tolerância à seca e inundação, resistência a doenças e pragas, entre outras. O meio ambiente constituído por fatores climáticos, edáficos e topográficos, competição e por práticas silviculturais, determina a dimensão do potencial de crescimento. A produção de biomassa das árvores é usualmente menor que o potencial máximo de produção devido a limitações de deficiências de água, nutrientes minerais, luz e fatores ambientais (STURION & BELOTTE, 2000).

Visando ao melhoramento da bracatinga para fins energéticos, em estudo nos quais o alto teor de cinzas não se constitua em limitação, a qualidade da madeira não se afigura como parâmetro a ser considerado na seleção de procedências da espécie, devido não se verificar diferenças significativas para as suas características (PEREIRA & LAVORANTI, 1986).

As sementes de bracatinga disponíveis no comércio ou em órgão de fomento são coletadas sem controle e sem qualquer grau de melhoramento genético (Carpanezzi *et al.*, 2004). Contudo, a preocupação com o melhoramento genético da bracatinga é recente, iniciada com trabalhos pioneiros de Fonseca (1982) e Shimizu (1987). A escolha de procedências de sementes, com resultados marcantes, restringe-se a um único experimento desenvolvido pela EMBRAPA Florestas. Ficou evidente a superioridade da procedência Concórdia (SC) em relação às outras procedências, inclusive a procedência local, no tocante a uniformidade do tronco, altura e DAP das toras (SHIMIZU, 1987). As sementes de Concórdia - SC contavam

com um ciclo a mais de seleção, sendo coletadas em povoamento manejado para produção e com exclusão prévia de árvores inferiores. Enquanto que as sementes das outras procedências vieram de talhões não classificados.

Carpanezi & Laurent (1988) analisaram o comportamento da bracatinga em plantios por mudas em algumas cidades dos Estados do Paraná e Santa Catarina (Figura 17). Nos melhores sítios florestais de Concórdia (SC), o IMA em diâmetro alcançou 4,5 cm e em altura 4,5 m, enquanto que em sítios piores de Colombo (PR), as taxas anuais foram de 1,5 a 2,0 m em altura e 1,8 a 2,2 cm em DAP.



FIGURA 17 – Toretos processados e tábuas de bracatinga cortadas de toras verdes.
FONTE: O Autor (2005).

Tonon (1998) cita o exemplo do CATIE (1996), com diversos sítios citados na América Central, onde atingiu o DAP de 24,8 cm aos cinco anos e produtividade variando entre 20,3 e 36,4 m³/ha.ano. Dentre os principais fatores para essas diferenças relevantes com a produtividade da bracatinga no Brasil, são mencionados uso de fertilizantes, menor densidades de plantação que o utilizado pelo sistema tradicional, ausência de pragas e a diferença climática.

Adicionalmente, para Tonon (1998) os dados de produtividade entre diferentes locais e situações não devem ser tomados de forma absoluta, pois as formas de obtenção dos volumes podem ter sido diferentes e conseqüentemente gerado super ou sub-estimativas. Contudo, podem ser usados como referencial para ilustrar o potencial de produção da bracatinga em diferentes regimes de manejo.

Em trabalho de Sturion *et al.* (1994) verificou-se a existência de considerável variabilidade genética nas características de crescimento das populações de

bracatinga. Assim, a seleção por meio do DAP de 11% dos melhores indivíduos em teste de progênies, independente do método utilizado, propiciou estimativas de progresso genético superiores a 52% e 35% para o volume cilíndrico das árvores oriundas de Bocaiúva do Sul-PR e Campo Largo-PR, respectivamente. Os ganhos genéticos adicionais obtidos pela seleção pelo método do índice multi-efeitos foram, percentualmente, de pequena magnitude, em relação aqueles obtidos por seleção individual e seleção combinada.

Segundo Machado *et al.* (1997), vários métodos podem ser utilizados para avaliar a capacidade produtiva de um povoamento florestal. Nesse sentido, as classificações baseadas em estimativas de resposta para crescimento das árvores, utilizam-se das comparações com registro histórico, volume produzido no sítio, área basal, altura média das árvores, altura das árvores dominantes, dentre outros.

Carvalho (1981) em experimento com cinco parcelas estabelecidas por mudas, com 8 a 16 anos de idade e cujas densidades variavam entre 300 a 1200 árvores por hectare, registrou uma produção de 12,33 a 20,47 m² de área basal e 7,65 a 18,33 m³/ha.ano de incremento volumétrico anual.

Quanto ao volume comercial, Laurent & Mendonça (1989b) realizaram uma amostragem de toras comerciais de bracatinga (Tabela 9), empregadas em serrarias da Região Metropolitana de Curitiba. Após as mensurações específicas, verificaram que o volume comercial representou 80% do volume das toras mensuradas.

TABELA 9 – Características volumétricas de toras de bracatinga para utilização em serrarias na Região Metropolitana de Curitiba.

Característica da Tora	Unidade de Medida	Medida das Toras		
		Média	Mínima	Máxima
Altura Comercial	m	4,30	2,70	5,30
Diâmetro da Base	cm	33,70	-	-
Diâmetro Menor	cm	27,20	18,00	52,50
Volume Comercial	m ³	0,252	0,12	0,58

FONTE: LAURENT & MENDONÇA (1989b).

A bracatinga foi introduzida em diversos locais fora da área de ocorrência natural, apresentando resultados insatisfatórios em termos de crescimento e sobrevivência na grande maioria, como em Cascavel-PR (sudoeste), Cianorte-PR (noroeste) e Paranaguá (litoral). Contudo, principalmente na América Central, apresentou sucesso em ambientes e sistemas de cultivos inéditos (CIDIAT, 1990).

Em Misiones, Argentina, resultados mostraram o bom comportamento da espécie (Volkart *et al.*, 1992), com incrementos volumétricos anuais de 86 m³/ha.ano,

aos quatro anos de idade, no espaçamento 2 m x 2 m (Volkart, 1991) e 646,3 m³/ha de volume estéreo, aos quatro anos (Volkart et al., 1998).

Introduzida em dois municípios de Vera Cruz, no México, Dominguez Alvarez (1996) obteve rendimentos superiores àqueles de *Gmelina arborea* e *Pinus caribaea var. hondurensis*, propondo uma rotação preliminar de quatro anos.

2.7 REFERÊNCIAS

ANDRADE, C.A. **Fração orgânica de biossólidos e efeito no estoque de carbono e qualidade da matéria orgânica de um Latossolo cultivado com eucalipto**. 121 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2005.

ANDREOLI, C. V.; FERNANDES, F.; DOMASZAK, S. C. **Reciclagem agrícola do lodo de esgoto**. Curitiba: SANEPAR. 1997. 81 p. il.

ANDREOLI, C.V. (Ed.). **Usos alternativos de lodos de estações de tratamento de água e estações de tratamento de esgoto**. PROSAB – Rede Cooperativa de Pesquisas. 2006. 416 p. il.

ANGELI, A.; STAPE, J.L. *Mimosa scabrella* (Bracatinga). **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**. Piracicaba: IPEF-LCF/ESALQ/USP. 2003.

ANTUNES, M.F.R. *et al.*. Efeito da queimada sobre a microbiota de solo da Mata Atlântica, na reserva de Alto da Serra de Piranapiacaba. São Paulo: **Hoehnea**, 20 (1/2), dez. 1993.

ARAUJO, R.H. **Celulose Kraft produzida a partir das madeiras de Bracatinga (*Mimosa scabrella*) e Eucalipto (*Eucalyptus saligna*) misturadas em diferentes proporções**. Santa Maria: UFSM (Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal). 2004. 99 p.

BAGGIO, A. J. **Estudio sobre el sistema agroflorestal tradicional de la bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) em Brasil: productividad, manejo de residuos y elaboración de compost**. 242 p. Tese (Doutorado em Ingenieria de Montes) – Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Departamento de

Silvopascicultura. Madrid, 1994.

BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, A.A. Quantificação dos resíduos florestais em bracatingais na Região Metropolitana de Curitiba, PR. EMBRAPA Florestas. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 51/66, p. 73-82, jan./dez. 1995.

BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A. A. Exportação de nutrientes na exploração de bracatingais. EMBRAPA Florestas. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 34, p. 3-15, jan./jun. 1997a.

BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, A.A. Biomassa aérea da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) em talhões do sistema de cultivo tradicional. EMBRAPA Florestas. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 34, p. 31-44, jan./jun. 1997b.

BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, A.A. **Exploração seletiva do sub-bosque: uma alternativa para aumentar a rentabilidade dos bracatingais**. Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1998. 17 p. (EMBRAPA-CNPF. Circular Técnica, 28).

BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A. A.; GRAÇA, L. R.; CECCON, E. Sistema agroflorestal tradicional da bracatinga com culturas agrícolas anuais. EMBRAPA Florestas. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 12, p. 73-82, jun. 1986.

BALDANZI, G. **Efeitos da queimada sobre a fertilidade do solo**. Pelotas: Instituto Agrônômico do Sul. 1959. 62 p.

BARBOSA, G. M. de C.; TAVARES FILHO, J. Uso agrícola do lodo de esgoto: Influência nas propriedades químicas e físicas do solo, produtividade e recuperação de áreas degradadas. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 27, n. 4, p. 565-580, out./dez. 2006.

BARTOSZECK, A. C. de P. e S. **Evolução da relação hipsométrica e da distribuição diamétrica em função dos fatores idade, sítio e densidade inicial em bracatingais da Região Metropolitana de Curitiba**. 214 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - UFPR. Curitiba, 2000.

BHERING, S. B. *et al.* **Mapa de solos do Estado do Paraná – Legenda atualizada**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Florestas & EMBRAPA Solos & IAPAR, 2008. 74 p. il.

BERTON, R.S. Fertilizantes e poluição. XX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 1992, Campinas. **Anais ...** Campinas: Fundação Cargill, p. 299-313. 1992.

BERTON, R.S. Riscos de contaminação do agroecossistema com metais pesados. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Ed). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000, cap. 16, p. 259-268.

BERTON, R. S.; CAMARGO, O. A.; VALADARES, J.M.A.S. Absorção de nutrientes pelo milho em resposta à adição de lodo de esgoto a cinco solos paulistas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n.13, p. 187-192, 1989.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. (Ed.). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 312 p.

BETTIOL, W.; FERNANDES, S.A.P. **Efeito do lodo de esgoto na comunidade microbiana e atributos químicos do solo**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente (Comunicado Técnico), 2004.

BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; SANTOS, G.F. dos; PASSOS, E.; SUGUIO, K. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994, 3 v. (vol. 2, 425 p. il.).

BINKLEY, D.; DUNKIN, K. A.; DeBELL, D.; RYAN, M. G. Production and nutrient cycling in mixed plantations of *Eucalyptus* and *Albizia* in Hawaii. **Forest Science**, Bethesda, USA, v. 38, n. 2, p. 393-408, 1992.

BISSANI, C.A; TEDESCO, C.M; CAMARGO, F.A.O. **Fertilidade do solo e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Editora Gênese, 2004. p. 328.

BITTENCOURT, S.; ANDREOLI, C. V. ; MOCHIDA, G. A.; SOUZA, L. M. K. M.; SERRAT, B.M. **Aspectos agrônômicos do uso agrícola de lodo de esgoto - Região Metropolitana de Curitiba**. Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica. v. 2, n. 1, 2009.

BOLCATO, M.R. **Bracatinga, alternativa para sustentabilidade em indústrias madeireiras**. Monografia (Especialização em Gestão de Manufatura) - Departamento de Mecânica, Universidade Tecnológica do Paraná. Curitiba, 2006.

- BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G. & FONSECA, S. M. Bracatinga: características químicas do carvão vegetal. **Brasil Madeira**, Curitiba, 3 (33): 6-7, set. 1979.
- BUONGIORNO, J.; GILLNESS, J.K. **Forest management and economics: a primer in quantitative methods**. New York: Macmillan, 1987. 285 p.
- BURGER, D. **Ordenamento florestal: a produção florestal**. Curitiba: FUPEF, Curitiba, 1980. 124 p.
- CALDEIRA, M. V. W. **Determinação de biomassa e nutrientes em uma floresta ombrófila mista montana em General Carneiro, Paraná**. 176 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2003.
- CAMPOS ARCE, J.J. & BAUER, J.A. *Mimosa scabrella*: leguminosa promissora para zonas altas. **Silvoenergia**. Turrialba (9): 1-4, 1985.
- CARDOSO, D. J.; DURIGAN, M. E.; SANQUETTA, C. R.; REISSMANN, C. B. Comportamento da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) sob cinco níveis de fósforo – Informe preliminar. **Revista Floresta**, UFPR. p. 49-51. Curitiba: XXXVI Congresso Nacional de Botânica, Curitiba, PR. 1985.
- CARPANEZZI, A.A. **Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de eucaliptos no interior do Estado de São Paulo**. 115 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1980.
- CARPANEZZI, A. A. **Banco de sementes e deposição de folheto e seus nutrientes em povoamentos de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) na Região Metropolitana de Curitiba-PR**. 100 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.
- CARPANEZZI, A. A. & LAURENT, J. M. E. (Ed.). **Manual técnico da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.)**. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Colombo, 1988. 70 p. (EMBRAPA. CNPF. Documentos, 20).

CARPANEZZI, A.A.; CARPANEZZI, O.T.B.; BAGGIO, A.J. Manejo de bracatingais. In: Oficina sobre Bracatinga no Vale da Ribeira / Guaraqueçaba, 2004, Curitiba. **Anais ...** Curitiba: Agência de Desenvolvimento da Mesorregião do Vale da Ribeira, EMATER-Paraná, EMBRAPA Florestas. 2004. 60 p. (p. 50-58).

CARPANEZZI, A. A.; PAGANO, S. N.; BAGGIO, A. J. **Banco de sementes de bracatinga em povoamentos do sistema agroflorestal tradicional de cultivo.** Colombo: EMBRAPA Florestas. Boletim de Pesquisa Florestal, n. 35, p. 3-19, 1997.

CARPANEZZI, O.T.B. **Produtividade florestal e agrícola em sistemas de cultivo de bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) em Bocaiúva do Sul, Região Metropolitana de Curitiba – Paraná.** 77 p. Dissertação (Mestrado) – ESALQ. Piracicaba, 1994.

CARVALHO, P.E.R. Composição e crescimento de um povoamento natural de bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham.). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS “Bracatinga uma opção para reflorestamento”4. 1981, Curitiba. **Anais ...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, p. 67-75. 1981.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras – Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** EMBRAPA Florestas. Colombo: EMBRAPA-CNPQ. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 640 p. il. (p. 337-347).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Colombo: EMBRAPA-CNPQ. 2003.

CATIE- CENTRO AGRONÔMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. *Mimosa scabrella*. In: Silvicultura de espécies promisorias para producción de leña em America Central: resultados de cinco años de investigación. Turrialba, 1996. p. 205-210.

CATZEFLIS, J. No-tillage of the space between rows in arboriculture, compared with grassing down. **Revue Suisse de Viticulture**, v. 20, n. 5, p. 313-315, 1988.

CECCON, E.; HUANTE, P.; CAMPO, J. Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on the survival and recruitment of seedlings of dominant tree species in two

abandoned tropical dry forests in Yucatán, Mexico. **Forest Ecology and Management**, México, v. 182, n. 1/3, p. 387-402, 2003.

CETESB. **Sistemas de aplicação de biossólidos e lodos de tratamento biológicos em áreas de uso agrícola – critérios para projeto e operação**. São Paulo, 1998. 29 p. (Norma P4-230).

CHANEY, R.L. Public health and sludge utilization. **Biocycle**, v. 30, p. 68-73, 1990.

CLAUBERG, D. **Adubação N-P-K em *Mimosa scabrella* Benth.** 62 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Regional de Blumenau – FURB. Blumenau, 2005.

COELHO, F.S.; VERLENGIA, F. **Fertilidade do Solo**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. v. 2, 2. ed., 1973, 384 p. il.

CONAMA (CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE). Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006. **Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, 2006.

DAMASCENO, S.; CAMPOS, J.R. Caracterização de lodo de Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários para uso agrícola. Botucatu: UNESP – CERAT (Centro de Raízes Tropicais. 1998.

DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; ALOVISI, A. A. *et al.* Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium* Willd. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 163-168, 1997.

DE MARIA, I.C.; KOCSSI, M.A.; DECHEN, S.C.F. **Agregação do solo em área que recebeu lodo de esgoto**. BRAGANTIA, Campinas, v. 66, n. 2, p. 291-298, 2007.

DOMINGUEZ ALVAREZ, A. **Evaluacion del crecimiento de *Mimosa scabrella* Benth. (bracatinga), en dos municipios de la Region Central de Veracruz, Mexico**. 1996. 76 f. Tesis (Maestrado en Ciencias) – Division de Ciencias Forestales, Universidad Autonoma Chapingo, Chapingo.

- DUARTE, E.M.G. **Ciclagem de nutrientes por árvores em sistemas agroflorestais na Mata Atlântica**. 132 p. Dissertação (Mestrado) - UFV. Viçosa, 2007.
- DUBOIS, J.C.L.; VIANA, V.M.; ANDERSON, A.B. **Manual Agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro: REBRAF. 1996. v. 1, 228 p. il.
- DURLO, M.A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 55-66, 1998.
- EMATER. **Perfil agrícola dos municípios do Paraná**. Cultivos florestais – Bracatinga. Curitiba, (2000, 2005, 2010).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1999. 412 p. il.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, EMBRAPA - SNLCS. **Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Paraná – Legenda Atualizada**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Florestas, EMBRAPA Solos, Instituto Agrônômico do Paraná. 2008, 74 p. il.
- EPSTEIN, E.; TAYLOR, M.; CHANEY, R. L. Effects of sewage sludge and sludge compost applied to soil on some soil physical and chemical properties. **Journal Environmental Quality**, Madison, v. 5, n. 4, p. 422-426, 1976.
- FABROWSKI, F. J. **Abordagem anatômica, químico-qualitativa e botânica da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) e suas variedades**. 87 p. Dissertação (Mestrado) - Setor de Ciências Agrárias, Unidade Federal do Paraná. Curitiba, 1998.
- FERNANDES, F; ANREOLI, C.V.; DOMASZAK, S.C. Caracterização preliminar dos principais tipos de lodo de esgoto do Paraná para um programa de reciclagem agrícola. Curitiba: **Sanare**, p.15-21, 1997.
- FERNANDES-VASQUEZ, S. **Comportamento inicial da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) em consórcio com milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris*), com e sem aplicação de fertilizantes em solo de campo na Região**

Metropolitana de Curitiba – Paraná. 137 p. Tese (Doutorado) - Setor de Ciências Agrárias, Unidade Federal do Paraná. Curitiba, 1987.

FERREIRA, A.C.; DOETZER, B.H.W.; ANDREOLI, C.V.; PEGORINI, E.S. **Programa de utilização agrícola de lodo de esgoto no Estado do Paraná.** SANEPAR. Curitiba, 2007. 24 p.

FIORIN, J.E.; REINERT, D.J.; ALBUQUERQUE, J.A. Armazenamento de água no solo e crescimento e produção de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 21, n. 2, p. 249-255, 1997.

FLOR, H. de M. **Florestas tropicais – como intervir sem devastar.** São Paulo: Ícone Editora Ltda., 1985, 180 p.

FOELKEL, C. **Eucalyptus Online – Desramagem.** Disponível nos sites: <http://www.celso-foelkel.com.br>; <http://www.abtcp.org.br> . Acessado em 12/02/2011.

FONSECA, S.M. da. **Variações fenotípicas e genéticas em bracatinga, *Mimosa scabrella* Benth.** 86 p. Dissertação (Mestrado) – ESALQ. Piracicaba, 1982.

FORTUNY, J.A.; FULLER, W.H. Trace metals in municipal sludges - Evaluation procedures for solid wastes. **Biocycle**, v. 20, p. 27-29, 1979.

FRIEDL, R. A. **Dinâmica e prognose da forma dos fustes em povoamentos plantados de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.** 167 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, UFPR. Curitiba, 1989.

FURLANI, A.M.C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G. B. (Ed.). **Fisiologia vegetal.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2004. p. 40-73.

FURTINI NETO, A.E.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; MOREIRA, F.M.S. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, 2000. p. 351-383.

GONÇALVES, J. L. M. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, Piracicaba, SP, v. 5, p. 1-23, 1995.

GONÇALVES, R. F.; LUDUVICE, M. Alternativas de minimização da produção e desaguamento de lodo de esgoto. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. (Ed.). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p. 25-44.

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V.A.G.; GAVA, J.L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 1-57.

GRODZKI, L.; SOARES, R.V.; BATISTA, A.C.; CARAMORI, P.H. Efeitos do fogo sobre algumas variáveis micrometeorológicas em uma floresta de bracatinga (*Mimosa scabrella*, Benth.), no município de Colombo. Curitiba: UFPR: **Revista Floresta**, v. 34 (2), mai/ago, 2004, p. 151-156.

GUEDES, M.C. **Ciclagem de nutrientes após aplicação de lodo de esgoto (biossólido) sobre Latossolo cultivado com *Eucalyptus grandis***. 154 p. Tese (Doutorado em Silvicultura e Manejo Florestal) - ESALQ – USP. Piracicaba, 2005.

GUEDES, M.C.; POGGIANI, F. Variação dos teores de nutrientes foliares em eucalipto fertilizado com biossólido. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 63, p. 188-201, 2003.

HAAG, H.P. A nutrição mineral e o ecossistema. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo. Piracicaba, 1987. 249 p. il.

HARRISON, R. B.; GUERRINI, I. A.; HENRY, C. L.; COLE, D. W. Reciclagem de resíduos industriais e municipais em áreas de reflorestamento. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n. 198, p. 1-21, jul. 2003.

HENRY, C.L.; COLE, D.W. Use of biosolids in the forest: technology, economics and regulations. **Biomass and Bioenergy**, Amsterdam, v. 13, n. 4/5, p. 269-277, 1997.

HENRY, C. L.; COLE, D. W.; HINCKLEY, T. M.; HARRISON, R. B. The use of municipal and pulp and paper sludges to increase production in forestry. **Journal of Sustainable Forestry**, London, v. 1, n. 3, p. 41-55, 1993.

HOEHNE, F.C. **A Bracaatinga ou Abaracaatinga**. Secretaria da Agricultura, Indústria e Comercio do Estado de São Paulo. São Paulo, 1930. 50 p.

IAPAR. **Cartas climáticas do Estado do Paraná: 1994**. Londrina, 1994 (IAPAR, Documentos, 18).

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário**. Rio de Janeiro: IBGE, 1985, 1995 e 2000. CD-ROM, 2000.

_____. **Censo Agropecuário - Paraná**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990, 1995, 2000.

_____. **Censo Demográfico - Paraná**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990, 1995, 2000 e 2010.

_____. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.br>. Acesso em 06/02/2011.

_____. **Sistema IBGE de Recuperação Automática: Produção agrícola municipal**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em 20.02.2011.

INCRA - INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Estrutura fundiária na Região Metropolitana de Curitiba**. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/>. Acesso em 05/03/2011.

IPARDES - INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Indicadores e Mapas Temáticos para o Planejamento Urbano e Regional**. Curitiba. IPARDES, 2002. Edição revisada e ampliada, CD-ROOM.

IPARDES - INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. 2009. Perfil sócio-econômico de municípios do Estado do Paraná. Disponível em: www.ipardes.gov.br/perfil_municipal. Acesso em 05/03/2011.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. **Plano plurianual 2008-2011**. Curitiba: Governo do Estado. 2007. 67p. il.

IPEF. **Aplicação de biossólido em plantações florestais**. Piracicaba: ESALQ/USP. 2006. Relatório Técnico, 11 p. il.

IPEF & ESALQ. Programas cooperativos – 2ª fase do programa de biossólidos em plantações florestais – PROBIO. **IPEF Notícias**. Piracicaba, 2010.

IPT. **Madeira: uso sustentável na construção civil** / coordenador Oswaldo Poffo Ferreira. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, SVMA, Sinduscon - SP. 2003 (Publicação IPT, 2980).

JORGE, J. A.; CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S. Condições físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro quatro anos após aplicação de lodo de esgoto e calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 237-240, 1991.

KLEIN, R. M.; HATSCHBACH, G. **Fitofisionomia e notas sobre a vegetação para acompanhar a planta fitogeográfica do município de Curitiba e arredores (Paraná)**. Curitiba: 1962.

KLITZKE, R. J. **Desenvolvimento de programa de secagem para madeira de *Mimosa scabrella* (bracatinga) com 26 mm de espessura**. Curitiba: UFPR, FUFEP. Relatório Parcial. 2006. 25 p. il. (Convênio Agência de Desenvolvimento da Mesorregião do Vale do Ribeira/Guaraqueçaba).

LABRECQUE, M.; TEODORESCU, T. I.; DAICLE, S. Effect wastewater sludge on growth and heavy metal bioaccumulation of two *Salix* species. **Plant and Soil**, v. 17, n. 1/2, p. 303-316, 1995.

LARACH, J.O.I.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A.P. de; HOCHMULLER, D.P.; FASOLO, P.J.V.; RAUEN, M. de J. **Levantamento e reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS (Boletim Técnico 57, v. 1). 1984. 414 p. il.

LAURENT, J.M.E. **Sistema agroflorestal da bracatinga na Região Metropolitana de Curitiba – Contexto sócio-econômico**. Curitiba: EMATER-PR, 1990. 50 p. il. (Projeto FAO-GCP/BRA/025/FRA. Série Estudos Florestais, 3).

LAURENT, J.M.E.; MENDONÇA, W.R. **Abastecimento de lenha às indústrias da Região Metropolitana de Curitiba – Norte**. Curitiba: EMATER-PR, 1989a. 40 p. il. (Projeto FAO-GCP/BRA/025/FRA. Série Estudos Florestais, 2).

LAURENT, J.M.E.; MENDONÇA, W.R. **A comercialização dos produtos do sistema bracatinga na Região Metropolitana de Curitiba – Norte**. Curitiba: EMATER-PR, 1989b. 46 p. il. (Projeto FAO-GCP/BRA/025/FRA. Série Estudos Florestais, 1).

LAURENT, J. M. E.; CAMPOS, J. B.; BITTENCOURT, S. M. **Análise técnico-econômica do sistema agroflorestal da bracatinga na Região Metropolitana de Curitiba**. Curitiba: EMATER-PR, 1990. 72 p. (Projeto FAO-GCP/BRA/025/FRA. Série Estudos Florestais, 4).

LIMA, H. N.; VALE, F. R.; SIQUEIRA, J. O. *et al.* Crescimento inicial a campo de sete espécies arbóreas nativas em resposta à adubação mineral com NPK. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, n. 21, p. 189-195, 1997.

LISBÃO JÚNIOR, L. Bracatinga como fonte energética. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 4.: Bracatinga uma alternativa para reflorestamento, Curitiba, 1981. **Anais ...** Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1981, p. 133-143.

LISBÃO, J. R. L.; STURION A. J. O efeito do emprego de fertilizantes biológicos e minerais no comportamento inicial da *Mimosa scabrella* Benth, quanto à sobrevivência, resistência à geada e crescimento em altura. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, EMBRAPA-URPFCS, n. 4, p. 63-67, 1982.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed., Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 1998. v. 1, 368 p. il.

LOURENÇO, R.S.; ANJOS, A.R.M.; MEDRADO, M.J.S.; LIBARDI, P.L. **Efeito da aplicação do lodo de esgoto nos teores solúveis e totais de elementos do solo sob sistema de produção de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.)**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 38, p. 39-65, jan./jun. 1999.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná (sucessor do CODEPAR), UFPR, IBPT. 1968. 350 p. il.

MAAS, K.D.B.; CAXAMBU, M.G.; MORAIS, M.A.V.; GUIMARÃES, T.S. Respostas

de essências florestais ao lodo de esgoto usado como substrato. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste, I, 2006, Campo Mourão. **Anais ... Campo Mourão: UTFPR-Campo Mourão, 2006.**

MACHADO, S. do A.; OLIVEIRA, E.B. de; CARPANEZZI, A.A.; BARTOSZECK, A.C.P.S. **Classificação de sítio para bracatingais na Região Metropolitana de Curitiba.** EMBRAPA CNPF. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 35, p. 21-37, jul./dez. 1997.

MACHADO, S. do A.; TONON, A.E.N.; OLIVEIRA, E.B. de; FIGUEIREDO FILHO, A.; CARPANEZZI, A.A. **Efeitos da densidade inicial e do sítio sobre o desenvolvimento de bracatingais nativos da Região Metropolitana de Curitiba.** EMBRAPA CNPF. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 43, p. 19-46, jul./dez. 2001.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 201 p., 1989.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2 ed. London: Academic Press, 1995, 889 p.

MARTINS, R. **Livro das Árvores do Paraná.** Curitiba: Imprensa Oficial do Paraná. 2ª ed., 2004, 224 p. il.

MAZUCHOWSKI, J.Z. **Exploração da bracatinga.** Curitiba: EMATER-PR, 1989. 25 p. il. (Projeto FAO-GCP/BRA/025/FRA. Série Extensão, 4).

MAZUCHOWSKI, J.Z. (Ed.). Seminário sobre Agrossilvicultura no Desenvolvimento Rural. 1990, Curitiba. **Anais ...** Curitiba: EMATER-PR, 1990. 222 p. il. (Projeto FAO - GCP / BRA / 025 / FRA - Bracatinga).

MAZUCHOWSKI, J.Z.; BECKER, J.C. **Relatório de atividades do Projeto Unidades Rurais de Desenvolvimento Integrado 2004 a 2006.** Instituto EMATER e Agência de Desenvolvimento da Mesorregião Vale do Ribeira / Guaraqueçaba. Curitiba: Relatório Técnico, 2006. 150 p. il.

MAZUCHOWSKI, J.Z.; LAURENT, J.M.E. **Melhoramento da produção energética e alimentícia na agricultura tradicional do Estado do Paraná (Projeto Bracatinga) – conclusões e recomendações.** EMATER-Paraná e FAO (Projeto GCP/BRA/025/FRA). Bocaiúva do Sul: Relatório Técnico, 1993.

MAZUCHOWSKI, J.Z.; DA SILVA, V.P.; BECKER, J.C. Oficina sobre Bracatinga no Vale da Ribeira / Guaraqueçaba, 2004, Curitiba. **Anais ...** Curitiba: Agência de Desenvolvimento da Mesorregião do Vale da Ribeira, EMATER-Paraná, EMBRAPA Florestas. 2004. 60 p.

MELO, W.J.; MARQUES, M.O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. (Ed.). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000, p. 109-141.

MELO, V.P.de; BEUTLER,A.N.; SOUZA, Z.M.de; CENTURION, J.F.; MELO, W.J. de. Atributos físicos de Latossolos adubados com biossólido. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 39, n.1, p. 67-72, jan. 2004.

MCT - MINISTERIO DE CIENCIA E TECNOLOGIA. **Crédito de carbono: comercialização e contabilização a partir de Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.** Brasília: Revista de Informação Contábil. v. 3, n. 1, p. 89-112, jan.mar. 2009.

MIYAZAWA, M. **Metais pesados no solo e na planta.** Instituto Agrônômico do Paraná, Londrina, 20 p., 1997.

MONTAGNINI, F.; FERNANDEZ, R.; HAMILTON, H. Relaciones entre especies nativas y la fertilidad de los suelos. Parte 1: Contenido de elementos en la biomasa. **Yvyrareta**, v. 6, n. 6, p. 5-12, 1995.

MROZ, G.D. *et al.* Effects of fire on nitrogen in forest floor horizons. **Soil Science Society of America Journal.** Madison, USA, v. 44, p. 395-400. 1980.

MUSÁLEN, M.A. La bracatinga: introducción, crecimiento, manejo y utilización en asociación con cafetal: una combinación promisoría para los trópicos de Mexico. In: EVANS, D. O.; SZOTT, L. T., ed. **Nitrogen fixing trees for acid soils.** Morrilton:

Winrock International / NFTA, 1995. p.113-129.

NAGY J.L. (Coord.). **Manual do Técnico Florestal**. Colégio Florestal de Irati / Agência Alemã de Cooperação Técnica (GTZ). Irati-PR. vol. 1, p. 152-222. 1986.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Resolução SEMA nº 001/07** – dispõe sobre licenciamento ambiental, estabelece condições e padrões ambientais e dá outras providências, para empreendimentos de saneamento. Curitiba: Diário Oficial do Estado do Paraná, ed. 7395. 2007.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. **Plano Plurianual – PPA 2004-2011 Atualizado**. Curitiba, 2007.

PAULA, J.E. Espécies nativas com perspectivas energéticas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão, 1982. **Anais...** São Paulo, Instituto Florestal, 1982. p. 1259-1315.

PEDROSA, M.M.; VIEIRA, G.E.G.; SOUSA, J.F. de; PICLER, A.de C.; LEAL, E.R.M.; MILHOMEN, C. da C. **Produção e tratamento de lodo de esgoto – uma revisão**. Novo Hamburgo-RS: Revista Liberato, v. 11, n. 16, p. 89-188. 2010.

PEREIRA, J.C.D.; LAVORANTI, O. J. **Comparação da qualidade da madeira de três procedências de *Mimosa scabrella* Benth. para fins energéticos**. EMBRAPA-CNPQ. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 12, p. 30-34, jun. 1986.

PISOS IPIRANGA. **Soluções em revestimentos decorativos**. São Paulo, 2007. Disponível no site: <http://www.pisosipiranga.com.br>. Acessado em 15/02/2011.

POGGIANI, F.; COUTO, H.T.Z.; CORRADINI, L.; FAZZIO, E.C.M. Exportação de biomassa e nutrientes através da exploração de troncos e das copas de um povoamento de *Eucalyptus saligna*. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, n. 25, p. 37-79, 1983.

POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M.V. Atmospheric inputs compared with removed by harvesting from Eucalyptus plantations. Implications for sustainability. In: "IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTUS". IUFRO; EMBRAPA, Salvador, 1997. **Anais ...** Colombo: EMBRAPA CNPF, 1997. v. 4, p. 68-74.

POGGIANI, F.; STAPE, J.L.; GONÇALVES, J.L.M. Indicadores de sustentabilidade das plantações florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, n. 31, p. 33-44. 1998.

POGGIANI, F.; GUEDES, M. C.; BENEDETTI, V. Aplicabilidade de biossólido em plantações florestais: I. Reflexo no ciclo dos nutrientes. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Eds) **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p. 163-178.

POGGIANI, F. (coord.); STAPE, J.L.; GONÇALVES, J.L.M.; SILVA, P.H.M.; MOREIRA, R.M.; FERRAZ, A.V. **Programa de biossólidos em plantações florestais - PROBIO**. Piracicaba: IPEF & ESALQ, 2003.

PRIMAVESI, A. **O manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Livraria Nobel. 1980. 550 p. il.

REBRAF. **Introdução geral, classificação e breve caracterização de SAFs de práticas agroflorestais**. Rio de Janeiro: Manual Agroflorestal para Mata Atlântica. 2007. 58 p. il.

REITZ, R.; KLEIN, R. M. & REIS, A. **Projeto Madeira de Santa Catarina**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. 1978. 320 p.

REZENDE, C.I.O.; NOGUEIRA JUNIOR, L.R.; MATTOS, E.C. Deposição anual de litter e serapilheira acumulada em 3 ecossistemas florestais nativos em Botucatu, SP. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 11, Botucatu, 1999. **Anais ...** Botucatu: Edunesp, 1999. p. 244.

RIBEIRO, N.; SITOE, A. A.; GUEDES, B. S.; STAISS, C. **Manual de silvicultura tropical**. Maputo: Universidade Eduardo Mondlane & FAO (Projecto GCP / Moz / 056 / Net.). 2002. 125 p.

ROCHA, G.N.; GONÇALVES, J.L.M.; MOURA, I.M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biossólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, p. 623-639, 2004.

ROCHADELLI, R. **Contribuição sócio-econômica da bracatinga (*Mimosa***

scabrella Bentham) na Região Metropolitana de Curitiba Norte. 83 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1997.

ROCHADELLI, R. **A estrutura de fixação dos átomos de carbono em reflorestamentos (Estudo de caso: *Mimosa scabrella* Bentham, bracatinga)**. 86 p. Tese (Doutorado) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2001.

RODRIGUEZ, L.C.E. Monitoramento florestal: iniciativas, definições e recomendações. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, n. 31, p. 9-22, 1998.

ROTTA, E.; OLIVEIRA, Y.M.M. Área de distribuição natural da bracatinga (*Mimosa scabrella*). In: Seminário sobre atualidades e perspectivas florestais: bracatinga uma alternativa para reflorestamento, 4. Curitiba. **Anais ...** Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1981. p. 1-23.

ROVIRA, P. S.; SOLER, J.S.; ROVIRA, J.S.; POLO, A. Agricultural use of sewage sludge and its regulation. **Fertilizer Research**, Kansas, USA, v. 43, n. 1-3, p. 173-177, 1996.

SALMERON, A. Pesquisa sobre mecanização florestal para abastecimento industrial de resíduos para produção de energia. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, n. 1, p. 1-12, 1980.

SANTANA, R.C.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Biomassa e conteúdo de nutrientes de procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 56, p. 155-169, 1999.

SANTOS FILHO, A. S.; TOURINHO, L.C.N. Caracterizações analíticas de lodo e interpretação para fins agrícolas e florestais. I - Propriedades físicas e químicas. **Floresta**, Curitiba, v.12, n.1, p. 44-48, jun. 1981a.

SANTOS FILHO, A. S.; TOURINHO, L.C.N. Caracterizações analíticas de lodo e interpretação para fins agrícolas e florestais. II - Composição química total. **Floresta**, Curitiba, v. 12, n. 2, p. 28-35, dez. 1981b.

SCHUMACHER, M.V.; CECON, D.E.; SANTANA, C.A. Influência de diferentes doses

de fósforo no crescimento de mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Bentham) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p.149-155, 2004.

SCOLFORO, J.R.S. **Manejo florestal**. Lavras: Universidade Federal de Lavras – UFLA/FAEPE. 438 p. 1998a.

SEAKER, E. M., SOPPER, W. E. Municipal sludge for minespoil reclamation: II. Effects on organic matter. **Journal of Environmental Quality**, Madison, USA, v. 17, n. 4, p. 598-602, 1988.

SEITZ, R.A. **Manual de poda de espécies arbóreas florestais**. UFPR & FUPEF. Curitiba, 1995. 56 p.

SERRAT, B. M.; BITTENCOURT, S.; ANDREOLI, C. V.; SILVA, L. A. T. da; SANTIAGO, T. R. **Disposição de resíduos na agricultura: lodo de esgoto como fonte de nutrientes**. Curitiba: SANEPAR. 2009.

SHIMIZU, J.Y. Escolha de fontes de sementes de bracatinga para reflorestamento na região de Colombo. **Boletim de Pesquisa Florestal**. Curitiba, (15): 49-53, 1987.

SIMÕES, J.W. **Reflorestamento e manejo de florestas implantadas**. USP/ESALQ. Piracicaba. Documentos Florestais (4): 1-29, set. 1989.

SKORUPA, L. A. **Uso de lodo de esgoto em plantações florestais e na recuperação de áreas degradadas**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente. 2008.

SOARES, R.V. **The use of prescribed fire in forest management in the state of Paraná**. 203 p. Tese (Doutorado) - University of Washington. Washington, D.C., USA, 1977.

SOARES, R.V.; BATISTA, A.C. **Incêndios florestais, controle efeitos e uso do fogo**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 2007. 264 p. il.

SOUZA, R. F. de. **Modelagem da biomassa aérea e do carbono do povoamento de *Mimosa scabrella* Benth. em bracatingais nativos da Região Metropolitana de Curitiba**. 123 p. Dissertação (Mestrado) – UFPR. Curitiba, 2011.

SOUZA, M .D. de; LIGO, M. A. V.; SKORUPA, L. A.; PIRES, A. M.M.; FILIZOLA, H.F. **Atributos físicos e químicos de área degradada tratada com lodo de esgoto**.

Jaguariaúna-SP: EMBRAPA Meio Ambiente. Circular Técnica 21, 2011. 6 p.

SOUZA, M.L. de P.; ANDREOLLI, C.V.; COMIN, J.J.; CASTILHO, D.S.B. de. **Projeto estudo preliminar para definição de parâmetros sanitários ambientais e agronômicos para uso agrícola de lodo de esgoto**. Curitiba: [s.n.], 1992. 43 p.

SOUZA, Z. M.; BEUTLER, A.N.; MELO, V.P.; MELO, W.J. Estabilidade de agregados e resistência à penetração em Latossolos adubados por cinco anos com biossólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 117-123, 2005.

STURION, J.A. Influência do recipiente e do método de semeadura na formação de mudas de *Mimosa scabrella* Benth. **Boletim de Pesquisa Florestal**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, n. 2, p. 69-88, jun. 1981.

STURION, J. A.; BELLOTE, A. F. J. Implantação de povoamentos florestais com espécies de rápido crescimento. In: Galvão, A. P. M. (ed.) Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, p. 209-217. 2000.

STURION, J.A.; RESENDE, M.D.V. de; CARPANEZZI, A.A.; ZANON, A. **Variação genética e seleção para características de crescimento em teste de progênies de *Mimosa scabrella* var. *aspericarpa***. EMBRAPA Florestas. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 28/29, p.73-83, jan./dez. 1994.

STURION, J. A.; SILVA, F. Caracterización de la madera de bracatinga para energia. In: SALAZAR, R. (Ed.). **Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso multiple**: actas Reunion IUFRO, Guatemala, abril 1989. Turrialba: CATIE, 1989. p. 541-549.

TONINI, H.; HALFELD-VIEIRA, B.A. **Desrama, crescimento e predisposição à podridão-do-lenho em *Acacia mangium***. EMBRAPA. Boletim de Pesquisa Agropecuária. Brasília, v. 41, n. 7, p. 1077-1082, jul. 2006.

TONON, A.E.N. **Efeitos da densidade inicial e do sitio sobre o crescimento e a produção de bracatingais da Região Metropolitana de Curitiba**. 193 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - UFPR. Curitiba, 1998.

TSADILAS, C.D.; MITSIOS, I.K.; GOLIA, E. Influence of biosolids impact of erosion on soil productivity - an experimental application on some soil physical properties communications in design applied in São Paulo State, Brazil. **Geografiska Soil Science and Plant Analysis**, Oslo, v. 36, n. 4-6, p. 709-716, 2005.

TSUTIYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; SOBRINHO, P.A.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P.C.T.; MELO, A.J.; MARQUES, M.O. (ed.). **Biossólidos na agricultura**. SABESP, São Paulo. 2001. 468 p.

VALE DO RIBEIRA - Forum Mesorregional de Desenvolvimento - Câmara de Cultivos Florestais. **Dossiê da bracatinga – Impedimentos para desenvolvimento da cadeia produtiva da bracatinga**. Agência de Desenvolvimento da Mesorregião do Vale do Ribeira / Guaraqueçaba. Curitiba. 2007. 8 p.

VAN RAIJ, B. Uso agrícola de biossólido. In: SEMINÁRIO SOBRE GERENCIAMENTO DE BIODISSÓLIDOS DO MERCOSUL, 1, 1998, Curitiba, **Anais ...** Curitiba: Companhia de Saneamento do Paraná, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1998. p. 147-151.

VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo no Brasil – contribuições do Instituto Agrônomo de Campinas**. International Plant Nutrition Institute – Brasil. Campinas: Informações Agronômicas. 2010, v. 132.

VAN RAIJ, B. **Melhorando o ambiente radicular em subsuperfície**. International Plant Nutrition Institute – Brasil. Campinas: Informações Agronômicas. 2011, v. 135. p. 8-18.

VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; CECONI, D. E. *et al.* Efeito de diferentes doses de fósforo no crescimento de plantas de *Mimosa scabrella* Bentham (bracatinga). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina, PR. **Resumos**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. p. 149.

VOLKART, C.M.; PARUSSINI de TRÜMPLER, M.G.; FRIEDL, R.A. ; LOPEZ, M.A. ; EIBL de LOPEZ, B. Resultados a los 4 años de un ensayo de comportamiento de especies arbóreas y arbustivas aptas para lema en la provincia de Misiones. **Yviraretá**, Eldorado, v. 2, n, 2, p. 23-29, 1991.

VOLKART, C. M.; FRIEDL, R. A.; O' LERY, H. J.; KELLER, E. F.; GATTI, F. E.; KURTZ, V. D. **La especie leñera bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) y su comportamiento en la Provincia de Misiones.** Eldorado: [s.n.], 1998. 7 p. Mimeografado.

WEBER, K. S. **Manejo da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) baseado no crescimento diamétrico de árvores individuais.** 125 p. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007.

ZANETTI, R.; ZANETTI, E. **O Protocolo de Quioto (final) – Florestas energéticas.** O Estado do Paraná, 2007. Disponível em: http://www.madeiratotal.com.br/ntc_print.asp?Cod=2697 acessado em 12/09/2007.

ZEN, S. Desenvolvimento de sistema de preparo do solo em áreas de reforma visando a eliminação da prática da queimada – Relatório Interno da Cia. Suzano – **RELMA** 126, mai. 1992. 4 p.

CAPÍTULO 1

CARACTERIZAÇÃO E ENTRAVES DO SISTEMA DE PRODUÇÃO COM BRACATINGA NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

JORGE ZBIGNIEW MAZUCHOWSKI, ALESSANDRO CAMARGO ANGELO

Artigo aceito para publicação na **Revista FLORESTA**
ISSN eletrônico 1982-4688
ISSN impresso 0015-3826
revista_floresta@ufpr.br
Curitiba - PR, Brasil

CARACTERIZAÇÃO E ENTRAVES DO SISTEMA DE PRODUÇÃO COM BRACATINGA NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

MAZUCHOWSKI, J.Z. (1), ANGELO, A.C. (2)

(1) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal - Silvicultura, UFPR

(2) Professor, Dr. Departamento de Ciências Florestais, UFPR - Florestas

Resumo

O cultivo da bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham), com finalidade energética existe há mais de 100 anos. Atividade típica da pequena propriedade rural, é cultivada com base na regeneração natural desde a segunda rotação. A madeira é valiosa, com características para uso em várias alternativas industriais, especialmente pela movelaria. Após expansão da área cultivada durante muitos anos, atualmente ocorre redução gradual dessa área. Este estudo buscou identificar as causas de redução dos cultivos e outros entraves para o produtor de bracatinga. Em paralelo, procurou definir uma proposta de incremento do manejo dos plantios de bracatinga, enfatizando o uso da madeira pela indústria de móveis. Faz análise do produtor, da posse das terras e da disponibilidade de mão-de-obra, do manejo dos plantios e a remuneração da madeira, aliado ao confronto com as restrições pelos órgãos ambientais, carências organizacionais dos produtores e impedimentos para a atividade estabelecidos pela sociedade urbana. Os dados do estudo apontam para uma realidade em que a cadeia produtiva da bracatinga será extinta a curto prazo, caso seja mantida a atual intervenção do serviço de fiscalização com rígido enfoque ambientalista, aliado ao desconhecimento da realidade rural na atual ótica da sociedade urbana.

Palavras-chave: silvicultura da bracatinga, posse da terra, restrições ambientais, organização da produção.

Abstract

Characterization and Impediments of the Production System with Bracatinga in the Curitiba Metropolitan Region

Bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) cultivation with energetic purpose has subsisting to more one hundred years. Tipic activity in small rural properties is cultivated based on natural regeneration after second rotation. The wood is valuable with characteristics for many alternatives of industrials uses, specially in furniture store. After many years of expansion of the cultivated area, presently is occurring gradual reduction of bracatinga's area cultivation. This study aimed to identify causes of the plantings reduction and other impediments to bracatinga's producers, to aim at definition of one proposal of the development of the bracatinga plantation with emphasis to use wood in the furniture industries. In this way it was done an, analyses of bracatinga's producers, lands ownerships and manual work assessability, plantations managements and wood remuneration, associated to the confront of environmental public services obstructions, organizational necessities of the bracatinga producers and opposition to the rural activity established by urban society. The data analysed indicate to the a reality that the bracatinga cultivation chain will be extinguished in short time, if maintained the actual intervention of inspection services with rigid environmental limitations, associated to the ignorance of rural reality in the actual otic of the urban society.

Keywords: bracatinga's silviculture, land ownership, environmental limitations, production organization

1 INTRODUÇÃO

As políticas públicas tem estabelecido prioridades centradas na sociedade urbana, sendo negligentes com o meio rural, por desconsiderarem o contexto vivenciado pelo produtor rural e suas atividades historicamente desenvolvidas. Essa é uma questão nevrálgica da produção de bracatinga.

As primeiras informações sobre o cultivo de bracatinga datam de 1909, constatadas por Romário Martins em Curitiba-PR e arredores (HOEHNE, 1930). A bracatinga é cultivada segundo dois sistemas de manejo tradicionais, baseados na regeneração natural por sementes a partir da segunda rotação (Figura 2). Eles diferenciam-se, basicamente, pela presença ou ausência de culturas agrícolas intercalares no primeiro semestre de cada rotação (CARPANEZZI *et al.*, 2004).

Assim, Mazuchowski *et al.* (2004) informaram que a agrossilvicultura da bracatinga vem sendo desenvolvida há mais de 100 anos, em áreas que ultrapassam 100 mil hectares, concentrados em 60 municípios paranaenses, desde o Vale da Ribeira até União da Vitória, envolvendo mais de 15.000 pequenas propriedades.

A bracatinga é árvore perenifólia, da família *Fabaceae* (*ex-Mimosaceae*), gênero *Mimosa* e espécie *scabrella*, identificada por Bentham, apresentando duas variedades botânicas - *scabrella* com floração no inverno, tendo duas denominações populares diferenciadas pela cor da madeira (bracatinga-branca e bracatinga-vermelha), e *aspericarpa* (bracatinga-argentina) com floração na primavera-verão, diferenciada pela cor argêntea ou prateada das folhas. Como pioneira é exigente em sol, de rápido crescimento e ciclo de vida curto (CARVALHO, 1994).

A espécie ocorre em formações densas após a derrubada da floresta seguida de queima dos resíduos; não se regenera no interior de florestas ou de bracatingais, somente após um distúrbio prévio (CARPANEZZI *et al.*, 2004). O crescimento é maior nos cinco anos iniciais, podendo atingir até 25 m de altura e 50 cm de DAP médio após 8 anos de idade. Após esta idade, é comum entrar em declínio vital, atingindo limite de vida aos 30 anos, individualmente (CARPANEZZI, 1994). Em maciços apresenta tronco reto e fuste amplo, enquanto isolada apresenta tronco curto e ramificado. A copa é arredondada, seu diâmetro e a forma do tronco variam de acordo com a localização da árvore e do plantio (CARVALHO, 1994; EMBRAPA, 1988).

Historicamente foi destinada ao mercado de lenha para queima direta em residências, locomotivas das estradas de ferro e algumas indústrias regionais (cal, açúcar, olarias). Atualmente, a demanda por madeira de bracatinga ampliou e também há demanda para finalidade industrial mais nobre - madeira para serraria, laminação e movelaria, carvão vegetal para exportação (MAZUCHOWSKI e BECKER, 2006).

A madeira roliça pode ser usada em vigamentos e escoras na construção civil. A madeira serrada serve para pisos e assoalhos, móveis e peças de mobiliário (armação de estofados, estrados de cama, laterais e fundos de gavetas, travessas estruturais, cantoneiras), caixotaria, embalagens leves e palets. Como peça torneada é utilizada externamente pela indústria de móveis, após tratamentos de secagem e usinagem (KLITZKE, 2006).

Especialmente nos municípios da Região Metropolitana de Curitiba, a agrossilvicultura da bracatinga constitui no principal pólo de cultivo, envolvendo 14 municípios e uma área estimada de 50 mil hectares, em sua maioria sem manejo silvicultural (MAZUCHOWSKI, 1990).

Decorrente de convênio entre Governo do Estado do Paraná, Governo da França e FAO, entre 1987 e 1990, diversos estudos e pesquisas relacionados ao sistema agroflorestal da bracatinga, foram desenvolvidos na implementação do Projeto GCP/BRA/025/FRA - Projeto Bracatinga na Agricultura Familiar da Região Metropolitana de Curitiba, com base no município de Bocaiúva do Sul (MAZUCHOWSKI e LAURENT, 1993).

Posteriormente, de 2003 a 2007, em Convênio do Ministério da Integração Nacional com a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, através da Agência de Desenvolvimento da Mesorregião do Vale do Ribeira/Guaraqueçaba e do Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER, foi executado o Projeto Unidades Rurais de Desenvolvimento Integrado, com ênfase na produção e fornecimento de madeira de bracatinga com qualidade industrial, especialmente para indústria moveleira. Essa diretriz embasou o fomento para instalação de indústrias locais, definir parcerias entre produtores e indústrias, formação de mão-de-obra (MAZUCHOWSKI e BECKER, 2006).

Por outro lado, Mazuchowski e Becker (2006), verificaram que vem ocorrendo na atualidade uma redução da área plantada com bracatinga, em

decorrência de quatro fatores básicos:

- * Existência de severas restrições ambientais para a atividade de manejo da bracatinga, uma espécie florestal nativa nas propriedades rurais.
- * O Instituto Ambiental do Paraná - IAP com processo de liberação de corte da bracatinga manejada bastante burocratizado e moroso.
- * Substituição parcial das áreas de bracatinga por plantações de pinus e/ou eucalipto devido a inexistência de restrições ambientais para estas espécies exóticas e incentivos do setor industrial.
- * Intensificação do processo de urbanização micro-regional, acarretando inúmeras subdivisões agrárias dos imóveis rurais associadas com processos de inventários entre familiares, causando carência de mão-de-obra e substituição de atividades agrárias.

Destaca-se a comprovação da necessidade de manter parcerias concretas entre o poder público e o setor privado para solução de entraves na produção de bracatinga. A continuidade e a efetivação das soluções para viabilizar o desenvolvimento econômico e social mediante a produção de madeira de qualidade industrial, depende do fomento direcionado às demandas do mercado, em bases econômicas estimulantes.

Como hipóteses formuladas ao trabalho, buscou-se comprovar que:

- A produtividade dos bracatingais vem decrescendo em função da falta de utilização de técnicas silviculturais, especialmente reposição da fertilidade do solo e desbaste das plantas regeneradas durante sua formação.
- O manejo dos bracatingais vem sendo prejudicado de forma sistemática, punindo aos produtores, seja pela morosidade na liberação das autorizações de corte, seja pelas alterações na legislação ambiental com proibições de uso econômico.
- A área média de corte anual da bracatinga é inferior a 10 ha por propriedade em função dos estratos fundiários existentes.
- A maioria dos produtores de bracatinga está envelhecida com idade superior a 50 anos.
- A escassez de mão-de-obra é decorrente do êxodo rural dos filhos de produtores de bracatinga causado pela baixa remuneração dos serviços.

O objetivo do presente estudo foi caracterizar os produtores de bracatinga e identificar parâmetros sócio-econômicos do agronegócio da cadeia produtiva da bracatinga, em propriedades integrantes da Agricultura Familiar na Região Metropolitana de Curitiba.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização da Área de Estudo

A definição da área-base de estudo embasou-se no critério da concentração de propriedades rurais com cultivo da bracatinga existentes nos municípios (Figura 1.1), aliado a disponibilidade de informações da cadeia produtiva dessa espécie florestal e constituir em área com oferta de madeira.

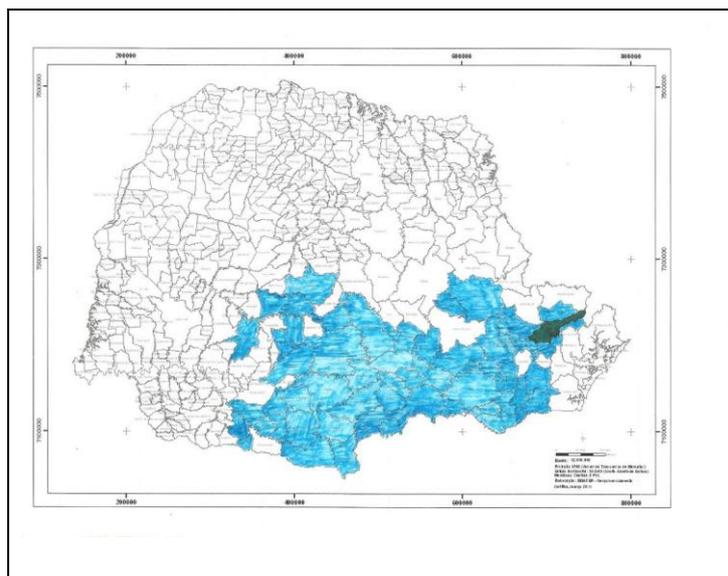


FIGURA 1.1 – Área de ocorrência natural da bracatinga no Paraná e localização de Bocaiúva do Sul
 FONTE: EMATER (2010).

Os municípios do Vale do Ribeira no Estado do Paraná apresentam uma densidade populacional média relativamente baixa, com 139,89 habitantes por km². A economia está atrelada à agricultura familiar, extração mineral e vegetal, com baixa renda familiar e poucas oportunidades de negócios nas sedes municipais (VALE DO RIBEIRA, 2007).

Para realização deste estudo, considerou-se como área de informações do setor produtivo primário aos municípios da Região Metropolitana de Curitiba, onde

predominam as pequenas propriedades (Tabela 1.1), embasado nos dados de levantamentos censitários realizados pelo INCRA (1985) e pelo IBGE (1995), embora os grandes empreendimentos agropecuários e/ou florestais possuam presença marcante como área ocupada. Assim, a coleta dos dados e indicadores das atividades com a bracatinga desenvolveu-se nos municípios de Almirante Tamandaré, Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul, Campo Magro, Colombo, Curitiba, Rio Branco do Sul e Tunas do Paraná, todos situados entre as latitudes 25°11' e 25°49' S e entre as longitudes 49°05' e 49°43' W. Dentre esses municípios, foi selecionado Bocaiúva do Sul.

Tabela 1.1 - Representatividade da pequena propriedade rural na estrutura fundiária da Região Metropolitana de Curitiba (1995).

Faixa Modular	Total de Imóveis	Área (Ha)		Participação (%)	
		Total	Média	Produtores	Área
< 25,0	25.408	199.481	7,9	83,1	24,5
25,1 a 100,0	4.124	186.688	45,3	13,5	23,0
100,1 a 1.000,0	964	231.467	240,1	3,2	28,5
> 1.000,1	65	195.590	3.009,1	0,2	24,0
Total	30.561	813.266	26,6	100,0	100,0

FONTE: INCRA (1985) e IBGE (1995).

2.2 Caracterização Edafo-Climática da Área de Estudo

Os terrenos da região estão assentados predominantemente sobre rochas calcárias, sendo comum a presença de dolinas, sumidouros e cavernas, típicas de solos de origem cárstica. A densa rede hidrográfica desloca-se em direção ao Oceano Atlântico pelo Rio Ribeira do Iguape, formando rios encaixados e movimentados, destacando-se como reserva hídrica dos municípios da Região Metropolitana de Curitiba (EMBRAPA, 2007). A topografia é acidentada ou montanhosa, predominando Cambissolos Háplicos alumínicos e distróficos, Argissolo Vermelho distrófico e Latossolo vermelho amarelo álico, além de algumas áreas de Cambissolos Húmicos alumínicos e distróficos associados a Afloramentos de Rochas (BHERING *et al.*, 2008).

O clima regional caracteriza-se como tipo Cfb, pela classificação de Köppen, com verões frescos e sem estação seca definida (IAPAR, 1994). A altitude dos terrenos situa-se acima de 600 metros. Na paisagem fitogeográfica verifica-se o predomínio de bracatingais, entremeados com florestas de Araucária. As numerosas estradas municipais são sinuosas e de difícil manutenção, face as carências estruturais das Prefeituras Municipais (VALE DO RIBEIRA, 2007).

2.3 Levantamento de Campo

Devido à constatação de que a maioria dos cadastros levantados pelos organismos oficiais não permite a obtenção de indicadores de área plantada e do manejo utilizado nos bracatingais das propriedades, tornou-se necessário elaborar um formulário de levantamento específico, englobando as informações requeridas.

2.3.1 Elaboração do Formulário de Levantamento

Embasado nos diferentes tipos de formulários de levantamentos aplicados por diferentes entidades, especialmente Instituto EMATER, IAP, EMBRAPA Florestas e SEAB, além da publicação temática da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Erva-Mate do Paraná (MAZUCHOWSKI, 2001), foi elaborado um formulário contemplando 12 campos temáticos, relativos à atividade silvicultural com bracatinga na propriedade rural.

O questionário elaborado, do tipo semi-estruturado, permitiu o registro dos comentários efetuados pelos entrevistados, embora as perguntas apresentassem alternativas de respostas pré-codificadas. Em decorrência, obteve-se informações relativas a pontos de caráter estratégico na cultura da bracatinga.

2.3.2 Cronograma de Visitas às Propriedades

Os levantamentos foram realizados no decorrer de um ano, entre 2005-2006, face a execução de outras atividades paralelas pelos membros da equipe de campo. Para sua execução, definiu-se que a amostragem seria realizada em todas as 257 propriedades rurais com bracatinga, todas previamente identificadas.

Em decorrência, para os levantamentos programados em cada uma das comunidades rurais identificadas, foi definido um cronograma de visitas específico, com apoio das lideranças locais, visando estabelecer a época de realização dos levantamentos cadastrais correspondentes a cada imóvel e de seus proprietários, simultaneamente aos dados sócio-econômicos das mesmas.

A obtenção dos dados e a visita ao bracatingal de cada propriedade consumiram um tempo médio de meio dia por levantamento de cada imóvel, resultando em 130 dias-homem empregados para a coleta dos dados.

2.3.3 Critérios para Agrupamento de Comunidades Rurais

Em função da existência de inúmeros grupos comunitários, adotou-se o critério de agrupamento das comunidades rurais com agrossilvicultura da bracatinga. Assim, inicialmente buscou-se uma classificação não hierarquizada das propriedades rurais, a qual foi inviabilizada por não permitir o uso imediato dos resultados obtidos por grupos de propriedades típicas, face ao elevado número de grupos identificados (19) e a forte variação interna registrada nos fatores área e renda bruta total. A solução foi estabelecer nova tipologia, baseada em análise fatorial e classificação hierarquizada dos dados originais.

Para efeito do zoneamento utilizou-se o método de análise multivariável simples, conhecido como "Matrizes Ordenáveis", baseado no ordenamento progressivo por linhas e colunas da matriz inicial (indivíduos frente variáveis), até a obtenção de grupos homogêneos. Esse processo metodológico já havia sido empregado em 1988, pelo Projeto FAO - GCP/BRA/025/FRA (LAURENT, 1990), visando obtenção do agrupamento das comunidades produtoras de bracatinga. As zonas homogêneas permitem a identificação de propriedades típicas e a definição das prioridades para as diversas atividades de fomento do sistema bracatinga. Foram selecionadas 15 variáveis classificatórias, com elevada variação entre os grupos - área total da propriedade; área de bracatinga; área de milho-feijão; área de pastagens; área de pousio; índice de presença de olericultura/fruticultura; número de bovinos de leite e de corte; número de suínos; mão-de-obra contratada; trabalho fora da propriedade; renda bruta total e por hectare; índice de declividade das terras acima e abaixo de 20%.

Trata-se de um ordenamento manual dos dados das propriedades e comunidades rurais, com cruzamento de informações em linhas e colunas, onde os dados foram ordenados em 4 modalidades de enquadramento por variável, embasados em quartis de distribuição, numa planilha de tipificação das propriedades e comunidades rurais. As informações levantadas nos 257 questionários de imóveis rurais foram agrupadas e processadas, para estabelecer padrões ou parâmetros dos produtores de bracatinga, em planilhas específicas, destacando-se - caracterização dos produtores; situação do Passivo Ambiental; área do SISLEG definida no imóvel e sua averbação na escritura do imóvel; tipo de manejo desenvolvido no bracatingal; caracterização do bracatingal; uso da mão-de-obra na propriedade; formação de

renda média da propriedade; problemas com legislação, infra-estrutura e tecnologia com bracatinga; migração dos filhos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos resultados, a caracterização do produtor de bracatinga, sua posse da terra e disponibilidade de mão-de-obra, manejo dos bracatingais e remuneração pela madeira, são aspectos fundamentais no confronto com as restrições ambientais, carências organizacionais e impedimentos impostos pela sociedade urbana.

Desde 1970, as cidades integrantes da Região Metropolitana de Curitiba tem tido forte crescimento populacional, em grande parte ligado ao fenômeno de êxodo rural e desenvolvimento industrial, observado por Laurent (1990). Nesse contexto, a redução da densidade da população rural nos municípios com bracatinga tornou-se uma realidade sócio-econômica, associada a escassez de mão-de-obra e baixos níveis de tecnologia silvicultural, pois são praticamente inexistentes políticas públicas para manutenção da população rural e/ou geração de alternativas econômicas, tornando muito difícil evitar a polarização exercida pela cidade de Curitiba.

3.1 Identificação dos Produtores de Bracatinga

Os levantamentos de dados cadastrais existentes nos arquivos do Instituto EMATER, nos municípios de Bocaiúva do Sul, Rio Branco do Sul, Campina Grande do Sul e Tunas do Paraná, forneceram informações referentes aos produtores rurais e sua localização geográfica por comunidade, dimensionamento fundiário dos imóveis rurais e dos bracatingais existentes nas propriedades.

Contudo, as informações disponibilizadas não apresentaram todos os indicadores demandados, especialmente relativos a tempo de permanência na terra, pessoas residentes e em atividade na propriedade, renda familiar média e individual, principais atividades, dimensionamento da área e faixa etária dos bracatingais. No levantamento realizado a campo, obtiveram-se os dados complementares específicos.

3.2 Regularização da Posse da Terra

Verificou-se que 91% dos produtores de bracatinga são proprietários de seus

imóveis e apenas 9% são posseiros ou arrendatários das terras. Dentre os produtores posseiros, majoritariamente 70% deles apresentam idade superior a 50 anos de idade, fator dificultador ao processo de manejo dos bracatingais.

No tocante ao documento escritural de posse das terras do imóvel rural, observou-se que, embora todos sejam proprietários legítimos, pelo menos 50% deles ainda não possuem o registro definitivo da Escritura do Imóvel, emitido pelo Cartório de Registro de Imóveis da Comarca. Tal fato é decorrente da falta de regularização fundiária das propriedades rurais, atribuição que originalmente era efetuada pelo Instituto Ambiental do Paraná – IAP e atualmente passou ao Instituto de Terras, Cartografia e Geografia - ITCG, ambos vinculados à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA. Esta situação impede que os produtores de bracatinga tenham acesso ao crédito bancário visando o incremento de atividades em suas propriedades. Historicamente o Estado não tem solucionado o problema, conforme depoimentos dos produtores de bracatinga, apesar da criação de um órgão especializado, sugerindo a necessidade de efetuar uma força-tarefa para encaminhamento legal a curto prazo.

No aspecto de regularização das áreas de reserva legal e áreas de preservação permanente nas propriedades rurais, efetuada mediante registro na escritura do imóvel rural correspondente e especialmente junto ao IAP, no Sistema de Manutenção, Recuperação e Proteção da Reserva Florestal Legal e Áreas de Preservação Permanente – SISLEG, verificou-se que apenas 15% dos entrevistados tinham realizado o registro e averbação na escritura. Embora todos os proprietários tenham clareza sobre a localização e dimensionamento das áreas correspondentes, verificou-se que a causa básica do baixo índice de regularização encontra-se no relativo custo elevado da elaboração dos levantamentos topográficos e a confecção dos documentos, intimamente ligados a indisponibilidade financeira dos produtores de bracatinga.

3.3 Oferta de Mão-de-Obra Rural

Nas propriedades rurais com bracatinga verificou-se elevada escassez de mão-de-obra (Tabela 1.2), embora os indicadores primários possam apresentar valores relativos favoráveis, os quais devem ser cotejados com a idade média dos produtores e a área total de bracatinga nas propriedades rurais correspondentes.

Do total de propriedades com bracatinga, em 73% ou seja, em 188 delas verificou-se a disponibilidade de 278 pessoas como mão-de-obra familiar, resultando num fator médio de 1,4 pessoas por imóvel, índice baixo para atender as necessidades da maioria das propriedades rurais. Por sua vez, em 47% do total de imóveis, ou seja, em 120 propriedades rurais verificou-se que ocorre a contratação de mão-de-obra para serviços temporários, especialmente na colheita da madeira (serviços de limpeza da área, corte das árvores, empilhamento e transporte interno da madeira, entre outros serviços).

TABELA 1. 2 - Caracterização da disponibilidade de mão-de-obra nos imóveis rurais com bracatinga frente a mão-de-obra contratada (2007).

Total do Estudo	Imóveis Rurais (nº)		Disponibilidade de Mão-de-Obra Familiar (nº)
	Mão-de-Obra Disponibilizada		
	Familiar	Contratada	
257	188 (73%)	120 (47%)	278

3.4 Zoneamento Agroeconômico das Comunidades Rurais

A aplicação da metodologia de "matrizes ordenáveis", permitiu inferir algumas alterações nos indicadores componentes dos agrupamentos de comunidades rurais distribuídos em 4 Zonas Agroeconômicas (Figura 1.2), visando uma atualização dos dados da área de estudo.



FIGURA 1.2 - Zoneamento agroeconômico das comunidades rurais do levantamento da bracatinga.

As características das Zonas Agroeconômicas são descritas na Tabela 1.3, com diferenciações de uso das terras e disponibilidade de trabalho nas propriedades rurais por grupo de comunidades, considerando tamanho médio dos imóveis rurais,

intensidade de manejo de bracatinga e usos da terra frente mão-de-obra disponível.

A legenda empregada permite interpretar os 4 quartis de mensuração existentes em cada agrupamento de comunidades rurais e os critérios específicos empregados. Destaca-se a correlação entre tamanho médio das áreas de plantios de bracatinga e o tamanho médio das propriedades, frente mão-de-obra disponível.

TABELA 1.3 - Caracterização das diferenciações de uso das terras e de disponibilidade de trabalho nas propriedades por comunidades rurais.

Zona Agro Econômica	Comunidades Básicas	Tamanho Médio do Imóvel (1)	Intensidade de Uso das Terras nas Propriedades (2)					Trabalho Disponível (3)
			Bracatinga		Ptericultura	Suínos	Bovinos	
			Produtor (%)	Tamanho Médio				
Z1	Passa Vinte	xxxx	x	xxxx	x	xxx	xx	xxx
	Tigre	xxx	x	x	xx	xxxx	xx	xxx
	João XXIII	xxxx	x	x	x	xxx	x	xx
	Tunas	xxxx	x	xx	x	xxx	x	xxx
	Ouro Fino	xxxx	x	xx	xxx	xxxx	xxxx	xxx
Z2	Antinha	x	xxxx	x	xx	xx	x	x
	Campo Novo	xx	xxx	xxx	xx	x xx	x	xx
	CabeçaD'Anta	xx	xx	xxx	xx	xx	xxx	x
	Marrecas	xx	xxx	x	x	xxxx	xxxx	x
Z3	Rio Abaixo	xxx	xxxx	xxxx	x	xxx	xxxx	xx
	Palmital	xxx	xxx	xxxx	xx	xxxx	xxx	x
	Pau de Sangue	xxx	xxx	xxxx	xx	xxxx	xx	x
Z4	Cachoeirinha	x	x	x	xxx	xx	x	xxxx
	Aterradinho	x	xx	xxx	xxx	xxx	xx	xx
	Olaria	x	xxxx	x	xxxx	x	xx	x
	Salto	xx	xxxx	xxx	xxxx	xxx	xxx	x

LEGENDA:

1. Tamanho Médio Imóvel:

X = micro (até 4 ha);

XXX = média (de 15 a 32 ha);

XX = pequena (de 4 a 15 ha);

XXXX = grande (acima de 32 ha)

2. Intensidade de Uso das Terras:

X = uso mínimo, subsistência;

XX = uso regular, pouca diversificação;

XXX = bom uso, diversificação regular; XXXX = uso intensivo, diversificação intensa

3. Trabalho (disponibilidade e intensidade):

X = baixa; XX = regular; XXX = boa

O tópico de “suínos” identifica animais que não são de típica criação com utilização de tecnologia, mas sim de criação tradicional para uso familiar, onde os excedentes são comercializados na sede municipal, na maioria dos casos. O tópico de “bovinos” integra bovinos para produção de leite e para carne. A produção de leite destina-se basicamente ao consumo familiar, com excedentes sendo destinados para produção de queijo artesanal e de manteiga, com pouca destinação comercial. Os bovinos de corte apresentam majoritariamente destino comercial, apesar dos

baixos níveis de tecnologia empregada. A ocorrência de aves é comum nas comunidades, embora não referida, uma vez que o destino é consumo próprio, sejam ovos e principalmente carne.

Como principais características de cada zona agro-econômica destacam-se:

ZONA 1 - comunidades de Tigre, Ouro Fino, Passa Vinte, João XXIII e Tunas, todas integrantes de Tunas do Paraná, município desmembrado de Bocaiúva do Sul.

Trata-se de área marcada pelo contraste entre propriedades de latifúndio e minifúndio, onde as antigas áreas de bracatinga foram substituídas por plantios de pinus, em sua maioria. As pastagens tem presença marcante devido a escassez de mão-de-obra. As fortes declividades superam 100%, representando o principal fator limitante. Fora das grandes propriedades de gado de corte e plantio de pinus, a produção agrícola gira em torno da auto-subsistência, onde o trabalho assalariado representa a maior fonte de renda.

ZONA 2 - comunidades de Antinha, Campo Novo, Cabeça D'Anta e Marrecas.

As propriedades são pequenas, com área inferior a 15 ha, especialmente na Antinha, com produção relativamente diversificada. A área trabalhada é total, pouco recorrendo a arrendamento de novas áreas. Predomina o sistema clássico de milho-feijão e suínos, com alguns produtores de bovinos e plantios de eucalipto e/ou pinus. Trata-se de região com a menor fertilidade natural da área. A olericultura é inexpressiva, com predomínio de pastagens e capoeiras. A bracatinga vem associada na paisagem, com potencial de expansão.

ZONA 3 - comunidades de Rio Abaixo, Palmital, Pau de Sangue e Bom Retiro.

Constituída por propriedades médias, apresenta duas orientações de produção marcantes, tendo mais da metade dos produtores com produção de bracatinga, em regime de especialização silvicultural (Figura 11), enquanto os demais desenvolvem a produção de carne bovina. Também o cultivo de pinus tem presença marcante. Os terrenos apresentam declividades acentuadas entre 30 e 60%.

ZONA 4 - *comunidades de Cachoeirinha, Salto, Olaria e Aterrado*.

Predominam as micro propriedades, com áreas inferiores a 5 ha, apresentando área trabalhada média superior à área total das demais zonas agroeconômicas. Os agricultores cultivam terrenos de terceiros face a inviabilidade de acesso à terra, decorrente da escassez de novas áreas e de capital. A bracatinga tem ocorrência marcante, especialmente na comunidade do Salto. Existem muitos pequenos produtores especializados em olericultura, tendo a produção de milho, feijão e suínos como atividade complementar (Figura 12). Na área limítrofe com o município de Colombo, pontualmente encontram-se os melhores solos da região, com declividade média variável entre 10 e 20%.

3.5 Perfil do Produtor de Bracatinga

A população rural está em fase de envelhecimento global, em razão da emigração dos jovens para Curitiba ou outras zonas rurais mais dinâmicas. Dados do IBGE (2000) indicam que aproximadamente 45% da população ativa dedicava-se às atividades agropecuárias, contra 59% em 1980 e 71% em 1970.

O grau de instrução da população é baixo, estimada em 35%, sendo inferior à média regional, embora tenha ocorrido uma gradual redução da taxa de analfabetismo da população rural.

A população é composta principalmente por descendentes de europeus (especialmente de italianos, além de poloneses e alemães em menor proporção), que chegaram no início do século XX. Em geral, a população rural da área de estudo caracteriza-se por sua estagnação numérica, associada a uma forte miscigenação cultural e étnica. Verificou-se que a idade média dos proprietários rurais é bastante avançada, onde 58% deles apresentam mais de 50 anos de idade, fato preocupante para garantir uma manutenção de silvicultura em bases vigorosas, típica para os produtores de bracatinga.

Dos produtores de bracatinga entrevistados, apenas 42% possuem idade inferior a 50 anos, sendo quase todos herdeiros das propriedades e mais suscetíveis a mudanças no processo produtivo. Por outro lado, a maioria dos filhos já se retirou do meio rural, mantendo residência nas cidades, fato que explica o fenômeno do êxodo ocorrido frente as poucas oportunidades existentes para o pagamento da mão-de-obra com base no referencial urbano.

3.5.1 Área Média de Corte Anual de Bracatinga

Os indicadores demonstram que o processo produtivo de bracatinga mantém uma relativa linearidade entre a área de corte anual e a área de regeneração de bracatingais. A paisagem regional forma um mosaico de bracatingais com idades seqüenciais do crescimento das árvores, similar a um tabuleiro de xadrez.

A média de corte anual de bracatingais observada nas propriedades, identificada por estrato fundiário, é inferior a 20 hectares, com predomínio de talhões entre 2 a 5 hectares de produção e corte, confirmando os resultados do trabalho realizado por Dossa *et al.* (2004).

A área passível de corte observada em 2006, com idade superior a 7 anos, era de 37%, tendo havido um desajuste da área total de corte anual em decorrência das restrições ambientais estabelecidas pelo IAP, face a Lei nº 11.428 de 22/12/2006 e a Portaria nº 108 de 13/07/2007, as quais priorizam a conservação da vegetação.

3.5.2 Remuneração Mensal do Produtor de Bracatinga

O cultivo de bracatingais constitui em alternativa de renda para o produtor rural, desenvolvido normalmente numa área de corte anual que não ultrapassa aos 20 hectares, corroborando com as observações dos trabalhos realizados por Laurent & Mendonça (1989).

A permanência dos produtores no cultivo de bracatinga pode ser compreendida a partir da formação da renda total da propriedade. Em confirmação aos dados de Dossa *et al.* (2004), verificou-se que a renda média total nas propriedades é de R\$ 6.649,00, representando R\$ 554,00 por mês ou R\$ 369,00 por pessoa envolvida, enquanto em grandes propriedades, esse valor aumenta para R\$ 768,61 por pessoa / mês.

Quando uma família possui um de seus membros aposentado, com pensão governamental, torna a bracatinga uma atividade competitiva com a renda média urbana, para pessoas de baixa qualificação profissional. Outrossim, a produção de bracatinga não exige trabalho durante o desenvolvimento das árvores, fato que explica a permanência de produtores de bracatinga continuarem no meio rural até uma idade avançada.

Por outro lado, todos os produtores com áreas inferiores a 100 hectares

apresentam problemas de renda, pois cada propriedade com 1,5 membros da família trabalhando com a bracatinga, apresenta uma média de remuneração de R\$ 470,00 mensais. Como as áreas médias de corte de bracatinga são de apenas 6,3 hectares, geram uma renda média anual de R\$ 8.592,50, ou seja, R\$ 716,00 por mês na família por propriedade.

No meio urbano da Região Metropolitana de Curitiba, o trabalhador recebe um salário mínimo atual de R\$ 510,00, associado ao décimo terceiro salário, férias e FGTS, ou seja, recursos financeiros superiores ao valor dos recursos provenientes da produção e comercialização de madeira de bracatinga. A situação fica mais desfavorável quando se analisa o custo da oportunidade da terra, benfeitorias, máquinas e equipamentos empregados na produção de bracatinga, os quais não foram considerados neste estudo.

3.6 Mosaico dos Bracatingais

No levantamento dos 257 imóveis rurais com 2.958 hectares de plantios, verificou-se uma área média de 11,30 hectares de bracatinga, distribuídas em 4 agrupamentos de idades diferenciadas, ou seja:

- 15% para plantios com até 2 anos (plantação de bracatinga que permite a execução das técnicas de limpeza de sub-bosque, raleio, adubação e desramagem).
- 25% para plantios entre 3 e 5 anos de idade (bracatingal que permite eventual execução de raleio e limpeza de sub-bosque, além da técnica da desramagem).
- 23% para plantios entre 5 e 7 anos (idade sem condições de manejo silvicultural).
- 37% para plantios com idade superior a 7 anos (madeira potencial para indústria, mediante seleção de toras acima de 20 centímetros de diâmetro, efetuada durante o corte e empilhamento).

Observou-se que a produtividade média atual dos bracatingais, num ciclo de 7 anos, é relativamente baixa, variando entre 150 e 200 m³/ha de lenha. Dentre as causas, destacou-se a ausência de melhoramento genético para disponibilizar

sementes qualificadas para a produção de madeira de uso industrial e por tipo de sítios de produção.

A renovação dos bracatingais é efetuada mediante a queima dos resíduos da colheita de madeira para limpeza do terreno, seguido da regeneração do banco de sementes. Ocorre a quebra de dormência das sementes, com desenvolvimento inicial da bracatinga, associado ao plantio de milho-feijão, corroborando Laurent e Mendonça (1989). Verificou-se que a germinação média corresponde a uma densidade variável entre 40 mil e 100 mil plantas no primeiro ano, ficando ao redor de 25 mil plantas por hectare ao final do segundo ano.

O plantio de mudas de bracatinga, em terreno preparado (aração e gradagem) como em terreno não preparado mas apenas com coveamento, constitui em prática raramente usada pelos produtores, apesar de recomendações de Mazuchowski e Laurent (1993) e Carpanezi (1994). O espaçamento mínimo utilizado para plantio por sementes é de 1m x 1m entre plantas, enquanto para plantios por mudas usa-se 4 m² a 5 m² por planta, de conformidade com as orientações da EMBRAPA (1988) e Carpanezi (1994). Espaçamentos maiores na fase inicial não são usados face a dominância de espécies herbáceas invasoras.

A adubação nas covas e a supressão eficaz da competição por gramíneas e outras plantas, não são técnicas silviculturais adotadas, principalmente devido ao baixo valor pago pela madeira, corroborando com os dados de EMBRAPA (1988) e LAURENT *et al.* (1970). No cultivo de bracatinga por regeneração natural, sem etapa agrícola inicial, nenhuma capina e raleio são realizados, sendo necessário efetuar a limpeza do sub-bosque, mediante duas a três capinas nos primeiros cinco meses, com raleio parcial do número de plantas.

O sistema de corte usual das árvores, passou da foice e machado para foice e motosserra, procurando cortar os troncos e galhos em peças de 1,0 metro de comprimento. Com apoio de um cavalo ou boi e de uma “zorra”, atualmente substituídos por trator com carreta e/ou caminhonete, transporta-se o produto até a beira do carreador, empilha-se a madeira cortada e aguarda-se a venda e seu transporte final.

Ao final do processo de produção, a madeira de bracatinga apresenta características físicas básicas classificadas como moderadamente pesada, resistência mecânica média, difícil de cortar mas fácil de aplainar ou lixar, possuindo

problemas na sua secagem que determinam a necessidade de usar programas suaves devido sua alta propensão ao colapso (KLITZKE, 2006). Por esta razão, a secagem deve ser conduzida à baixa temperatura.

3.7 Restrições Ambientais para a Silvicultura da Bracatinga

O documento Informação de Corte com Declaração de Origem para Manejo Florestal da Bracatinga, - Formulário D, instituído pela Resolução nº 023 de 08/06/2004 da SEMA, é o documento que instruiu os procedimentos na propriedade englobando as atividades silviculturais de corte raso, raleio e queima controlada no bracatingal para regeneração do dossel. Essa concessão é fornecida pelo IAP, condicionada à observância da homogeneidade da formação florestal requerida para o corte, ou seja, mediante alta concentração de bracatinga, correspondente ao mínimo de 70% das árvores dentre as espécies arbóreas existentes no povoamento.

Desta forma, após a solicitação requerida pelo proprietário do bracatingal, com pagamento da Taxa Ambiental e da Taxa de Vistoria correspondentes (valor variável de acordo com a distância percorrida pelo fiscal do IAP), ocorre a vistoria da área para viabilizar a emissão da Autorização de Corte do Bracatingal. Em termos práticos, verifica-se longa morosidade no processo de obtenção da autorização de corte da bracatinga, uma verdadeira via crucis, com diversos casos mencionados pelos produtores superando a um ano de espera. As causas básicas estão nas frequentes alterações nos processos de encaminhamento adotados pelo órgão ambiental, privilegiando o enfoque ambientalista em prejuízo total do aspecto econômico da Agricultura Familiar, sem oferecer alternativas de sobrevivência, aliado a carência de recursos operacionais do IAP.

Em paralelo, através do Decreto nº 3320 de 12/07/2004, o Estado do Paraná determinou a obrigatoriedade de regularização prévia do SISLEG pelo proprietário rural para ser beneficiário de processos que requeiram procedimentos junto ao IAP e programas governamentais. Atualmente, nenhuma autorização de corte é liberada pelo IAP caso o produtor de bracatinga não comprove previamente a elaboração do projeto do SISLEG, devidamente registrado na escritura do imóvel rural. Essa regra governamental é apontada pelos produtores como um dos principais gargalos da cadeia produtiva da bracatinga.

Adicionalmente, a Resolução Conjunta IBAMA/SEMA/IAP nº 01 de 01 de junho de 2007, definiu o manejo das plantações de bracatinga pura para garantir a perpetuidade da espécie, ou seja, após feito o corte das árvores, a mesma área deve ser conduzida para a regeneração e produção num novo ciclo da espécie, desde que disponham um mínimo de 80% dos indivíduos da espécie florestal *Mimosa scabrella* Bentham, bem como, estabeleceu instruções ao processo de licenciamento do corte das árvores.

Através da Lei nº 11.428 de 22/12/2006, considera-se como integrantes do Bioma Mata Atlântica as formações florestais nativas e ecossistemas associados estabelecidos pela Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias (aonde estão os bracatingais); Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual, bem como, os manguezais, as vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste. Somente os remanescentes de vegetação nativa no estágio primário e nos estágios secundários inicial, médio e avançado de regeneração, tem seu uso e conservação regulados por esta Lei. Nela entende-se como bracatingal não manejado aquele que tenha ocorrência de mais de 20% de outras espécies arbóreas no dossel.

Por outro lado, considera-se como pequeno produtor rural aquele que, residindo na zona rural, detenha a posse de gleba rural não superior a 50 (cinquenta) hectares, explorando-a mediante o trabalho pessoal e de sua família, admitida a ajuda eventual de terceiros, bem como as posses coletivas de terra considerando-se a fração individual não superior a 50 (cinquenta) hectares, cuja renda bruta seja proveniente de atividades ou usos agrícolas, pecuários ou silviculturais ou do extrativismo rural em 80% (oitenta por cento) no mínimo.

Contudo, continua a prevalecer o rigor unilateral na aplicação da legislação ambiental, especialmente pelo IAP, Força Verde da Polícia Militar do Paraná e Promotoria do Meio Ambiente. As posturas são bastante restritivas ao manejo silvicultural e ao corte da bracatinga, aliado a exigência para atendimento de procedimentos excessivamente burocratizados, mas sem oferecer alternativas econômicas concretas ao agricultor.

Complementarmente, através da Portaria IAP nº 108, de 13 de junho de 2007, foram estabelecidos novos procedimentos administrativos para o manejo da

bracatinga no Estado do Paraná, com enquadramento diferenciado dos bracatingais em dois grupos distintos de imóveis rurais – propriedades de até 50 hectares para pequeno produtor e propriedades superiores a 50 hectares para as categorias de médio e grande produtor.

3.8 Penalização da Bracatinga para Produção de Água Metropolitana

A Região Metropolitana de Curitiba é caracterizada por grande número de áreas de mananciais, com nascentes de importantes rios, formadas pelas várzeas do Rio Iguaçu e pelas APA's do Passaúna e Irai, além de ser relevante reserva de água subterrânea formada pelo Aqüífero Karst.

Em contraste, atualmente um terço da população paranaense vive em menos de 10% do território do Estado, resultando na contaminação dos cursos d'água, evidenciando a falta de consciência da população e a inércia do Estado, aliado ao consumo crescente da mesma água.

Enquanto isso, os produtores de bracatinga sofrem com a postergação das autorizações de manejo das áreas de plantio da bracatinga pelos órgãos responsáveis. Como se fossem os culpados dos desmandos e insensibilidade da população urbana, os bracatingais puros tendem a se tornarem mistos pela demora da emissão das autorizações de corte correspondentes.

A legislação ambiental apresenta forte caráter proibitivo e restritivo ao produtor de bracatinga, embora não tenha alcançado os resultados que alguns ainda esperam. É imperioso estimular medidas de incremento da conservação e preservação da qualidade da água destinada ao meio urbano, contudo devem ser ajustadas medidas que deixem de penalizar unilateralmente a atividade florestal cíclica e secular na mesma região.

3.9 Organização da Produção de Bracatinga

Observou-se a falta de apoio das lideranças e entidades governamentais, de municípios e do Estado, para incrementar parcerias dos produtores de bracatinga com as indústrias consumidoras de madeira.

O uso histórico da madeira voltado para a produção de energia e a falta de preço alternativo para madeira manejada, em bases favoráveis para qualidade e

tecnologia adotada pelo produtor, constituem no grande entrave e desmotivação para parcerias. Como exemplo comparativo, verificou-se que uma árvore em pé valia R\$ 15,00 o m³, aumentando para R\$ 20,00 se colocada cortada e empilhada em peças de um metro no carreador, podendo atingir valores entre R\$ 25,00 a R\$ 30,00 o m³ se colocada no pátio da empresa consumidora. Por outro lado, o valor da madeira de bracatinga manejada e destinada para a movelaria facilmente chega a valores de 10 a 20 vezes superiores aos do mercado de lenha .

As prioridades identificadas para incremento da produção-produtividade estão centradas na introdução de técnicas silviculturais, especialmente de plantio por mudas, raleio de plantas nas áreas de regeneração, desrama das árvores para qualificação das toras e emprego do lodo de esgoto alcalinizado como fertilização. Verifica-se uma baixa atuação da assistência técnica, em especial do Instituto EMATER, bem como, seja mínimo o apoio da Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR junto aos produtores de bracatinga, apesar da oferta de lodo de esgoto alcalinizado, sem ônus para a Agricultura Familiar, com transporte até o imóvel rural visando fertilização dos solos florestais.

A existência de viveiros florestais nas sedes municipais não chega a ser um apoio na produção de mudas, devido ao desinteresse pelo plantio por mudas e a qualidade das mudas ofertadas, geralmente de baixo padrão silvicultural. Após o corte das árvores, realiza-se negociação individual para comercialização da madeira, normalmente através de compradores intermediários ao consumidor, sendo destinado ao uso energético.

De uma forma marcante, os compradores intermediários existentes nos municípios são representados por um grupo pequeno e exclusivo de pessoas dotadas de recursos financeiros e caminhões de transporte da madeira. Normalmente tem históricos vínculos familiares e/ou de vizinhança, além do domínio da informação junto aos centros compradores da Região Metropolitana de Curitiba. A comercialização diretamente com o consumidor industrial e comercial é feita de forma direta, obedecendo um cronograma de entrega. Enquanto que a madeira comercializada com o consumidor residencial, efetua um processamento prévio para peças pequenas dando agregação de valor na madeira.

Eventuais vendas de toras de bracatinga para uso industrial especialmente para confecção de mobiliário e/ou peças de móveis, assoalhos e laminados, são

realizadas por produtores com áreas maiores de bracatingais. As indústrias filiadas ao SINDIMOV - Sindicato das Indústrias Moveleiras da Região Metropolitana de Curitiba representam empresas com demandas relevantes por madeira de bracatinga. Verificou-se que o dimensionamento estabelecido pelos consumidores industriais apresenta diferenciação nas bitolas das toras, de acordo com o tipo de destinação da madeira. A aquisição é feita em comprimentos de 1,00 m, 1,25 m e 2,50 metros, com diâmetro mínimo de 8 centímetros, descascadas ou não. O descascamento das toras, requerido por algumas indústrias, implica no uso de equipamentos não disponíveis para pequenas propriedades e na espécie florestal. Alia-se a necessidade de mudança de procedimentos silviculturais pelo produtor e inclusão do descascamento no custo de produção da madeira.

Em 2008, foi instalada em Bocaiúva do Sul, uma indústria de peletização da madeira de bracatinga, - Indústria GRYM Bioenergia, visando suprir necessidades energéticas de indústrias de diversos segmentos, do Paraná e de outros Estados, além do mercado internacional, especialmente europeu. Representa um avanço organizacional para a cultura da bracatinga nas propriedades rurais.

4 CONCLUSÕES

Os indicadores do estudo apontam à uma realidade de ser inviável a curto prazo a cadeia produtiva da bracatinga, de forma econômica, caso seja mantida a atual intervenção do serviço de fiscalização com rígido enfoque ambientalista, aliado ao desconhecimento da realidade rural na atual ótica da sociedade urbana.

Diante das manifestações expressas pelos produtores de bracatinga, a conclusão do estudo está alicerçada especialmente nos seguintes fatos:

- * Omissão na percepção da realidade social pelos governantes, lideranças e sociedade urbana, considerando o produtor de bracatinga como um ser marginal a penalizar, por possuir uma área média de bracatinga de apenas 11,30 hectares, com corte escalonado (o produtor atrapalha a cidade).
- * Falta titulação das terras rurais com definição da posse efetiva dos imóveis e permissão de uso pelos proprietários, para viabilizar o acesso a concessões creditícias e parcerias com as indústrias.
- * Postura da fiscalização ambiental bastante incompatível com propostas de desenvolvimento regional rural, requerendo urgente modificação de

procedimentos e normativos legais, para viabilizar geração de renda e emprego com a adoção de tecnologia na bracatinga (prioridade urbana).

- * Ausência de parcerias entre indústrias florestais com produtores de bracatinga, para garantir o fornecimento contínuo de madeira de qualidade industrial associado à utilização de técnicas silviculturais de qualificação da madeira e fixação de preços estimulantes. A remuneração da lenha é insuficiente para manutenção da família rural em pequenas propriedades.
- * Maioria dos produtores encontra-se na faixa etária superior a 50 anos e está aposentada, enquanto seus filhos não trabalham ou deixaram de trabalhar na propriedade, embora 50% deles apresentem sua fonte de renda principal na venda da madeira de bracatinga. Adicionalmente, verifica-se escassez de mão-de-obra para desenvolver atividades rurais.
- * Falta viabilizar mecanismos financeiros alternativos para o produtor visando o levantamento das áreas de preservação permanente (APP e Reserva Legal) e registro nas escrituras dos imóveis rurais, frente postura policial do Estado e incapacidade financeira dos produtores, descapitalizados e inviabilizados de atuar com bracatinga.
- * Desmotivação dos produtores de bracatinga, face os impedimentos da burocracia para obtenção da autorização de corte, a falta de priorização municipal da atividade florestal nos planos das Prefeituras Municipais e insuficiência de Assistência Técnica às propriedades rurais.

5 REFERÊNCIAS

BHERING, S. B. *et al.* **Mapa de Solos do Estado do Paraná – Legenda Atualizada**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Florestas & EMBRAPA Solos & IAPAR, 2008. 74 p.

CARPANEZZI, A.A.; CARPANEZZI, O. T. B.; BAGGIO, A. J. Manejo de Bracatingais.

IN: **Anais da Oficina sobre Bracatinga no Vale da Ribeira / Guaraqueçaba**. Agência de Desenvolvimento da Mesorregião do Vale da Ribeira / EMATER-Paraná / EMBRAPA Florestas. Curitiba, 2004. 60 p. (p. 50-58).

CARPANEZZI, O.T.B. **Produtividade florestal e agrícola em sistemas de cultivo de bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) em Bocaiúva do Sul, Região**

Metropolitana de Curitiba-PR. Piracicaba: ESALQ, 1994. 77 p. Dissertação de Mestrado.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Florestais Brasileiras – Recomendações Silviculturais, Potencialidades e Uso da Madeira.** EMBRAPA Florestas. Colombo: EMBRAPA-CNPQ. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 640 p. il. (p. 337-347).

DOSSA, D.; MONTOYA, L.J.; MACHADO, A.M.B. Cenário Sócio-Econômico da Produção de Bracatinga. IN: **Anais da Oficina sobre Bracatinga no Vale da Ribeira / Guaraqueçaba.** Agência de Desenvolvimento da Mesorregião do Vale da Ribeira / EMATER-Paraná / EMBRAPA Florestas. Curitiba. 2004. 60 p. (p. 6-13).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. **Manual Técnico de Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.).** EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 20. Colombo, 1988. 70 p.

EMBRAPA. **Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Paraná.** Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, EMBRAPA-SNLCS. Rio de Janeiro. Série Documentos n. 96. 2007.

HOEHNE, F.C. **A Bracaatinga ou Abaracaatinga.** Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo. São Paulo, 1930. 50 p.

IAPAR. **Cartas Climáticas do Estado do Paraná:** 1994. Londrina, 1994. (IAPAR, Documentos, 18).

KLITZKE, R. J. **Desenvolvimento de programa de secagem para madeira de *Mimosa scabrella* (bracatinga) com 26 mm de espessura.** UFPR – FUPEF (Convênio Agência de Desenvolvimento da Mesorregião do Vale do Ribeira / Guaraqueçaba). Curitiba. 2006.

LAURENT, J.M.E. **Sistema agroflorestal da bracatinga na Região Metropolitana de Curitiba – Contexto sócio-econômico.** Curitiba: EMATER-PR, 1990. 50 p. il. (Projeto FAO-GCP/BRA/025/FRA. Série Estudos Florestais, 3).

LAURENT, J.M.E.; MENDONÇA, W.R. **Abastecimento de Lenha às Indústrias da Região Metropolitana de Curitiba – Norte.** Curitiba: EMATER-PR, 1989. 40 p. il.

(Projeto FAO-GCP/BRA/025/FRA. Série Estudos Florestais, 2).

MAZUCHOWSKI, J.Z. **Guia para Pesquisa de Mercado de Produtos Florestais**. Câmara Setorial da Erva-Mate do Estado do Paraná (Convênio MCT /CNPq /SEAB /CITPAR /EMATER – Paraná /APIMATE). Curitiba. 2001. 90 p. il. (Projeto PADCT III - Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

MAZUCHOWSKI, J.Z. **Organização da Reposição Florestal**. Curitiba: EMATER-PR, 1990. 126 p. il. (Projeto FAO-GCP/BRA/025/FRA. Série Subsídios Florestais, 2).

MAZUCHOWSKI, J.Z.; BECKER, J.C. **Relatório de Atividades do Projeto Unidades Rurais de Desenvolvimento Integrado 2004 a 2006**. Instituto EMATER e Agência de Desenvolvimento da Mesorregião Vale do Ribeira / Guaraqueçaba. Curitiba. 2006. 150 p., il.

MAZUCHOWSKI, J.Z.; LAURENT, J.M.E. **Melhoramento da Produção Energética e Alimentícia na Agricultura Tradicional do Estado do Paraná (Projeto Bracatinga) – Conclusões e Recomendações**. EMATER-Paraná e FAO (Projeto GCP/BRA/025/FRA). Bocaiúva do Sul. 1993.128 p.il.

MAZUCHOWSKI, J.Z.; DA SILVA, V.P.; BECKER, J.C. **Anais da Oficina sobre Bracatinga no Vale da Ribeira / Guaraqueçaba**. Agência de Desenvolvimento da Mesorregião do Vale da Ribeira / EMATER-Paraná / EMBRAPA Florestas. Curitiba. 2004. 60 p.

VALE DO RIBEIRA - Forum Mesorregional de Desenvolvimento - Câmara de Cultivos Florestais. **Dossiê da Bracatinga - Impedimentos para Desenvolvimento da Cadeia Produtiva da Bracatinga**. Agência de Desenvolvimento da Mesorregião do Vale do Ribeira / Guaraqueçaba. Curitiba. 2007. 8 p.

CAPÍTULO 2

EFEITO DA APLICAÇÃO DE LODO DE ESGOTO EM SOLOS COM CULTIVO TRADICIONAL DE BRACATINGA

JORGE ZBIGNIEW MAZUCHOWSKI, ALESSANDRO CAMARGO ANGELO

Artigo será submetido à publicação na
Revista ARVORE
ISSN eletrônico 1806-9088
ISSN impresso 0100-6762
r.arvore@ufv.br
Viçosa – MG, Brasil

EFEITO DA APLICAÇÃO DE LODO DE ESGOTO EM SOLOS COM CULTIVO TRADICIONAL DE BRACATINGA

MAZUCHOWSKI, J.Z. (1), ANGELO, A.C. (2)

(1) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal - Silvicultura, UFPR

(2) Professor, Dr. Departamento de Ciências Florestais, UFPR - Florestas

RESUMO

A espécie florestal *Mimosa scabrella* Bentham, conhecida comumente por bracatinga, é característica da região sul do Brasil, formando povoamentos puros, sendo de rápido crescimento. Apresenta cultivo difundido nas pequenas e médias propriedades rurais, com área média de corte anual inferior a 20 hectares. Na maioria das vezes, desenvolve-se em solos pobres de fertilidade natural, ácidos, com pH variando entre 3,5 e 5,5, com textura entre franca e argilosa. Na região de ocorrência natural da bracatinga são encontrados diversos tipos de solos, em especial no Paraná e da Região Metropolitana de Curitiba. Atualmente, a demanda por madeira de bracatinga ampliou e está voltada para usos industriais mais nobres, especialmente direcionada para a indústria moveleira. O objetivo do trabalho foi caracterizar os parâmetros de fertilidade com influência nos diferentes tipos de solos sobre o crescimento da bracatinga e produção de madeira. Desenvolvido em três comunidades rurais de Bocaiuva do Sul, tradicional município fornecedor de madeira de bracatinga, foram instaladas 3 áreas experimentais, compostas por 2 tratamentos com três repetições, a testemunha e o tratamento com adição de 30 t/ha de lodo de esgoto alcalinizado. As informações de composição química dos solos das áreas e do lodo de esgoto foram comparadas com indicadores de solos naturais de outras regiões. Os resultados indicaram reduzidos níveis de fertilidade natural dos solos, em especial de macronutrientes, de forma a tornar determinante a necessidade de adição de nutrientes na cultura da bracatinga visando incremento da produtividade de madeira, especialmente para produção de toras com DAP industrial.

Palavras-chave: solos florestais, fertilidade natural, produção de madeira.

ABSTRACT

EFFECT OF USING SEWAGE SLUDGE IN SOILS WITH TRADITIONAL CULTIVATION OF *MIMOSA SCABRELLA*

The *Mimosa scabrella* Bentham forest species is characteristic of the southern region of Brazil, forming pure stands, being of rapid growth. Shows widespread cultivation in small and medium-sized rural properties, with average annual cropping area less than 20 hectares. Most often develops in soils of natural fertility, acids with pH ranging between 3.5 and 5.5, with texture between clay and argillaceous sediments. In the region of natural occurrence of *Mimosa scabrella* several types of soil are found, particularly in the Paraná and the metropolitan region of Curitiba. Presently, the demand for *Mimosa scabrella* wood expanded and is directed toward industrial uses the noblest, especially directed to the furniture industry. The goal of the work was to characterize the fertility parameters with influence in different soils types on growth of *Mimosa scabrella* and timber production. Developed in three rural communities of Bocaiúva do Sul, traditional *Mimosa scabrella* wood supplier municipality, were installed 3 experimental areas, composed of 2 treatments with three repetitions, the witness and the treatment with added sewer sludge from 30 t/ha sewage sludge alkalized. The information of soil chemical composition experimental areas and of sewage sludge was compared with natural soil indicators of other regions. The results indicated low levels of natural fertility of soils, particularly macronutrients to make crucial the need for addition of nutrients in the culture aimed at increasing the productivity of *Mimosa scabrella* wood, especially for industrial production of logs with DAP appropriate.

Keywords: forest soils, natural fertility, timber production.

1 INTRODUÇÃO

A espécie florestal *Mimosa scabrella* Bentham, conhecida comumente por bracatinga, é característica da região sul do Brasil, onde freqüentemente chega a formar povoamentos puros, sendo de rápido crescimento quando comparada com outras espécies florestais nativas (LORENZI, 1998). Árvore pioneira, exigente em sol e com ciclo de vida curto, pertence à família *Fabaceae* (ex-*Mimosaceae*), gênero *Mimosa* e espécie *scabrella*. Apresenta duas variedades botânicas – a *scabrella*, a mais conhecida, de floração no inverno e com duas denominações populares diferenciadas pela cor da madeira (bracatinga-branca e bracatinga-vermelha), e a *aspericarpa*, com floração na primavera-verão, diferenciada pela cor argêntea ou prateada das folhas, conhecida como bracatinga-argentina (CARVALHO, 1994). O crescimento é maior nos cinco anos iniciais, podendo atingir até 25 m de altura e 50 cm de DAP médio após 8 anos de idade (CARPANEZZI *et al.*, 2004).

Klein & Hatschbach (1962) indicam que a distribuição geográfica natural da bracatinga ocorre no primeiro e segundo planaltos paranaenses, em praticamente todo planalto do Estado de Santa Catarina e parte do Estado do Rio Grande do Sul. Para Rotta & Oliveira (1981), a área de ocorrência natural geralmente se dá em locais de clima frio, entre as latitudes 23°50' S e 29°40'S e as longitudes 48°50' W até 53°50'W; em geral, estas áreas situam-se em altitudes acima de 700 m, com temperaturas médias anuais de 13 a 18,5° C, sem déficit hídrico anual.

As áreas com bracatinga ultrapassam aos 100 mil hectares no Estado do Paraná, concentrando-se em 60 municípios, envolvendo mais de 15.000 pequenas propriedades rurais, do Vale da Ribeira até União da Vitória (MAZUCHOWSKI *et al.*, 2004). As dimensões das áreas de corte de bracatinga são variáveis, embora a área média de corte anual não ultrapasse a 20 hectares por propriedade (BAGGIO *et al.*, 1986; LAURENT & MENDONÇA, 1989b; ROCHADELLI, 1997).

Historicamente o uso de madeira foi norteado pelo mercado de lenha para queima direta em residências, locomotivas de estrada de ferro e algumas indústrias regionais (cal, açúcar, olarias). Atualmente, a demanda por madeira de bracatinga ampliou e está voltada para usos industriais mais nobres, como serraria, laminação, movelaria e carvão vegetal para exportação (MAZUCHOWSKI & BECKER, 2006).

Destaca-se como espécie para recuperação de áreas degradadas, devido

a capacidade de depositar até 8 toneladas de material orgânico e 200 kg de nitrogênio por hectare. Além disso, possibilita o início do processo sucessional arbóreo para mais de 60 espécies vegetais (CARPANEZZI & LAURENT, 1988).

Na região de ocorrência natural da bracatinga são encontrados diversos tipos de solo, decorrente da grande diversidade litológica dos materiais de formação geológica. Porém, na região do Pré-Cambriano (correspondente ao Primeiro Planalto Paranaense), onde se situa a Região Metropolitana de Curitiba, além das regiões Sedimentar e do Derrame de Trapp, predominam os solos argilosos, bem drenados, ricos em matéria orgânica, ácidos e relativamente pouco desenvolvidos (MAZUCHOWSKI, 1990b). Quanto ao teor de fósforo, no horizonte A raramente ultrapassa 3 ppm, ao passo que no horizonte B, quase sempre está abaixo de 1 ppm (EMBRAPA, 1984; CARPANEZZI & LAURENT, 1988; EMBRAPA, 1999).

A espécie ocorre basicamente em áreas de Cambissolos Háplico e Húmico, argilosos e ricos em matéria orgânica, e também em Nitossolos Háplicos, Distrófico e Alumínico, argilosos e bem drenados, com baixos teores de matéria orgânica e horizonte superficial de coloração clara. Raramente é encontrada em áreas de Neossolo, Litólico e Cambissolo de relevo montanhoso, quer na Serra Geral quer na região do Açungui (EMBRAPA, 1984; EMBRAPA, 1999; EMBRAPA, 2008).

Nos municípios da Região Metropolitana de Curitiba, os bracatingais predominam em áreas de Cambissolo Húmico Argiloso, ácidos, bem drenados e mediamente profundos. Também ocorrem em Argissolo Vermelho Eutrófico e Distrófico e em Nitossolo Háplico Distrófico e Alumínico, argilosos, bem drenados, com baixos teores de matéria orgânica e com horizonte superficial de coloração clara (CARPANEZZI & LAURENT, 1988). Nos terrenos mal drenados de Organossolo, Gleissolo Melânico Alumínico e Gleissolo Háplico Tb Distrófico, associados a ambientes saturados de umidade elevada, dificilmente há formação de bracatingais pois ocorre crescimento reduzido e elevada mortalidade (EMBRAPA, 1984).

Os bracatingais ocorrem tanto em solos rasos como profundos, com fertilidade química variável. Na maioria das vezes, são solos pobres, bem drenados, ácidos, com pH variando entre 3,5 e 5,5, com textura oscilando entre franca a argilosa. Em terrenos rasos, fatalmente irá ocorrer a redução do ritmo de crescimento da árvore e das dimensões de DAP e altura (LAURENT & MENDONÇA, 1989a). Nas áreas plantadas por sementes ou por mudas, o crescimento da

bracatinga responde à profundidade efetiva e à riqueza química dos solos, em especial à adição de fósforo (CARPANEZZI, 1994).

As plantações de bracatinga crescem incorporando os nutrientes minerais absorvidos do solo e CO₂ fixado do ar em sua biomassa aérea. Durante o ciclo da cultura, parte da biomassa produzida deposita-se sobre o solo formando a serapilheira, a qual sofre decomposição e libera os nutrientes, tornando-os disponíveis para as plantas, numa ciclagem contínua que permite grande acúmulo de biomassa mesmo em solos de baixa fertilidade (BINKLEY *et al.*, 1992).

Por isso, Bettiol & Camargo (2006) afirmam que a utilização de lodo de esgoto para fins agrícola e florestal é uma das formas mais convenientes de aproveitamento, devido a riqueza em matéria orgânica e em macro e micronutrientes para as plantas. Enquanto para Miyazawa (1997), a aplicação de lodo de esgoto tratado resulta em efeitos positivos sobre a taxa de crescimento, na ciclagem dos nutrientes e na sustentabilidade do ecossistema florestal, sem apresentar impactos ecológicos. Rovira *et al.* (1996) destacam que o sistema radicial dos bracatingais forma um emaranhado de raízes na camada mais superficial do solo, aumentando a eficiência de absorção dos elementos disponíveis na camada superficial.

Tendo o horizonte estratégico da política regional buscando a produção e comercialização de madeira de bracatinga com qualidade industrial, direcionada para a indústria moveleira em especial, constitui em diretriz de fomento direcionado para instalação de indústrias especializadas, formação de mão-de-obra e busca de parcerias entre produtores e industriais (MAZUCHOWSKI & BECKER, 2006). Mas, verifica-se redução gradativa da área de produção pelos produtores, sem que haja manifestação e ações corretivas pelas lideranças municipais, frente a baixa produtividade dos bracatingais tradicionalmente manejados.

A caracterização de indicadores dos solos com bracatingais, em especial da fertilidade natural, aliado a adoção de técnicas silviculturais nos plantios da espécie, constituíram no embasamento da proposta deste experimento. Para tanto, estabeleceu-se como hipóteses:

- A presença de elevados teores de acidez com baixos níveis de pH na composição química dos solos estabelece fatores restritivos para o incremento da produtividade da bracatinga.
- O elemento fósforo no solo representa o fator mais significativo para a

produtividade da bracatinga dentre os macronutrientes de solos florestais.

- Avaliar a influência do lodo de esgoto seco e alcalinizado sobre o crescimento da bracatinga e a produção de madeira.

Em decorrência, estabeleceu-se como objetivo deste trabalho efetuar um estudo comparativo dos solos predominantes com bracatinga, visando a caracterização da fertilidade e sua influência sobre a produção de madeira.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização da Área de Estudo

Na definição do município para implantação da área de estudo, como critério seletivo utilizou-se a concentração de propriedades com cultivo da bracatinga nos municípios da Região Metropolitana de Curitiba (EMATER, 2005), aliado a disponibilidade de informações da cadeia produtiva (MAZUCHOWSKI *et al.*, 2004; MAZUCHOWSKI & BECKER, 2006) e apoio pelos produtores rurais.

Na seleção da propriedade e produtor-cooperador seguiu-se a metodologia do Instituto EMATER (MAZUCHOWSKI, 1990a), com pré-seleção de áreas geoespacialmente próximas, de Aterrado, Palmital e Bom Retiro em Bocaiuva do Sul.

Os proprietários foram contactados para checagem da disponibilidade de áreas com bracatingais de 18 meses de idade e verificação das condições edafotopográficas na gleba. Adicionalmente, a existência de glebas de cultivo na propriedade, com idades diferenciadas de bracatinga entre 1 a 7 anos, permitiu a análise do manejo silvicultural, uniformidade das árvores, qualidade da plantação florestal e tipo de solo. A escolha de áreas de bracatingal jovem, com 18 meses de idade, foi baseada na data de queima ocorrida em agosto de 2005.

Assim, o estudo foi implementado em três comunidades rurais, todas localizadas entre as latitudes 25°11' e 25°49' S e as longitudes 49°05' e 49°43' W, tendo como participantes respectivamente as propriedades de:

- Syro Gasparim: comunidade do Aterrado, categoria de médio produtor, com 70 anos de idade e 53 hectares de bracatinga manejada.
- José Poli: comunidade do Palmital, categoria de pequeno produtor, com 65 anos de idade e 35 hectares de bracatinga manejada.

- Itaciano Mocelin Araújo: comunidade do Bom Retiro, categoria de médio produtor, com 42 anos de idade e 70 hectares de bracatinga manejada.

2.2 Delineamento Experimental

Para execução do estudo foram instaladas 3 áreas experimentais, uma em cada propriedade selecionada. A área ocupada em cada parcela dos tratamentos foi de 25 metros quadrados (áreas de 5 m x 5 m), constando de 2 tratamentos com três repetições, totalizando 6 parcelas, sendo:

TT - Tratamento Testemunha (sem aplicação de lodo de esgoto)

TL30 - Tratamento com 30 t/ha de lodo de esgoto alcalinizado

2.3 Preparação da Área do Experimento

A instalação do experimento iniciou pela limpeza do sub-bosque e pela demarcação das parcelas em novembro-dezembro de 2006, empregando estacas de madeira pintadas de branco. Na sequência, selecionaram-se 12 plantas por parcela, com as melhores características fenotípicas e alinhamento de árvores.

As parcelas testemunha TT apresentaram diferentes densidades médias nas três propriedades (Tabela 2.1), enquanto nas parcelas da proposta do tratamento TL30 foram reduzidas para 12 plantas, mediante desbaste das plantas excedentes.

TABELA 2.1 – Densidade para plantas e espaçamento linear adotado na área experimental de bracatinga

Cooperador		Densidade (árvores/ha)	
Produtor	Comunidade	Original (18 meses)	Proposta (Instalação)
Syro Gasparim	Aterrado	37.900	4800
José Poli	Palmital	13.600	
ItacianoMocelin Araujo	Bom Retiro	28.500	

Retiraram-se as plantas de altura inferior às dominantes, com DAP inferior e espaçamentos inadequados entre plantas. Com alinhamento em 3 ruas espaçadas de dois metros e 4 plantas por linha, deixou a densidade em 4.800 árvores. A diferença substancial do número de plantas aos 18 meses de idade foi decorrente do critério adotado no pré-desbaste do primeiro ano, na capina do milho consorciado.

As árvores selecionadas foram numeradas sequencialmente de 1 a 12, em cada parcela, exceto a testemunha, sendo registradas num mapa de monitoramento contínuo. As parcelas foram identificadas com cartões numerados, acondicionados

em envelopes plásticos e afixados do lado esquerdo da mesma.

Adicionalmente, foi efetuada a medição de declividade das parcelas, com apoio de um clinômetro, seguido do cálculo do declive médio do bracatingal.

2.4 Intervenções Silviculturais nas Árvores de Bracatinga

Após a seleção das plantas em cada parcela, foram realizadas as medições individuais de DAP e altura em todas as árvores remanescentes e testemunha.

O manejo sistemático da mato-competição foi realizado a cada seis meses, com foice para limpeza da área experimental, anterior a coleta de dados.

No monitoramento das mensurações das plantas, utilizou-se suta florestal para medição do DAP e prancheta dendrométrica para a altura, repetidas nas campanhas de dezembro e junho de cada ano.

Aos 24 meses, efetuou-se a aplicação do lodo de esgoto alcalinizado, de forma manual, a uma distância de 30 cm das árvores, com apoio de baldes plásticos com volume individual de 15 quilos. A aplicação em cobertura, em forma de coroa e sem incorporação ao solo, foi critério prático adotado pelo produtor rural.

2.5 Coleta de Amostras de Solo

Efetuaram-se amostragens de solos de todas as parcelas em janeiro de 2007 (após a demarcação das parcelas e seleção das árvores) e das parcelas com aplicação de lodo de esgoto alcalinizado em março de 2009 (transcorridos 18 meses da aplicação). A coleta das amostras de solo obedeceu aos padrões metodológicos estabelecidos pela EMBRAPA (1979), retirando-se uma amostra simples, da camada de 0-20 cm de profundidade junto a uma árvore de bracatinga situada no meio de cada parcela, para posterior preparo da amostra composta.

As análises laboratoriais foram realizadas pelo Laboratório de Fertilidade do Solo, do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná, visando obtenção dos dados granulométricos e da composição química. Para tanto, as metodologias usadas na obtenção dos resultados foram com pH determinado em CaCl_2 ; a acidez potencial através da solução tampão SMP; o Fósforo e Potássio trocável extraídos com HCl 0,05N + H_2SO_4 0,025N; o Ca^{+2} + Mg^{+2} além do Al^{+3} trocáveis foram extraídos com KCl 1N.

2.6 Solos de Bracatingais

A caracterização dos solos das três propriedades e de microrregiões com ocorrência de plantações de bracatinga, para estudo da fertilidade natural, foi desenvolvida com resgate de documentos e dados cotejados com os indicadores dos mapas pedológicos e resultados analíticos de solos:

- Diagnóstico das áreas com bracatinga no Paraná (EMATER, 2005).
- Boletim técnico e mapa de reconhecimento de solos do Estado do Paraná, na escala 1:600.000, de 2008 (EMBRAPA, 2008).
- Boletins técnicos nº 40 e 57 e mapas de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná, na escala 1:600.000, de 1984 (EMBRAPA, 1984).
- Mapa de reconhecimento dos solos do Sudeste do Estado do Paraná, na escala 1:300.000 (EMBRAPA, 1974).

Para cotejo complementar da fertilidade natural dos solos de bracatingais, entre 2010 e 1974, realizaram-se amostragens de solos com bracatinga em condições edáficas similares (EMBRAPA, 1979) e com árvores de bracatinga tendo DAP superior a 20 cm e idade entre 6 e 10 anos. Foram amostrados solos em Almirante Tamandaré (Latosolo Vermelho distrófico), Bocaiuva do Sul (Cambissolo Húmico Alumínico, Associação de Latossolo Vermelho distrófico com Cambissolo Háplico), Colombo (Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico) e Rio Branco do Sul (Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Tipos de Solos na Área de Estudo

Na caracterização das áreas experimentais de bracatinga em Bocaiúva do Sul foram identificados os solos e as diferenciações físicas inerentes:

- * Syro Gasparim: solo do tipo Argissolo Vermelho Amarelo distrófico (PVAd) com A proeminente, textura média/argilosa, relevo suave ondulado, com declividade média de 8% e exposição solar sul.
- * José Polli: solo do tipo Cambissolo Háplico TB Distrófico (CXbd), de textura argilosa, ciclicamente com excesso de água no bracatingal, com declividade média de 6% e exposição solar oeste.

* Itaciano Mocelin Araújo: solo do tipo Cambissolo Háplico TB Distrófico (CXbd), de textura média para arenosa, ciclicamente com deficiência hídrica, com declividade média de 9% e exposição solar oeste.

3.2 Avaliação Granulométrica dos Solos

Os resultados da análise granulométrica (Tabela 2.2) indicaram valores bastante diferenciados entre as três propriedades, em função das características pedológicas de cada área experimental.

O teor de argila nos solos com bracingais representa o potencial de acúmulo ou carência de água na área experimental, fator importante para o desenvolvimento da bracinga. Contudo, a espécie possui a característica de não aceitar excesso ou carência de água, bem como, a exposição solar sul é a mais adversa para a produtividade do bracingal.

TABELA 2.2 – Resultado da granulometria dos solos nas propriedades experimentais de bracinga em Bocaiúva do Sul.

Produtor	Tipo de Solo	Análise Granulométrica (g/kg = %)					
		Areia		Silte		Argila	
		Teor	%	Teor	%	Teor	%
SYRO	PVAd	121	12	342	34	537	54
POLI	CXbd	387	39	263	26	350	35
ITACIANO	CXbd	261	26	188	19	550	55

3.3 Lodo de Esgoto Utilizado

O resultado laboratorial do lodo de esgoto seco da SANEPAR, apresentou uma composição química (Tabela 2.3) com ausência de Alumínio, embora tendo um pH levemente alcalino, bons teores de cálcio, elevados teores de fósforo trocável e de carbono, apesar de baixo teor de potássio.

TABELA 2.3 – Composição química do lodo de esgoto alcalinizado seco da SANEPAR (ETE Belém de Curitiba) usado no experimento de bracinga em Bocaiúva do Sul.

Lodo da SANEPAR	pH		Al+3	H+Al3	Ca+2	Mg+2	K	SB	T	Ca+Mg	P	C	V
	CaCl2	SMP	cmolc/dm ³								mg/dm ³	g/dm ³	%
Agosto 2007	7,80	8,30	0,0	0,0	43,40	3,80	0,46	47,66	47,66	11,4	21,30	39,7	100

O uso de calcáreo calcítico pela SANEPAR constitui em procedimento eficaz para elevação do pH no lodo de esgoto, mas sem equacionar os teores de Mg. Por sua vez, o baixo teor de K determina a necessidade de aplicação suplementar do

elemento após a aplicação do lodo de esgoto.

3.4 Solo com Lodo de Esgoto Alcalinizado Aplicado

Os valores médios da composição química do solo (Tabela 2.4) apresentam dados das análises de solos com amostragens de 2007 referentes ao solo em condição natural, enquanto de 2009 apresentam do solo após 18 meses da aplicação de lodo de esgoto alcalinizado. Essencialmente os resultados apontados são variáveis entre as três propriedades, embora com o mesmo resultado.

TABELA 2.4 – Resultados comparativos da composição química dos solos da área experimental, antes (2007) e após (2009) a aplicação de lodo de esgoto alcalinizado seco em bracingais do município de Bocaiúva do Sul.

Amostra de Solos		pH		Al+3	H+Al3	Ca+2	Mg+2	K	SB	T	Ca+Mg	P	C	V
Área	Ano	CaCl2	SMP	cmolc/dm ³								mg/dm ³	g/dm ³	%
Syro Poli Itaciano	2007	3,75	4,20	6,05	19,00	1,50	0,45	0,14	2,09	21,09	3,3	7,15	43,2	10,0
		4,10	4,80	1,60	12,10	3,90	1,90	0,17	5,97	18,57	2,1	6,10	44,7	32,0
		3,50	4,20	4,10	19,00	0,40	0,15	0,16	0,71	19,21	2,5	6,50	48,2	3,5
Syro Poli Itaciano	2009	3,50	4,50	3,75	18,90	1,65	0,50	0,14	2,29	21,19	3,4	12,95	58,5	11,0
		4,10	4,60	1,50	17,20	3,30	0,90	0,29	4,49	21,69	3,7	14,60	72,6	18,0
		3,70	4,70	3,10	13,10	2,10	0,30	0,10	2,50	15,60	7,0	7,30	49,4	16,0

3.4.1 Discussão sobre a Fertilidade no Solo Original

Os dados indicam uma condição de baixa fertilidade natural dos solos, com baixos teores de macronutrientes químicos a disposição da bracinga. Por isso, verifica-se que o pH indica uma elevada acidez, com elevados índices de Alumínio.

Completando aos indicadores diretos da acidez dos solos, os teores de Cálcio e Magnésio trocável também apontam baixos teores, inferiores ao teor mínimo necessário para um crescimento das árvores, os quais necessitam de correção para obtenção de resultados compatíveis na produção de madeira.

Os teores de Carbono apresentam indicadores relativamente altos e similares em todas as condições, com bons teores de matéria orgânica no solo.

De maneira geral, os teores de Fósforo disponível e de Potássio são muito baixos, necessitando de intervenção para incremento produtivo.

As características da bracinga como espécie pioneira demonstram a máxima exigência heliófila nos primeiros anos de crescimento vegetativo,

independentemente da concorrência com outras espécies vegetais. Adicionalmente, a sua produtividade está vinculada a oferta de nutrientes pelo solo.

Montagnini (1992) indica que a ciclagem biogeoquímica (interação solo-planta) em sistemas agroflorestais contribui para manter a produtividade dos solos e a otimização dos recursos naturais disponíveis, devido a coexistência de plantas com diferentes requerimentos de luz e distintos requerimentos nutricionais, explorando diversas camadas do solo.

Apesar da bracatinga apresentar características de adaptação fisiológica às condições edafo-climáticas inferiores, decorrente da exploração contínua das áreas manejadas de bracatinga na Região Metropolitana de Curitiba, observa-se uma gradual redução da produtividade e de DAP das toras, essencialmente pela ausência de reposição da fertilidade.

O eventual estímulo ao uso do lodo de esgoto alcalinizado em bracatingais deve considerar as observações de Furtini Neto *et al.* (2000) que verificaram alto conteúdo de Ca, Mg e P em solos corrigidos com calcáreo, embora as espécies florestais apresentem baixa eficiência no uso de Ca e Mg, mas possuem elevada eficiência para o P. Por outro lado, Carpanezzi & Carpanezzi (1992) verificaram que o crescimento das árvores em áreas plantadas respondeu à adição de fósforo e à profundidade efetiva do solo.

3.4.2 Discussão sobre a Fertilidade no Solo com Lodo de Esgoto Aplicado

Verificaram-se alterações na composição química dos solos, embora prejudicadas pela forma da aplicação do lodo de esgoto e pela ausência de incorporação ao solo, cujos componentes são agrupados pelo aumento (P, C, Ca e Mg, V%), redução no solo (Al) e sem modificação dos níveis (pH, H+Al, K, SB).

O pH caracterizou-se pela permanência do teor de elevada acidez, aliado ao teor elevado de Alumínio Trocável apesar de ter ocorrido relevante redução dos níveis no solo, persistindo o aspecto restritivo para a produção agroflorestal.

A adição do lodo de esgoto alcalinizado foi benéfica e acarretou alteração positiva nos teores no solo, embora em níveis pequenos e insuficientes para a espécie. Contudo, os teores de Cálcio trocável e Magnésio trocável disponíveis no solo indicam parâmetros inferiores ao mínimo necessário para o crescimento das plantas, ou seja, o teor de cálcio precisa triplicar para atingir ao teor referencial de

4,0 cmol/dm³, enquanto o teor de magnésio precisa duplicar para atingir o teor referencial de 0,80 cmol/dm³, de conformidade com os índices mencionados por Lima *et al.* (1997) e Furtini Neto *et al.* (2000).

Por outro lado, o teor de Potássio trocável continuou apresentando teores muito baixos, sem alteração dos valores decorrentes da adição de lodo de esgoto, insuficiente para adequação da fertilidade do solo. Não foi realizada adição complementar de K devido posicionamento do produtor contrário a essa alternativa.

Quanto aos teores de Fósforo disponível no solo ocorreu um incremento significativo sobre a situação original, em valores médios variáveis, mas levemente superiores ao mínimo necessário de 10 mg/dm³, de conformidade com os índices mencionados por Furtini Neto *et al.* (2000), após a aplicação do lodo de esgoto.

Quanto à saturação por Bases (Valor V), observou-se que apresentou valores extremamente baixos, inferiores ao teor mínimo referencial de 50-60%, conforme apresentado por Furtini Neto *et al.* (2000), indicando os níveis críticos da fertilidade nessa área com manejo de bracatinga.

Entretanto, o teor de C teve um incremento significativo, apesar de efetuado em uma única dosagem, com resultados variáveis por tipo de solo. Os solos com maior textura arenosa tiveram menor efeito na presença do elemento no solo. Efetuando a transformação do carbono orgânico verificou-se que os teores de Matéria Orgânica superam em 5 vezes aos níveis de 15 g/dm³ recomendados como referenciais (LIMA *et al.*, 1997; FURTINI NETO *et al.*, 2000).

A Soma das Bases (SB) teve o teor aumentado, indicando a melhoria da fertilidade do solo para o desenvolvimento da bracatinga. Como o cálculo corresponde à somatória do cálcio, magnésio e potássio, apesar da pequena alteração, o valor representa um indicador positivo para a fertilidade do solo.

Resultados parcialmente similares foram verificados por Barcelar *et al.* (2001), destacando-se que a adição de lodo de esgoto aumentou o pH do solo com bracatingal, nas profundidades de 0-10 cm, mas sem efeito residual significativo nos teores de C orgânico e Ca⁺² trocável, sem variações significativas para os valores de CTC da fração orgânica e total.

Os efeitos da aplicação do lodo de esgoto sobre o solo, com conseqüências refletidas nas propriedades físicas e químicas, relatadas por Epstein *et al.* (1976), observam que solos atingiram níveis de pH 6,5 e 6,8 após aplicados 5 níveis de lodo

de esgoto, embora relatando dificuldade para a aplicação de dosagens superiores a 120 t/ha. Apesar do aumento da capacidade de retenção e do conteúdo de água no solo, os níveis de N (nitrato) foram os mais elevados quando observados na profundidade de 15 a 20 cm e a disponibilidade de P foi alta somente nos dois primeiros anos.

Por outro lado, Jorge *et al.* (1991) e Melo *et al.* (2004), relatam que a adição do lodo de esgoto foi mais eficaz a curto prazo, melhorando as propriedades físicas e químicas do horizonte A, em comparação com o adubo verde.

Pela análise dos dados de solos da Região Metropolitana de Curitiba, verificou-se uma condição de baixa fertilidade natural dos solos, com teores de macroelementos químicos bastante limitados, condicionantes que determinam limitantes para um eventual incremento da produtividade da bracatinga. Pela classificação pedológica, observa-se que os tipos de textura são basicamente argilosos, especialmente nos grupos de Latossolos e de Argissolos, enquanto nos Cambissolos e Associações variam entre textura média e argilosa, com pH ao redor de 4,0 e 5,0. Adicionalmente, os solos apresentam teores de alumínio relativamente altos, com baixos teores de fósforo e potássio, exigindo correção e fertilização para incremento da produtividade das culturas.

No caso específico da bracatinga, independentemente da classe de solo analisada, verifica-se que a produção de madeira para serraria esbarra nos baixíssimos teores de macronutrientes. Os incrementos silviculturais necessários para validar a produtividade e a qualificação da madeira, tornam relevante a situação dos níveis do nutriente fósforo, face as funções vitais desempenhadas no crescimento das árvores

3.4.3 Implicações sobre o Uso de Lodo de Esgoto Alcalinizado

A realidade dos bracatingais apresenta aspectos técnico-operacionais que dificultam a utilização em larga escala do lodo de esgoto em propriedades rurais. Os condicionantes mais relevantes para desenvolver a aplicação em cobertura e sem incorporação ao solo decorrem basicamente de:

- Predomínio do consórcio da bracatinga com culturas agrícolas logo após realizada a queima dos resíduos resultantes da colheita de madeira

(plantio com plantadeira manual).

- Forma de plantio manual desenvolvido nas áreas de bracatingais (cultivo no toco), sem preparo do solo e sem práticas mecânicas de manejo.
- A viabilização da aplicação de lodo de esgoto após a instalação do bracatingal condiciona a prévia execução do desbaste para permitir a entrada dos agricultores.
- O lodo de esgoto normalmente será aplicado em cobertura, sem incorporação ao solo dos bracatingais, de forma manual, devido a incapacidade operacional de sua execução decorrente do volume aplicado e ao tamanho da área.
- Inexistência mercadológica de máquinas e equipamentos específicos, de dimensão adequada a propriedades da Agricultura Familiar, para viabilizar o uso do lodo de esgoto.

Assim, por basear-se na atividade manual, a forma de aplicação do lodo de esgoto nas parcelas experimentais não observou os procedimentos das técnicas empregadas em empresas florestais, embora destaquem-se como dificuldades operacionais típicas de propriedades da Agricultura Familiar:

- Esforço físico dispendido para transporte manual em baldes ou formas assemelhadas, seguido do espalhamento do material.
- Distâncias repetitivas para a mão-de-obra percorridas entre o ponto de descarga ou depósito do lodo de esgoto e a área de aplicação do material.
- Terreno destinado a aplicação do lodo de esgoto com topografia irregular e acidentada, especialmente dentro do bracatingal desbastado.
- Sistema viário nas propriedades com dificuldades para acesso de veículos utilizados pela SANEPAR, especialmente em clima chuvoso.

4 REFERENCIAS

BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A. A.; GRAÇA, L. R.; CECCON, E. Sistema agroflorestal tradicional da bracatinga com culturas agrícolas anuais. ***Boletim de Pesquisa Florestal***, Colombo, n. 12, p. 73-82, jun. 1986.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. (Ed.). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 312 p.

BINKLEY, D.; DUNKIN, K. A.; DeBELL, D.; RYAN, M. G. Production and nutrient cycling in mixed plantations of *Eucalyptus* and *Albizia* in Hawaii. **Forest Science**, Bethesda, USA, v. 38, n. 2, p. 393-408, 1992.

CARPANEZZI, O.T.B. **Produtividade florestal e agrícola em sistemas de cultivo de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) em Bocaiúva do Sul, Região Metropolitana de Curitiba-PR**. Piracicaba: ESALQ, 1994. 77 p. Dissertação de Mestrado.

CARPANEZZI, A. A. & LAURENT, J. M. E. (Ed.). **Manual técnico da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.)**. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Colombo, 1988. 70 p. (EMBRAPA-CNP. Documentos, 20).

CARPANEZZI, A.A.; CARPANEZZI, O.T.B.; BAGGIO, A.J. Manejo de bracatingais. In: Oficina sobre Bracatinga no Vale da Ribeira / Guaraqueçaba, 2004, Curitiba. **Anais ...** Curitiba: Agência de Desenvolvimento da Mesorregião do Vale da Ribeira, EMATER-Paraná, EMBRAPA Florestas. 2004. 60 p. (p. 50-58).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras – Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. EMBRAPA Florestas. Colombo: EMBRAPA-CNP. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 640 p. il. (p. 337-347).

EMATER. **Levantamento Anual da Realidade Municipal - Florestas**. Curitiba. 2005.

EMBRAPA. Centro de Pesquisas Pedológicas. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Sudeste do Estado do Paraná – 1ª Parte (Informe Preliminar)**. Curitiba, 1974. 150 p. il. (Boletim Técnico n. 40).

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, EMBRAPA-SNLCS. **Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Paraná**. Londrina: EMBRAPA Solos & Instituto Agrônomo do Paraná. Série Documentos n. 57, 2 v. 1984.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção da Informação;

Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1999. 412 p. il.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, EMBRAPA - SNLCS. **Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Paraná – Legenda Atualizada**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Florestas, EMBRAPA Solos, Instituto Agrônômico do Paraná. 2008, 74 p. il.

FURTINI NETO, A.E.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; MOREIRA, F.M.S. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 351-383.

KLEIN, R. M.; HATSCHBACH, G. **Fitofisionomia e notas sobre a vegetação para acompanhar a planta fitogeográfica do município de Curitiba e arredores (Paraná)**. Curitiba: 1962.

LAURENT, J.M.E.; MENDONÇA, W.R. **Abastecimento de lenha às indústrias da Região Metropolitana de Curitiba – Norte**. Curitiba: EMATER-PR, 1989a. 40 p. il. (Projeto FAO-GCP/BRA/025/FRA. Série Estudos Florestais, 2).

LAURENT, J.M.E.; MENDONÇA, W.R. **A comercialização dos produtos do sistema bracatinga na Região Metropolitana de Curitiba – Norte**. Curitiba: EMATER-PR, 1989b. 46 p. il. (Projeto FAO - GCP/BRA/025/FRA. Série Estudos Florestais, 1).

LIMA, H. N.; VALE, F. R.; SIQUEIRA, J. O. *et al.* Crescimento inicial a campo de sete espécies arbóreas nativas em resposta à adubação mineral com NPK. **Ciência e Agrotecnologia**, n. 21, p. 189-195, 1997.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed., Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 1998. v. 1, 368 p.

MAZUCHOWSKI, J. Z. **Princípios metodológicos para geração e difusão de tecnologia florestal**. Curitiba: EMATER-PR, 1990a. 72 p. il. (Projeto FAO - GCP/BRA/025/FRA. Série Metodologia Florestal, 2).

MAZUCHOWSKI, J. Z. **Anais do Seminário sobre Agrossilvicultura no**

Desenvolvimento Rural. Curitiba: EMATER-PR, 1990b. 222 p. il. (Projeto FAO - GCP / BRA / 025 / FRA - Bracatinga).

MAZUCHOWSKI, J.Z.; BECKER, J.C. **Relatório de atividades do Projeto Unidades Rurais de Desenvolvimento Integrado 2004 a 2006.** Instituto EMATER e Agência de Desenvolvimento da Mesorregião Vale do Ribeira / Guaraqueçaba. Curitiba: Relatório Técnico, 2006. 150 p. il.

MAZUCHOWSKI, J. Z.; DA SILVA, V. P.; BECKER, J. C. **Anais da Oficina sobre Bracatinga no Vale da Ribeira / Guaraqueçaba.** Agência de Desenvolvimento da Mesorregião do Vale da Ribeira / EMATER-Paraná / EMBRAPA Florestas. Curitiba. 2004. 60 p.

MIYAZAWA, M. **Metais pesados no solo e na planta.** Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina, 20 p., 1997.

ROCHADELLI, R. **Contribuição sócio-econômica da bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) na Região Metropolitana de Curitiba - Norte.** 83 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1997.

ROTTA, E.; OLIVEIRA, Y.M.M. Área de distribuição natural da bracatinga (*Mimosa scabrella*). In: Seminário sobre atualidades e perspectivas florestais: bracatinga uma alternativa para reflorestamento, 4. Curitiba. **Anais ...** Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1981. p. 1-23.

ROVIRA, P. S.; SOLER, J.S.; ROVIRA, J.S.; POLO, A. Agricultural use of sewage sludge and its regulation. **Fertilizer Research**, Kansas, USA, v. 43, n. 1-3, p. 173-177, 1996.

CAPÍTULO 3

COMPARAÇÃO DO CRESCIMENTO DA *Mimosa scabrella* Benth. APÓS APLICAÇÃO DE ADUBO QUÍMICO NPK

JORGE ZBIGNIEW MAZUCHOWSKI, ALESSANDRO CAMARGO ANGELO

Artigo será submetido à publicação na
Revista CIENCIA RURAL
ISSN 0103-8478
cienciarural@mail.ufsm.br
Santa Maria – RS, Brasil

COMPARAÇÃO DO CRESCIMENTO DA *Mimosa scabrella* Benth. APÓS APLICAÇÃO DE ADUBO QUÍMICO NPK

MAZUCHOWSKI, J.Z. (1), ANGELO, A.C. (2)

(1') Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal - Silvicultura, UFPR

(2) Professor, Dr. Departamento de Ciências Florestais, UFPR - Florestas

RESUMO

Apesar da bracatinga *Mimosa scabrella* Benth. apresentar um histórico de cultivo difundido há mais de 100 anos no Estado do Paraná, basicamente em pequenas e médias propriedades rurais, atualmente a área média de corte anual é inferior a 20 hectares, envolvendo 15.000 propriedades numa área superior a 100 mil hectares de bracatingais, em 60 municípios paranaenses. Na maioria das vezes, o seu cultivo desenvolve-se em solos pobres em fertilidade natural, ácidos, com pH variando entre 3,5 e 5,5. Na maioria das áreas, os solos não fornecem todos os nutrientes que as plantas precisam para um adequado crescimento. O incremento da adubação de bracatingais, independentemente do tipo de SAFs ou monocultivos específicos, exige a introdução de mudanças tecnológicas nas práticas silviculturais nas propriedades. A demanda vigente busca o incremento de madeira com valor industrial, mediante a introdução de tecnologia de melhoramento silvicultural. Poucos estudos foram realizados sobre a necessidade nutricional em diferentes estágios de crescimento. Para atender a fertilização dos solos com bracatinga, o estudo desenvolvido em Bocaiúva do Sul – PR objetivou avaliar a influência da adubação química NPK associada com a execução do desbaste e desrama das árvores. O experimento constou de dois tratamentos, com três repetições, totalizando seis parcelas. Verificou-se que a bracatinga não apresentou resposta estatística nos resultados de crescimento em DAP e em altura após a adição de adubo químico da fórmula 10-20-10, a base de 300 kg/ha, aplicados ao redor das plantas, na superfície mas sem incorporação ao solo. O insucesso da intervenção silvicultural para incremento de DAP e altura não permite embasar uma decisão empresarial, embora tenha sido comprovado que a formulação e dosagem do adubo NPK devem ser adequadas para a realidade do bracatingal.

Palavras Chave: adubo químico, produtividade, madeira de qualidade industrial.

ABSTRACT

COMPARISON OF THE GROWTH OF *Mimosa scabrella* Benth. AFTER APPLICATION OF NPK CHEMICAL FERTILIZER

Mimosa scabrella Benth not with standing. submit a history of widespread cultivation for over 100 years in the State of Paraná, primarily in small and medium-sized rural properties, currently the average annual cropping area is less than 20 hectares, involving 15,000 properties over an area of more than 100 thousand hectares of plantations of *Mimosa scabrella* Benth in 60 municipalities in Paraná. Most of the time, its cultivation grows on soils poor in natural fertility, acids with an pH ranging between 3.5 and 5.5. In most areas, soils do not provide all the nutrients that plants need for proper growth. The increased fertilization of *Mimosa scabrella* Benth, regardless of the type of specific homogeneous crops or in specific agroforestry systems (SAFs), requires the introduction of technological change silvicultural practices in properties. The current demand for the wood increment with industrial value by introducing forestry technologies improvement technology. Few studies have been conducted on the nutritional needs at different stages of growth. To address soil fertilization with *Mimosa scabrella*, the study developed in Bocaiúva do Sul-PR aimed to assess the influence of NPK chemical fertilization associated with the implementation of roughing and pruning of trees. The experiment consisted of two treatments, with three repetitions, totaling six installments. It was found that *Mimosa scabrella* did not provide statistical response in growth results in DAP and in height after the addition 300 kg/ha of compost formula 10-20-10, applied around the plants on the surface but without incorporation into the soil. The failure of intervention to forestry technologies and height increment DAP does not support a business decision, although it has been established that the formulation and dosage of NPK fertilizer should be suitable for the reality of *Mimosa scabrella* plantation.

Key Words: chemical fertilizers, forest productivity, industrial quality wood.

1 INTRODUÇÃO

A floresta, quando em equilíbrio, reduz ao mínimo a saída de nutrientes do ecossistema pela interação solo-vegetação. A introdução de nutrientes num ecossistema pode reciclar por tempo mais ou menos prolongado, dependendo da eficiência da ciclagem bioquímica e biogeoquímica (POGGIANI *et al.*, 2000). Por sua vez, as plantações florestais de rápido crescimento, como bracatinga e eucalipto, crescem incorporando os nutrientes minerais absorvidos do solo, além do CO₂ fixado do ar, em sua biomassa aérea. Após determinado tempo, parte da biomassa produzida deposita-se novamente sobre o solo formando a serapilheira, sofrendo decomposição para liberar os nutrientes para torná-los disponíveis para as plantas ocorrendo grande acúmulo de biomassa florestal (BINKLEY *et al.*, 1992).

A popular bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) como árvore característica do sul do Brasil, ocorre em povoamentos puros e associações secundárias, sendo de rápido crescimento quando comparada com outras espécies florestais nativas (LORENZI, 1998). Constitui em pioneira de rápido crescimento e curto ciclo de vida, da família *Fabaceae* (ex-*Mimosaceae*), gênero *Mimosa*, ocorrendo abundantemente na Região Metropolitana de Curitiba (CARVALHO, 1994) e constituindo na principal fornecedora de lenha para atendimento das necessidades energéticas regionais (LAURENT e MENDONÇA, 1989).

As plantações florestais causam menos impactos que qualquer outra cultura intensiva, embora precisem estar em harmonia com as prioridades ecológicas e sociais da região. Ecologicamente constituem-se em áreas de sucessão secundária, controlada e dirigida pelo silvicultor e mantida sempre na fase juvenil com elevada produtividade (MOCHIUTTI, 2007). Desta forma, as árvores extraem consideráveis quantidades de nutrientes e água do solo, precisando ser bem manejados para não causarem degradação do meio ambiente. Nas plantações florestais são toleráveis determinados desequilíbrios nutricionais temporários, embora ao longo do ciclo silvicultural deva ser mantido o equilíbrio dinâmico entre as entradas e as saídas dos nutrientes do sítio florestal (POGGIANI *et al.*, 1998).

A quantidade e o tipo de nutriente exportado dependem principalmente do componente da árvore a ser colhido, da idade de corte do povoamento, das condições edafoclimáticas e da eficiência dos processos de ciclagem de nutrientes

de cada uma das espécies (SCHUMACHER, 1996). Dentre os fatores químicos desfavoráveis para a reação do solo, o mais comum é a acidez excessiva, que promove o aparecimento do alumínio em solução, que passa a ser um cátion trocável, sendo esta uma consequência da acidez dos solos e não sua causa. Nessas condições, podem também ocorrer teores de manganês em níveis tóxicos, bem como, de ferro (VAN RAIJ, 1981).

A bracatinga ocorre basicamente em áreas de Cambissolos Háplico e Húmico, solos argilosos e ricos em matéria orgânica, e, em Nitossolos Háplicos Distrófico e Alumínico, argilosos bem drenados, com baixos teores de matéria orgânica e horizonte superficial de coloração clara. Raramente é encontrada em áreas de Neossolo, Litólico e/ou Cambissolo de relevo montanhoso da Serra Geral e da região do Açungui. Nos terrenos mal drenados como Organossolo, Gleissolo Melânico Alumínico e Gleissolo Háplico Tb Distrófico, associados a ambientes saturados de umidade, dificilmente haverá áreas de bracatinga (EMBRAPA, 2008).

Nos municípios da Região Metropolitana de Curitiba, os bracatingais predominam em áreas de Cambissolo Húmico Argiloso, ácidos, bem drenados e mediamente profundos, além de Argissolo Vermelho Eutrófico e Distrófico e de Nitossolo Háplico Distrófico e Alumínico, argilosos, bem drenados, com baixos teores de matéria orgânica, horizonte superficial de coloração clara (CARPANEZZI & LAURENT, 1988).

Os bracatingais ocorrem tanto em solos rasos como profundos, com fertilidade química variável. Na maioria das vezes são solos pobres, bem drenados, ácidos, com pH variando entre 3,5 e 5,5, com textura oscilando entre franca a argilosa. Em terrenos rasos, fatalmente irá ocorrer a redução do ritmo de crescimento da árvore e das dimensões de DAP e altura (LAURENT & MENDONÇA, 1989). Nas áreas plantadas por sementes ou por mudas, o crescimento da bracatinga responde à profundidade efetiva e à riqueza química dos solos, em especial à adição de fósforo (CARPANEZZI, 1994).

Diante da redução gradativa da fertilidade natural nos sítios florestais da Região Metropolitana de Curitiba, ao longo dos anos, sem adubações de reposição, Baggio & Carpanezi (1997) estimaram a exportação de nutrientes pelos bracatingais. Do peso total dos nutrientes levantados na biomassa de bracatinga, verificaram que a lenha (toras) representou 71,3% contra 28,7% encontrados na

copa (galhos e biomassa verde). Consequentemente, o total das quantidades dos macronutrientes P, K, Ca e Mg exportados pela retirada de lenha, numa produtividade média de 150 m³/ha, foram equivalentes a 10,3% da renda bruta obtida pela atividade florestal cíclica.

A necessidade de adubação decorre do fato de que nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes que as plantas precisam para um adequado crescimento (GONÇALVES, 1995). Assim, as características e a quantidade de adubo a aplicar dependerão das necessidades nutricionais da espécie, da fertilidade natural do solo, da forma de reação e eficiência dos adubos, dos fatores de ordem econômica (EMBRAPA-CNPT, 1989). Visando atender as exigências de nutrientes e a nutrição da bracatinga, poucos estudos foram realizados sobre sua necessidade nutricional em diferentes estágios de crescimento, principalmente dos elementos absorvidos em maior quantidade, os macronutrientes primários (NPK) que são responsáveis pelo crescimento (CARDOSO *et al.*, 1985; VOGEL *et al.*, 2001).

Lima *et al.* (1997) observaram a campo que a redução no crescimento de espécies pioneiras e secundárias devido a omissão de NPK, foi maior aos oito meses comparativamente aos dezesseis meses após o plantio, indicando redução nas exigências nutricionais conforme a idade das plantas. No sistema tradicional de cultivo da bracatinga não é corrente a utilização de adubação química. A prática da queima dos resíduos de exploração propicia a mineralização rápida de parte considerável dos nutrientes, aumentando a fertilidade do solo, principalmente da camada superficial (CARPANEZZI, 1994).

Buscar alternativas que melhorem a qualidade e produtividade dos plantios florestais é um desafio. A adubação mineral NPK, aliada ao controle da competição, mostra-se como uma das alternativas para ser adotada visando elevar a produtividade florestal (CLAUBERG, 2005).

Desta forma, um programa voltado ao incremento da adubação de bracatingais, independentemente do tipo de SAFs ou monocultivos específicos, exige a introdução de mudanças tecnológicas profundas nas práticas silviculturais desenvolvidas nas propriedades. Adicionalmente, para viabilizar o processo de fertilização de bracatingais destacam-se dois aspectos relevantes a serem utilizados no dimensionamento das medidas tecnológicas – quantificação da exportação de macronutrientes pela madeira extraída e relevância da adubação de reposição.

A carência de indicadores específicos para a espécie embasou a pesquisa sobre o uso da adubação química NPK para incremento de madeira de bracatinga, desenvolvido no município de Bocaiúva do Sul-PR, tradicional fornecedor de madeira de bracatinga, tendo como objetivos:

- Avaliar a influência da adubação química NPK, associado a técnicas silviculturais de desbaste e desrama das árvores, sobre o crescimento da bracatinga e a produção de madeira.
- Caracterizar as diferenciações verificadas pelo grau de utilização de técnicas de manejo silvicultural da bracatinga.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização da Área Experimental

O critério utilizado para a definição do município destinado a implantação da área experimental foi a concentração de propriedades com cultivo da bracatinga existente nos municípios integrantes da Região Metropolitana de Curitiba (EMATER, 2005), aliado a disponibilidade de informações relativas à cadeia produtiva de bracatinga (MAZUCHOWSKI *et al.*, 2004; MAZUCHOWSKI & BECKER, 2006) e a disposição de apoio pelos produtores rurais.

No processo de seleção da propriedade e produtor-cooperador seguiu-se a metodologia do Instituto EMATER (MAZUCHOWSKI, 1990), resultando na pré-seleção de propriedades geo-espacialmente próximas, situadas nas comunidades de Aterrado, Palmital e Bom Retiro, de Bocaiúva do Sul-PR. Inicialmente, os proprietários foram contactados para checagem da disponibilidade de áreas com bracatingais jovens de 18 meses de idade e obtenção da anuência para realização do experimento, com verificação das condições edáfo-topográficas na gleba.

Adicionalmente, condicionou-se para seleção a existência de glebas de cultivo, com idades diferenciadas de bracatinga entre 1 a 7 anos, para analisar o manejo silvicultural, uniformidade das árvores, qualidade da plantação florestal e tipo de solo. A escolha foi baseada na data de queima ocorrida em agosto de 2005.

Assim, o experimento foi instalado na comunidade do Aterrado, na propriedade de Syro Gasparim, entre as latitudes 25°11' e 25°49' S e as longitudes 49°05' e 49°43' W. O produtor de 70 anos de idade, enquadrado na categoria de

médio produtor, dispõe de 53 ha de bracatingais manejados.

2.2 Delineamento Experimental

O experimento constou de dois tratamentos com três repetições, totalizando seis parcelas, tendo como tratamentos:

Te - Tratamento testemunha com manejo silvicultural mínimo, sem adubo químico, com desbaste e com desrama.

TAd - Tratamento com aplicação de 300 kg/ha de adubo químico NPK da fórmula 10-20-10, com desbaste e com desrama.

2.3 Preparação da Área do Experimento

A instalação do experimento iniciou pela limpeza do sub-bosque e da demarcação das parcelas em novembro-dezembro de 2006, empregando estacas de madeira pintadas de branco. Na sequência, efetuou-se a seleção das 12 plantas por parcela, com as melhores características fenotípicas e alinhamento de ruas e árvores; em decorrência, ficaram 3 ruas espaçadas de 2 metros e 4 plantas por linha, definindo parcelas de 5 m x 5 m.

As plantas excedentes na densidade média original de 36.800 plantas/ha foram eliminadas, com uso de foice e facão, reduzindo para 4.800 árvores/ha.

As árvores selecionadas foram numeradas sequencialmente de 1 a 12, em cada parcela, sendo registradas num mapa de monitoramento contínuo. As parcelas foram identificadas com cartões numerados, acondicionados em envelopes plásticos e afixados do lado esquerdo da mesma.

Em todas as parcelas foram desenvolvidos os procedimentos para medição dos espaçamentos inter-árvores com utilização de trena.

Adicionalmente, foi efetuada a medição de declividade das parcelas, com apoio de um clinômetro, seguido do cálculo do declive médio do bracatingal, para verificar a uniformidade da topografia entre as parcelas do experimento.

2.4 Intervenções Silviculturais nas Árvores de Bracatinga

No monitoramento semestral das mensurações individuais das plantas, utilizou-se suta florestal para o DAP enquanto a prancheta dendrométrica foi usada

para a altura. Essas medições foram sistematicamente repetidas nas campanhas de dezembro e junho de cada ano.

Ao redor das parcelas foram realizadas roçadas semestrais de limpeza para estabelecer bordaduras de 2 metros, bem como, internamente em cada parcela.

Quando o bracatingal atingiu a idade de 24 meses, procedeu-se a desramagem até a altura de 3 metros, visando obtenção de primeira tora com madeira de qualidade, utilizando serrote de poda com lâmina de duplo corte.

2.5 Seleção e Aplicação de Adubo Químico NPK

Basicamente não existe adição de adubo químico NPK nas áreas de bracatingais, apenas ações pontuais realizadas pela política de estímulo governamental com fornecimento de formulações de adubo químico em programas específicos, norteados pelo princípio do menor custo de aquisição, decorrente da concorrência pública obrigatória, apesar de acesso relativamente facilitado mas limitado para os produtores integrantes da Agricultura Familiar.

Na idade de 24 meses do bracatingal, foram aplicados 300 kg/ha de adubo químico da fórmula 10-20-10 correspondente a 30 kg.ha⁻¹ de N, 26 kg.ha⁻¹ de P e 24 kg.ha⁻¹ de K, ou seja, foram colocadas 750 gramas de fertilizante em cada parcela de 25 metros quadrados (correspondeu a 62,50 g/árvore).

Efetou-se a aplicação a 20 cm de distância média das árvores, de forma manual, na superfície do solo. Contrariando a orientação específica, não foi efetuada incorporação ao solo, sendo a dosagem similar à utilizada em culturas agrícolas de milho e feijão, definida como critério prático para o produtor.

A comparação dos efeitos dos tratamentos e as variáveis respostas referentes a nutrientes, medições de DAP e altura, foram analisadas pelo Teste t. As comparações entre as médias dos resultados foram realizadas com Intervalos de Confiança construídos a 95% de certeza. Nos procedimentos estatísticos empregou-se o software Statgraphics Centurion XV.I.

2.6 Obtenção de Incremento Volumétrico de Madeira

A comprovação do incremento volumétrico de madeira esperado em um povoamento florestal foi originalmente desenvolvida por Ahrens (1981), mediante a

determinação do volume individual das árvores e/ou de parâmetros florestais, através da utilização da equação $V = 0,3879.D2H$ (AHRENS, 1992).

Assim, para plantações de bracatinga, a utilização dessa fórmula sobre os dados de parcelas ou outras unidades de mensuração, permite que se visualise indicadores produtivos específicos, por indivíduo ou por unidade de área de plantio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Efeito da Adubação Química NPK no DAP da Bracatinga

Na síntese dos dados decorrentes da aplicação de adubo químico NPK sobre o desenvolvimento médio de DAP da bracatinga, demonstrada na Tabela 3.1, efetua-se uma comparação evolutiva entre 18 meses e 66 meses de idade.

TABELA 3.1 – Comparativo do efeito do adubo químico NPK sobre o desenvolvimento médio do DAP da bracatinga, no período 2006 a 2010.

Parcelas dos Tratamentos	2006	2007	2008	2009	2010
Te1	3,56	4,38	6,35	8,05	9,48
Te2	3,31	4,13	5,52	6,68	9,78
Te3	2,55	3,19	5,09	5,57	7,50
Média Te	3,14	3,90	5,65	6,77	8,63
TAd1	3,02	3,66	5,34	6,93	8,14
TAd2	2,73	3,52	5,08	6,11	7,07
TAd3	2,93	3,92	5,78	7,88	8,98
Média TAd	2,89	3,70	5,40	6,97	8,06

A análise estatística dos dados revelou que não ocorreu diferença nos resultados de crescimento da bracatinga após a aplicação do adubo químico NPK, ou seja, não houve resposta positiva para a dosagem empregada, formulação aplicada e forma de aplicação. Basicamente indica uma insuficiência agrônômica na formulação estabelecida como adubação química NPK para o bracatingal, aliado a não incorporação ao solo.

Analisando as médias do DAP nos tratamentos Te e TAd, verifica-se que ocorreram pequenas variações entre as parcelas de repetição. Em consequência, conclui-se que a aplicação de adubo químico NPK em bracatingais, na dosagem e formulação empregadas, não apresentou resposta positiva. Contudo, destacam-se como considerações específicas:

- Analisando a série histórica, verifica-se que os dados da parcela TAd foram ligeiramente inferiores aos dados do tratamento Te, de forma seqüencial.
- No comparativo dos dados parcelares de DAP médio do experimento entre os tratamentos TAd e Te, verificou-se que as parcela adubadas tiveram um desempenho médio 10% inferior ao obtido nas parcelas testemunha.

Apesar do critério de seleção das plantas de bracatinga aos 18 meses de idade ter utilizado o mesmo procedimento nas parcelas experimentais, o relativo insucesso da utilização de adubo químico NPK no experimento, permite levantar algumas causas prováveis. Assim, destacam-se a regeneração contínua do mesmo material pelo produtor rural, ao longo de mais de 10 ciclos de manejo, sem incorporação de medidas silviculturais de seleção de sementes ou preservação de árvores com características fenotípicas superiores, aliado ao depauperamento da fertilidade natural do solo decorrente de sua utilização.

Desta forma, os dados de DAP constituem o efetivo resultado por não ter sido beneficiado pelas intervenções silviculturais, especialmente pela aplicação de formulação química insuficiente de adubo químico para o incremento da produção.

De forma similar, Daniel *et al.* (1997) indicam a existência de forte correlação entre o diâmetro do colo e as demais características morfológicas das plantas, onde o diâmetro do colo pode auxiliar na definição das doses de fertilizantes a serem aplicadas na produção de mudas, em especial a dose de P.

A dosagem de P existente na formulação de adubo químico empregado, aliado aos baixos teores presentes no solo da área experimental, foram aspectos que conduziram a ineficiência da técnica. Esta situação também foi verificada por Cardoso *et al.* (1985) quando os melhores resultados para diâmetro do colo na bracatinga ocorreram com fósforo aplicado na solução nutritiva, enquanto os menores crescimentos em altura ocorreram quando produzidos somente com uréia ou com potássio. Adicionalmente, um nível baixo de P é prejudicial ao crescimento em diâmetro e altura, enquanto um nível muito alto não proporciona o melhor crescimento, possivelmente prejudicando a absorção e aproveitamento do Zn pela planta de bracatinga.

A insuficiência de macroelementos minerais no solo de bracatingais precisa de correção ajustada a perspectiva de produção de madeira. Por isso, os elementos minerais isoladamente ou na forma de formulação são medidas silviculturais que

apresentam resultados específicos. Esta comprovação foi observada por Claubereg (2005) em mudas de bracatinga plantadas a campo, quando verificou não ocorrer diferença significativa entre as diferentes dosagens utilizadas de NPK (15 kg de N; 80 kg de P₂O₅; 20 kg de K₂O) sobre o grau de crescimento do DAP, mas as mudas desenvolvidas somente com potássio ou fósforo apresentaram menor crescimento em diâmetro e em altura.

Apesar de ser espécie florestal diferente para confrontar com o presente experimento, ressalta-se os dados verificados na *Acacia mearnsii* por Borssato *et al.* (1982), os quais concluíram que a adubação completa (NPK, Ca, Mg, S e micronutrientes) foi o melhor tratamento, obtendo a maior altura média e diferindo significativamente da testemunha sem adubo e do tratamento com ausência de P.

Diversos trabalhos demonstram a influência dos micronutrientes sobre o desempenho de espécies arbóreas. No presente estudo, a aplicação do fertilizante químico NPK, na formulação 10:20:10, sem adição de micronutrientes, não surtiu efeito sobre o crescimento das plantas de bracatinga.

3.2 Efeito da Adubação Química NPK na Altura da Bracatinga

Uma síntese dos dados de altura média das árvores experimentais resultante da aplicação de adubo químico NPK sobre o desenvolvimento da bracatinga, é apresentada pela Tabela 3.2, mediante uma comparação da evolução de idade entre 18 meses (2006) e 66 meses (2010).

TABELA 3.2 - Comparativo do efeito do adubo químico NPK sobre o desenvolvimento médio da altura da bracatinga, no período 2006 a 2010.

Parcelas dos Tratamentos	2006	2007	2008	2009	2010
Te1	4,98	7,64	8,60	9,80	10,03
Te2	5,12	7,25	8,66	10,12	10,22
Te3	4,67	7,11	8,11	9,77	9,89
Média Te	4,93	7,34	8,46	9,90	9,98
TAd1	4,88	7,33	7,84	9,00	9,32
TAd2	4,97	7,18	8,58	10,32	10,47
TAd3	4,43	6,94	8,24	10,22	10,30
Média TAd	4,76	7,15	8,22	9,85	10,03

A análise estatística revela que não ocorreu diferença nos resultados de crescimento de bracatinga após a aplicação de NPK, na dosagem projetada, especificamente na altura média das árvores, ou seja, não houve resposta para a

dosagem e formulação aplicada.

Embora estatisticamente similares, observando-se as médias finais dos tratamentos, ao final do experimento, o tratamento com adubação química NPK apresentou um resultado de crescimento final da altura ligeiramente superior. Analisando as médias de altura nos tratamentos Te e TAd, verifica-se que ocorreram pequenas variações entre as parcelas específicas.

Por sua vez, como a conclusão da análise estatística dos dados revelou que não ocorreu diferença nos resultados de crescimento em altura, basicamente indica uma insuficiência agrônômica na formulação utilizada como adubação química NPK para o bracatingal, aliado a não incorporação do mesmo ao solo. Porém, essa conclusão não altera o cenário do experimento, uma vez que a variável DAP é mais preponderante no cultivo da bracatinga.

Complementarmente, apesar do resultado final não apresentar resposta positiva, devem ser considerados dois aspectos:

- A análise da série histórica demonstra que os dados de altura do tratamento TAd estiveram inferiores aos dados do tratamento Te, de forma seqüencial na evolução experimental. O destaque ficou na média verificada ao final do experimento, após o 5º ano de idade da bracatinga, quando finalmente obteve maior altura nas árvores.
- No comparativo dos dados parcelares de altura média do experimento dos tratamentos TAd e Te, em todos os anos, verificou-se que o crescimento nas parcelas adubadas não diferenciou das parcelas testemunha.

Para explicar o relativo insucesso da utilização do adubo químico NPK para desenvolvimento em altura da bracatinga, podem ser levantadas alguns indicativos das prováveis explicações. Apesar do critério de seleção das plantas de bracatinga aos 18 meses de idade ter utilizado o mesmo procedimento nas parcelas experimentais, destacam-se a regeneração contínua do mesmo material pelo produtor rural, ao longo de mais de 10 ciclos de manejo, sem incorporação de medidas silviculturais de seleção de sementes ou preservação de árvores com características fenotípicas superiores, aliado ao depauperamento da fertilidade natural do solo decorrente de sua utilização.

Em experimento conduzido por Clauberg (2005) resultou em mudas de bracatinga, produzidas somente com uréia e somente com potássio, a obtenção dos

menores crescimentos em altura aos 85 dias. Adicionalmente observou que, aos 99 dias, também ocorriam os menores crescimentos em mudas produzidas somente com potássio e somente com fósforo. Finalmente, verificou que ocorre influência negativa no crescimento em altura, além do DAP, quando a produção é realizada sob adubação fosfatada exclusiva.

A insuficiência de macronutrientes minerais no solo de bracatingais sendo corrigida na perspectiva de produção de madeira, permite estabelecer medidas silviculturais embasadas na análise de solos, com elementos isolados ou na forma de formulação. Neste sentido, Cardoso *et al.* (1985) observaram que o máximo crescimento em diâmetro do colo de mudas de bracatinga coincide com o máximo crescimento em altura, mediante aplicação de P. Essa coincidência também foi observada em mudas de *Peltophorum dubium* (SCHUMACHER *et al.*, 2003) e em mudas de *Parapiptadenia rigida* (SCHUMACHER *et al.*, 2004).

Apesar de representar espécie diferente, em trabalho similar de Tedesco (1999), utilizando a *Acácia mearnsii*, verificou que nas dosagens em excesso ou em falta de P ocorria uma redução no crescimento em altura das plantas, enquanto na dosagem de baixo teor de P, a planta o absorvia com êxito.

3.3 Efeito da Adubação Química NPK no Volume de Madeira

Os resultados da pesquisa indicam que a adubação química sem incorporação ao solo, não viabilizou um diferencial de incremento de madeira na bracatinga. Adicionalmente, no decorrer do ciclo evolutivo das árvores, verificou-se que não foram alteradas as médias de diferenças existentes na produtividade individual das plantas.

Desta forma, a análise dos dados apresentados na Tabela 3.3 referentes a parâmetros das árvores médias de cada parcela dos tratamentos, dimensionados pela equação desenvolvida por Ahrens (1981), permite identificar plantas e/ou parcelas com características fenotípicas superiores, bem como, estabelecer o volume individual médio de produção de madeira.

Apesar da diferença discreta entre as médias individuais das árvores de bracatinga, observa-se que ocorreu um incremento em madeira produzida na área com aplicação do adubo químico NPK.

TABELA 3.3 – Evolução do incremento volumétrico de madeira de bracatinga dimensionado pela Fórmula de Ahrens, com base no DAP e altura média das árvores

Tratamento	2006	2007	2008	2009	2010
Te1	0,0009	0,0019	0,0064	0,0110	0,0196
Te2	0,0009	0,0016	0,0072	0,0142	0,0295
Te3	0,0012	0,0024	0,0073	0,0113	0,0213
Média Te	0,0010	0,0023	0,0069	0,0122	0,0234
TAd1	0,0010	0,0034	0,0110	0,0188	0,0312
TAd2	0,0005	0,0018	0,0065	0,0142	0,0204
TAd3	0,0008	0,0021	0,0068	0,0160	0,0275
Média Ad	0,0008	0,0024	0,0081	0,0163	0,0264

Por outro lado, na análise do período de evolução do crescimento das árvores de bracatinga, entre 18 meses e 66 meses, comprovou-se que ocorreram diferenças mais significativas entre os dois tratamentos. O gráfico da Figura 3.1 demonstra as diferenças entre os tratamentos médios finais.

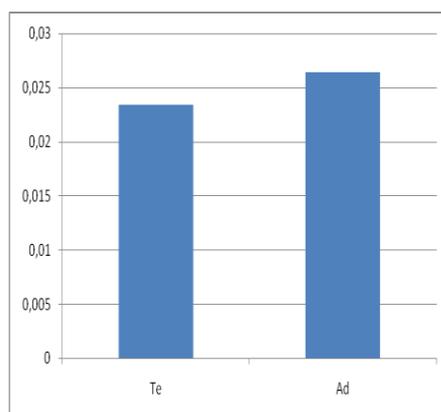


FIGURA 3.1 – Comparativo do incremento volumétrico médio por árvore em 2010, pela fórmula de Ahrens.

Conforme expectativa gerada e em função do trabalho ser realizado em uma região de clima Cfb (IAPAR, 1994), com estacionalidade climática bem definida, a formulação do adubo químico utilizado foi muito genérica, embora de uso corrente por entidades governamentais. Basicamente, verifica-se nessa formulação que ocorre uma insuficiência do elemento P para espécies arbóreas.

Andrade (2005) analisando os trabalhos realizados em condições controladas, cita diversos autores que encontraram resultados semelhantes quando aplicados em eucalipto e outras espécies florestais.

A demanda de P pelas espécies está associada a diversos fatores, como tamanho e conteúdo de P das sementes, grau de desenvolvimento do sistema radicular, dependência micorrízica, taxa de crescimento e estágio de

desenvolvimento da planta. Maior resposta ao fornecimento de P é esperada em espécies de sementes pequenas e com baixos conteúdos de P, com sistema radicular pouco desenvolvido, com maior capacidade micotrófica e com maior taxa de crescimento e na fase inicial de desenvolvimento. Dessa forma, é de se esperar que as espécies pioneiras sejam mais responsivas às adubações fosfatadas, quando comparadas com as espécies clímacicas (FURTINI NETO *et al.*, 2000; RESENDE *et al.*, 2005).

4 CONCLUSÕES

O experimento indicou que a dosagem aplicada de adubo químico NPK, sem incorporação ao solo, embora comumente empregada em procedimento de fomento agroflorestal, representou em atividade inadequada e sem resultados efetivos no aumento da produção de madeira.

A aplicação de adubação química NPK numa cultura florestal normalmente permite a obtenção de resultados positivos em termos de aumento da produtividade.

Na conjuntura atual, a reposição dos fertilizantes em bracatingais especificamente visando a produção de lenha, é considerada inviável do ponto de vista econômico para a Agricultura Familiar.

5 REFERÊNCIAS

AHRENS, S. **A seleção simultânea do ótimo regime de desbastes e da idade de rotação, para povoamentos de *Pinus taeda* L., através de um modelo de programação dinâmica.** 199 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1992.

BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, A.A. Exportação de nutrientes na exploração de bracatingais. EMBRAPA Florestas. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 34, p. 3-15, jan./jun. 1997.

BINKLEY, D.; DUNKIN, K. A.; DeBELL, D.; RYAN, M. G. Production and nutrient cycling in mixed plantations of *Eucalyptus* and *Albizia* in Hawaii. **Forest Science**, Bethesda, USA, v. 38, n. 2, p. 393-408, 1992.

BORSSATO, J.; RAUEN, V.; GONÇALVES, A.B. Adubação fundamental em *Acácia mearnsii* De Wild. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4, 1982, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte: SBS, 1982. p. 189-191.

CARDOSO, D. J.; DURIGAN, M. E.; SANQUETTA, C. R.; REISSMANN, C. B. Comportamento da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) sob cinco níveis de fósforo – Informe preliminar. **Revista Floresta**, UFPR. p. 49-51. Curitiba: XXXVI Congresso Nacional de Botânica, Curitiba, PR. 1985.

CARPANEZZI, O.T.B. **Produtividade florestal e agrícola em sistemas de cultivo de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) em Bocaiúva do Sul, Região Metropolitana de Curitiba-PR.** Piracicaba: ESALQ, 1994. 77 p. Dissertação de Mestrado.

CARPANEZZI, A. A. & LAURENT, J. M. E. (Ed.). **Manual técnico da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.).** EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Colombo, 1988. 70 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 20).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras – Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** EMBRAPA Florestas. Colombo: EMBRAPA-CNPQ. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 640 p. il. (p. 337-347).

CLAUBERG, D. **Adubação N-P-K em *Mimosa scabrella* Benth.** 62 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Regional de Blumenau – FURB. Blumenau, 2005.

DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; ALOVISI, A. A. *et al.* Aplicação de fósforo em mudas de *Acácia mangium* Willd. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 163-168, 1997.

EMATER. **Levantamento Anual da Realidade Municipal - Florestas.** Curitiba. 2005.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, EMBRAPA - SNLCS. **Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Paraná – Legenda Atualizada.** Rio de Janeiro: EMBRAPA Florestas, EMBRAPA Solos, Instituto Agrônômico do Paraná. 2008, 74 p. il.

EMBRAPA-CNPT. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Passo Fundo, 1989, 128 p.

FURTINI NETO, A. E. *et al.* Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: GONÇALVES, J. L. M. & BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, 2000. p. 352-379.

GONÇALVES, J. L. M. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, Piracicaba, SP, v. 5, p. 1-23, 1995.

IAPAR. **Cartas climáticas do Estado do Paraná: 1994.** Londrina, 1994 (IAPAR, Documentos, 18).

LAURENT, J. M. E.; MENDONÇA, W. R. **Abastecimento de lenha às indústrias da Região Metropolitana de Curitiba – Norte.** Curitiba: EMATER-PR, 1989. 40 p. il. (Projeto FAO-GCP/BRA/025/FRA. Série Estudos Florestais, 2).

LIMA, H. N.; VALE, F. R.; SIQUEIRA, J. O. *et al.* Crescimento inicial a campo de sete espécies arbóreas nativas em resposta à adubação mineral com NPK. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, n. 21, p. 189-195, 1997.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed., Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 1998. v. 1, 368 p. il.

MACHADO, S. do A.; TONON, A.E.N.; OLIVEIRA, E.B. de; FIGUEIREDO FILHO, A.; CARPANEZZI, A.A. **Efeitos da densidade inicial e do sítio sobre o desenvolvimento de bracatingais nativos da Região Metropolitana de Curitiba.**

EMBRAPA CNPF. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 43, p. 19-46, jul./dez. 2001.

MAZUCHOWSKI, J. Z. **Princípios metodológicos para geração e difusão de tecnologia florestal.** Curitiba: EMATER-PR, 1990. 72 p. il. (Projeto FAO – GCP/BRA/025/FRA. Série Metodologia Florestal, 2).

MAZUCHOWSKI, J.Z.; BECKER, J.C. **Relatório de atividades do Projeto Unidades Rurais de Desenvolvimento Integrado 2004 a 2006**. Instituto EMATER e Agência de Desenvolvimento da Mesorregião Vale do Ribeira / Guaraqueçaba. Curitiba: Relatório Técnico, 2006. 150 p. il.

MAZUCHOWSKI, J.Z.; DA SILVA, V.P.; BECKER, J.C. **Anais da Oficina sobre Bracatinga no Vale da Ribeira / Guaraqueçaba**. Agência de Desenvolvimento da Mesorregião do Vale da Ribeira / EMATER-Paraná / EMBRAPA Florestas. Curitiba. 2004. 60 p.

MOCHIUTTI, S. **Produtividade e sustentabilidade das plantações de Acácia-Negra (*Acacia mearnsii* de Wild.) no Rio Grande do Sul**. 286 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - UFPR. Curitiba, 2007.

POGGIANI, F.; STAPE, J.L.; GONÇALVES, J.L.M. Indicadores de sustentabilidade das plantações florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.12, n.31, p.33-44. 1998.

POGGIANI, F.; GUEDES, M. C.; BENEDETTI, V. Aplicabilidade de biossólido em plantações florestais: I. Reflexo no ciclo dos nutrientes. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Eds) **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p. 163-178.

RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E.; CURI, N. Mineral nutrition and fertilization of native tree species in Brazil: research progress and suggestions for management. **Journal of Sustainable Forestry**, v.20, n.2, p.45-81, 2005.

SCHUMACHER, M.V. Ciclagem de nutrientes como base da produção sustentada em ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS NATURAIS DO MERCOSUL: O AMBIENTE DA FLORESTA, 1996, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: UFSM, 1996. p. 65-77.

SCHUMACHER, M.V.; CECON, D.E.; SANTANA, C.A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de plantas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 47, p. 99-114, 2003.

SCHUMACHER, M.V.; CECON, D.E.; SANTANA, C.A. Influência de diferentes doses

de fósforo no crescimento de mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Bentham) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p.149-155, 2004.

TEDESCO, N. Produção de mudas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) adubadas com NPK. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). 1999. 71 p.

VAN RAIJ, B. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142 p. il.

VOGEL, H.L.M.; SCHUMACHER, M.V.; CECONI, D.E. et al. Efeito de diferentes doses de fósforo no crescimento de plantas de *Mimosa scabrella* Bentham (bracatinga). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina, PR. **Resumos**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. p. 149.

CAPÍTULO 4

EFEITO DE DOSAGENS DE LODO DE ESGOTO NO INCREMENTO DA PRODUÇÃO DE *Mimosa scabrella* Benth. COM QUALIDADE INDUSTRIAL

JORGE ZBIGNIEW MAZUCHOWSKI, ALESSANDRO CAMARGO ANGELO

Artigo será submetido à publicação na
Revista SCIENTIA FORESTALIS
ISSN impresso 1413-9324
ipef@ipef.br
Piracicaba – SP, Brasil

EFEITO DE DOSAGENS DE LODO DE ESGOTO NO INCREMENTO DA PRODUÇÃO DE *Mimosa scabrella* Benth. COM QUALIDADE INDUSTRIAL

MAZUCHOWSKI, J.Z. (1), ANGELO, A.C. (2)

(1) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal - Silvicultura, UFPR

(2) Professor, Dr. Departamento de Ciências Florestais, UFPR - Florestas

RESUMO

A bracatinga *Mimosa scabrella* Bentham é uma espécie arbórea, nativa do sul do Brasil, típica da pequena propriedade e que ocorre em formações densas, após a derrubada da floresta seguida de queima dos resíduos. Possui cultivo há mais de 100 anos, ultrapassando 100 mil hectares, em 60 municípios paranaenses, envolvendo 15.000 propriedades. O atual mercado apresenta demanda industrial elevada para toras de bracatinga, face às características da madeira (aparência, coloração e densidade). Em paralelo, ocorre a queda contínua da produção de madeira devido a baixa fertilidade natural dos solos, enquanto as áreas urbanas geram lodo de esgoto sem destinação ao material processado, apresentando elevado teor de matéria orgânica e nutrientes para uso em plantios florestais. Para atender a necessidade dos sistemas tradicionais de manejo para recuperação da fertilidade do solo, associado a redução da densidade do bracatingal e a desrama para eliminação de defeitos na madeira industrial, esta pesquisa realizada em Bocaiúva do Sul – PR, teve o objetivo de avaliar o efeito de três doses lodo de esgoto seco com calcáreo (15, 30 e 60 t ha⁻¹), aplicado ao redor das árvores de bracatinga, na superfície do solo. Constou de 4 tratamentos com três repetições, submetidas aos desbaste aos 18 meses de idade e desramagem aos 24 meses. Verificou-se que a bracatinga respondeu positivamente à aplicação do lodo de esgoto, verificando-se que a dose de 30 t/ha promoveu a maior resposta no crescimento em DAP. O crescimento em altura não teve resultado significativo. O efeito do lodo de esgoto ocorreu no período de 18 meses após sua aplicação, embora a não incorporação ao solo tenha sido prejudicial. O lodo de esgoto pode viabilizar a aplicação dos fertilizantes nitrogenados e fosfatados, em especial pela Agricultura Familiar.

Palavras-chave: Lodo de esgoto, produção de madeira, nutrição mineral e fertilização.

Abstract

EFFECT OF SEWAGE SLUDGE DOSAGES IN INCREASING PRODUCTION OF *Mimosa scabrella* BENTH. WITH INDUSTRIAL QUALITY

The *Mimosa scabrella* Bentham is an arboreal species, native to southern Brazil, typical of small property and that occurs in dense formations, after the overthrow of the forest followed by waste burning. Cultivation has for more than 100 years, surpassing 100 thousand hectares, in 60 municipalities in Paraná, involving 15,000 properties. The current market presents high industrial demand for logs of *Mimosa scabrella*, vis-à-vis characteristics of wood (appearance, colour and density). In parallel, the continuous fall occurs timber production due to the low natural fertility of the soil, while the urban areas generate sewage sludge without appropriation to the material processed, showing a high content of organic matter and nutrients for use in forestry plantations. To meet the need of traditional systems management for restoration of soil fertility, associated with the reduction of *Mimosa scabrella* trees and the density of pruning of trees to eliminate defects in the wood industry, this survey conducted in Bocaiúva do Sul-PR, had the objective to evaluate the effect of three doses of sewage sludge dry limestone (15, 30 and 60 t ha⁻¹), applied around the *Mimosa scabrella* trees, on the road surface. Consisted of 4 treatments with three repetitions, subject to chipping to 18 months of age and trees pruning in the 24 months. It was found that *Mimosa scabrella* replied positively to the application of sewage sludge, taking into account that the dose of 30 t ha⁻¹ promoted the largest response on growth in DAP. Growth in height did not result significant. The effect of sewage sludge occurred in the period of 18 months after its application, although the non incorporation into the soil has been harmful. The sewer sludge may make the application of phosphatic fertilizer and, especially by family farms.

Keywords: Sewage sludge, wood production, mineral nutrition and fertilisation.

1 INTRODUÇÃO

A bracatinga *Mimosa scabrella* Bentham, é uma espécie arbórea, perenifólia, da família *Fabaceae* (*ex-Mimosaceae*), gênero *Mimosa*, nativa do sul do Brasil, sendo uma pioneira de rápido crescimento e curto ciclo de vida (CARVALHO, 1994). O crescimento da espécie é maior nos cinco anos iniciais, podendo atingir até 25 m de altura e 50 cm de DAP médio após 8 anos de idade, quando entra em declínio vital, com limite vital aos 30 anos (CARPANEZZI, 1994).

Em maciços de bracatingais apresenta tronco reto e fuste amplo, contudo quando isolada tem tronco curto e ramificado. A copa é arredondada, enquanto o diâmetro e a forma do tronco variam de acordo com a localização da árvore (CARPANEZZI & LAURENT, 1988; CARVALHO, 1994).

Historicamente foi destinada ao mercado de lenha para queima direta em residências, locomotivas de ferrovias e algumas indústrias regionais – cal, açúcar e olarias, com boa geração de renda (MAZUCHOWSKI & BECKER, 2006). A madeira roliça pode ser usada em vigamentos e escoras para construção civil. A madeira serrada é utilizada em pisos e assoalhos, móveis e peças de mobiliário (armação de estofados, estrados de cama, laterais e fundos de gavetas, travessas estruturais, cantoneiras), laminação, caixotaria, embalagens leves e paletes. É utilizada pela indústria de móveis, após tratamentos de secagem e usinagem, especialmente em peças torneadas (KLITZKE, 2006).

Mazuchowski *et al.* (2004) informam que a agrossilvicultura da bracatinga vem sendo desenvolvida há mais de 100 anos, em áreas que ultrapassam 100 mil hectares, concentrados em 60 municípios paranaenses, desde o Vale da Ribeira até União da Vitória, envolvendo mais de 15.000 pequenas propriedades.

Especialmente na Região Metropolitana de Curitiba, é cultivada há mais de 100 anos, sem adoção das técnicas silviculturais de adubação e desrama, tendo produção média de 150 a 180 m³/ha de madeira em ciclos de 7 anos (MAZUCHOWSKI & BECKER, 2006). O manejo silvicultural da bracatinga é realizado por regeneração natural, via sementes, induzida pela queima dos restos da exploração florestal anterior. No primeiro ano, a bracatinga é consorciada com culturas agrícolas de ciclo curto, principalmente milho e feijão. Após a colheita das culturas agrícolas, não são realizados tratos culturais no povoamento florestal (CARPANEZZI & LAURENT, 1988). De modo geral, não há desbaste após a colheita

agrícola, acarretando forte competição e alta mortalidade até a idade de quatro a cinco anos (MAZUCHOWSKI, 1990b).

O atual mercado apresenta uma demanda industrial elevada para toras de bracatinga, especialmente pelo setor moveleiro, nacional e internacional, face às características da madeira (aparência, coloração e densidade). Para tanto, existe a necessidade de mudança nos sistemas tradicionais de manejo do bracatingal para práticas mais intensivas do que aquelas atualmente empregadas, ou seja, a redução da densidade do bracatingal, a recuperação da fertilidade do solo e a desrama para eliminação de defeitos na madeira industrial (MAZUCHOWSKI *et al.*, 2004).

As políticas públicas tem estabelecido prioridades centradas na sociedade urbana, sendo negligentes com o meio rural, por desconsiderarem o contexto vivenciado pelo produtor rural e suas atividades historicamente desenvolvidas. Em decorrência, sendo uma questão nevrálgica da produção de bracatinga, como espécie florestal nativa, Mazuchowski & Becker (2006) denunciam a redução da área plantada, em decorrência de quatro fatores básicos:

- * Existência de severas restrições ambientais para a atividade de manejo da bracatinga, como espécie florestal nativa centenária nas propriedades rurais sem alternativas sócio-econômicas.
- * Processo de liberação do corte da bracatinga manejada bastante moroso e burocratizado junto ao Instituto Ambiental do Paraná.
- * Substituição gradual das áreas de bracatingais por plantações de pinus e/ou eucalipto devido a inexistência de restrições ambientais para estas espécies exóticas, aliado aos incentivos do setor industrial.
- * Intensificação do processo de urbanização micro-regional, acarretando inúmeras subdivisões dos imóveis rurais associado com processos de inventários familiares, acarretando carência de mão-de-obra e substituição de atividades agrárias.

Adicionalmente, observando-se a queda contínua da oferta de madeira de bracatinga associada com a baixa fertilidade natural dos solos, desponta a definição clara da necessidade de reposição da fertilidade (MAZUCHOWSKI *et al.*, 2004).

Por outro lado, as áreas urbanas geram grandes volumes de lodo de esgoto e necessitam estabelecer a destinação ao material processado, preferencialmente para áreas agroflorestais (ANDREOLI *et al.*, 1997).

Essa diretriz de reaproveitamento como fertilizante e condicionador de solo, é decorrente da composição química rica em matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, cálcio e micronutrientes, agregando ainda partículas minerais que podem melhorar as características físicas e químicas do solo, além de incrementar as plantações de eucalipto, pinus, bracatinga e outras espécies agroflorestais (SALLES, 1998; GONÇALVES *et al.*, 2000).

O uso do lodo de esgoto em plantios florestais, visando melhorar a fertilidade do solo e manter o estoque de nutrientes no ecossistema, constitui opção ecológica e economicamente interessante. Em geral, resulta em efeitos positivos sobre a taxa de crescimento, na ciclagem de nutrientes e na sustentabilidade do ecossistema florestal, sem apresentar impactos ecológicos (MIYAZAWA, 1997).

Os lodos de esgotos contêm macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre) e micronutrientes (cobre, zinco, manganês, boro, molibdênio, cloro), os quais têm impacto direto no desenvolvimento e rendimento das plantas. Andreoli *et al.* (1997) destacam o fato de que nas regiões de climas quentes, aproximadamente 50% do nitrogênio total contido no lodo de esgoto é utilizável pela planta no primeiro ano, podendo cair para 10-20% no segundo ano.

O sistema radicial dos bracatingais e dos eucaliptais por serem perenes e bem distribuídos, estabelecem um emaranhado de raízes finas na camada mais superficial do solo, aumentando a eficiência de absorção dos elementos químicos, podendo funcionar como um verdadeiro filtro para evitar, por exemplo, a lixiviação do nitrato. Dessa maneira, os nutrientes do lodo de esgoto, liberados de forma mais lenta, podem ser melhor aproveitados pelas árvores, com menores perdas por lixiviação ou escoamento superficial (ROVIRA *et al.*, 1996).

A carência de indicadores e parâmetros sobre a utilização de lodo de esgoto em conjunto com técnicas silviculturais em plantações de bracatinga, constituiu no embasamento deste experimento, desenvolvido no município de Bocaiúva do Sul, tradicional fornecedor de madeira de bracatinga, tendo como objetivo:

- Avaliar a influência de diferentes dosagens de lodo de esgoto seco e alcalinizado, associado a técnicas silviculturais de desbaste e desrama das árvores, sobre o crescimento da bracatinga e a produção de madeira.
- Quantificar o volume de madeira produzida em dosagens diferenciadas de aplicação do lodo de esgoto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização da Área Experimental

Na definição do município destinado a implantação da área experimental, como critério seletivo utilizou-se a concentração de propriedades com cultivo da bracatinga existente nos municípios integrantes da Região Metropolitana de Curitiba (EMATER, 2005), aliado a disponibilidade de informações relativas à cadeia produtiva de bracatinga (MAZUCHOWSKI *et al.*, 2004; MAZUCHOWSKI & BECKER, 2006) e a disposição de apoio pelos produtores rurais.

No processo de seleção da propriedade e produtor-cooperador seguiu-se a metodologia do Instituto EMATER (MAZUCHOWSKI, 1990a), resultando na pré-seleção de propriedades geo-espacialmente próximas, situadas nas comunidades de Aterrado, Palmital e Bom Retiro, de Bocaiuva do Sul-PR. Inicialmente, os proprietários foram contactados para checagem da disponibilidade de áreas com bracatingais de 18 meses de idade e obtenção da anuência para realização do experimento, com verificação das condições edáfo-topográficas na gleba.

Adicionalmente, condicionou-se como critério seletivo, a existência de glebas de cultivo na propriedade, com idades diferenciadas de bracatinga entre 1 a 7 anos, para analisar aspectos de manejo silvicultural, uniformidade das árvores, qualidade da plantação florestal e tipo de solo. A escolha da área de bracatingal jovem, com 18 meses de idade, foi baseada na data de queima ocorrida em agosto de 2005.

Assim, o experimento foi instalado na comunidade do Aterrado, na propriedade de Syro Gasparim, localizada entre as latitudes 25°11' e 25°49' S e as longitudes 49°05' e 49°43' W.

2.2 Delineamento Experimental

O experimento constou de 4 tratamentos com três repetições, totalizando 12 parcelas, com delineamento de blocos ao acaso, com todas as parcelas submetidas ao desbaste das plantas excedentes de bracatinga, aos 18 meses de idade e desramagem aos 24 meses, tendo como tratamentos:

TT - Tratamento silvicultural mínimo (sem lodo de esgoto)

L15 - 15 t/ha de lodo de esgoto alcalinizado (37,5 kg por parcela)

L30 - 30 t/ha de lodo de esgoto alcalinizado (75 kg por parcela)

L60 - 60 t/ha de lodo de esgoto alcalinizado (150 kg por parcela)

2.3 Preparação da Área do Experimento

A instalação do experimento iniciou pela limpeza do sub-bosque e da demarcação das parcelas em novembro-dezembro de 2006, empregando estacas de madeira pintadas de branco. Na sequência, efetuou-se a seleção de 12 plantas por parcela, com as melhores características fenotípicas e alinhamento de ruas e árvores; em decorrência, ficaram 3 ruas espaçadas de 2 metros e 4 plantas por linha, definindo parcelas de 5 m x 5 m.

As plantas excedentes na densidade média original de 36.800 plantas/ha foram eliminadas, com uso de foice e facão, reduzindo para 4.800 árvores/ha.

As árvores selecionadas foram numeradas sequencialmente de 1 a 12, em cada parcela, sendo registradas num mapa de monitoramento contínuo. As parcelas foram identificadas com cartões numerados, acondicionados em envelopes plásticos e afixados do lado esquerdo da mesma.

Adicionalmente, foi efetuada a medição de declividade das parcelas, com apoio de um clinômetro, seguido do cálculo do declive médio do bracingal.

2.4 Caracterização do Solo da Área Experimental

O solo da área experimental foi identificado como Argissolo Vermelho Amarelo distrófico (PVAd) com A proeminente, textura média/argilosa, relevo suave ondulado, com declividade média de 8% e exposição solar sul.

Os valores médios da composição química desse solo (Tabela 4.1) correspondem à amostragem de 2007, referente ao solo em condição natural.

TABELA 4.1 – Composição química do solo da área experimental, em 2007, com bracatinga de 18 meses de idade, no município de Bocaiúva do Sul.

pH		Al ⁺³	H+Al ³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K	SB	T	Ca+Mg	P	C	V
CaCl ₂	SMP	cmolc/dm ³							mg/dm ³	g/dm ³	%	
3,75	4,20	6,05	19,00	1,50	0,45	0,14	2,09	21,09	3,3	7,15	43,2	10,0

Adicionalmente, os resultados da análise granulométrica do solo (Tabela 4.2) indicam alto teor de argila e representando o potencial de acúmulo ou carência de água na área experimental, aspecto importante para o desenvolvimento da

bracatinga. Contudo, a espécie apresenta a característica de não aceitar níveis excessivos ou de carência de água no solo, aliado ao fato de encontrar-se com exposição solar sul que constitui na mais adversa para a produtividade.

TABELA 4.2 – Resultado da granulometria dos solos nas propriedades experimentais de bracatinga em Bocaiúva do Sul.

Tipo de Solo	Análise Granulométrica (g/kg = %)					
	Areia		Silte		Argila	
	Teor	%	Teor	%	Teor	%
PVAd	121	12	342	34	537	54

2.5 Intervenções Silviculturais nas Árvores de Bracatinga

Em todas as parcelas foram desenvolvidos os procedimentos de medição dos espaçamentos inter-árvores com utilização de trena.

No monitoramento semestral das mensurações individuais das plantas, utilizou-se suta florestal para o DAP enquanto a prancheta dendrométrica para a altura. Essas medições foram sistematicamente repetidas nas campanhas de dezembro e junho de cada ano.

Ao redor das parcelas foram realizadas roçadas semestrais de limpeza para estabelecer bordaduras de 2 metros, bem como, internamente em cada parcela.

Sequencialmente, efetuou-se a aplicação do lodo de esgoto alcalinizado ao redor de cada árvore, de forma manual, nas dosagens específicas de cada tratamento, a uma distância média de 30 cm do tronco. O transporte foi realizado em baldes plásticos com volume de 15 quilos. A aplicação foi realizada na superfície, sem incorporação ao solo, observando as peculiaridades silviculturais da bracatinga e aspectos práticos de distribuição pelo produtor rural.

Quando o bracatingal atingiu a idade de 24 meses, procedeu-se a desramagem até a altura de 3 metros, visando obtenção de primeira tora com madeira de qualidade, utilizando serrote de poda com lâmina de duplo corte.

Posteriormente, aos 36 meses de idade do bracatingal, foi realizada a 2ª desramagem das árvores, entre 3 e 6 metros de altura, visando obtenção de duas toras de 2,70 metros com padrão industrial. Empregou-se serrote de poda com duplo corte acoplado a cabo extensor metálico em alumínio de 5 metros.

2.6 Lodo de Esgoto Alcalinizado

Para atender as necessidades do projeto, a SANEPAR destinou lodo de esgoto alcalinizado da ETE do Belém, de Curitiba, na forma seca, dando garantia de uso pelos normativos legais vigentes (Decreto nº 4954, Resolução CONAMA nº 375/06; PARANÁ, Resolução SEMA nº 001/07). Para tanto, instrumentalizou com cópia do laudo laboratorial referente a composição do lodo de esgoto, em elementos minerais – macro e micronutrientes, e metais pesados, para utilização agroflorestal.

2.6.1 Transporte e Aplicação

Para aplicação do lodo de esgoto nas parcelas experimentais (Figura 4.1), seguiu-se como metodologia de campo:

- O caminhão da SANEPAR realizou transporte da ETE Belém, em Curitiba, realizando o depósito de 1.500 kg de lodo de esgoto alcalinizado seco na parte externa intermediária do experimento.
- Empregou-se uma pá para o enchimento intermitente de baldes plásticos com capacidade de 15 kg de lodo de esgoto, para realizar o transporte manual desde a área de depósito até cada parcela.
- A definição da tara e volume de lodo de esgoto em cada balde foi estabelecida mediante um teste de enchimento e pesagem prévia, para facilitar o processo de enchimento e transporte dos baldes carregados.
- A aplicação do lodo de esgoto foi realizada a lanço, ao redor de cada árvore de bracatinga, a uma distância mínima de 10 cm das árvores.
- O lodo de esgoto distribuído não foi incorporado ao solo, permanecendo na superfície, como procedimento padrão.



FIGURA 4.1 – Transporte de lodo de esgoto alcalinizado seco para área experimental de bracatinga
FONTE: O Autor (2007).

2.6.2 Composição Química

Pelo resultado analítico laboratorial, verificou-se que o lodo de esgoto seco fornecido pela SANEPAR apresentou uma composição química (Tabela 4.3) com ausência de Alumínio, embora tendo um pH levemente alcalino, bons teores de cálcio, elevados teores de fósforo trocável e de carbono, apesar de não apresentar significativo teor de potássio. O uso de calcáreo calcítico constitui em procedimento eficaz para elevação do pH do lodo de esgoto embora sem adição de Mg. De uma forma geral, os dados são favoráveis para utilização em solos de bracingais.

TABELA 4.3 – Composição química do lodo de esgoto alcalinizado seco da SANEPAR (ETE Belém) empregado no experimento com bracinga em Bocaiúva do Sul.

Lodo da SANEPAR	pH		Al+3	H+Al3	Ca+2	Mg+2	K	SB	T	Ca+Mg	P	C	V
	CaCl2	SMP	cmolc/dm ³								mg/dm ³	g/dm ³	%
Agosto 2007	7,80	8,30	0,0	0,0	43,40	3,80	0,46	47,66	47,66	11,4	21,30	39,7	100

2.6.3 Tratamento Estatístico dos Dados

Foi realizada uma análise exploratória dos dados, para verificar as pressuposições necessárias a cada análise e a necessidade de transformação dos dados. Utilizou-se a análise de variância para comparar os efeitos dos tratamentos.

As variáveis respostas referentes a nutrientes, assim como a produtividade decorrente das medições de DAP e altura, foram analisadas através da Análise de Variância ou ANOVA. As comparações entre as médias dos resultados foram realizadas através dos Intervalos de Confiança construídos com 95% de certeza e pelo teste de Tukey para avaliar as diferenças em níveis específicos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Efeito do Lodo de Esgoto na Altura das Árvores

Os efeitos das dosagens de lodo de esgoto (15, 30 e 60 t/ha) sobre o desenvolvimento em altura das árvores de bracinga estão demonstrados na Tabela 4.4, no decorrer do período experimental.

A análise de variância constatou a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos.

TABELA 4.4 – Evolução da altura média das árvores de bracatinga no período de 2006-2010 submetidas a três dosagens de lodo de esgoto.

Tratamentos	Altura Média das Árvores (m)				
	2006	2007	2008	2009	2010
Te	4,92	6,72	7,63	9,42	9,62
L15	5,06	7,33	8,59	10,06	10,25
L30	4,83	7,19	8,59	10,13	10,48
L60	5,02	7,25	8,15	9,63	9,85

Aplicando-se o Teste de Tukey nos dados referentes aos 66 meses do bracatingal, conforme demonstra a Tabela 4.5, obtém-se os seguintes resultados:

TABELA 4.5 – Comparativo pelo Teste de Tukey da altura média das árvores de bracatinga submetidas a três dosagens de lodo de esgoto.

Tratamentos	Altura Média (m)
Te	10,31 ab
L15	10,46 ab
L30	10,50 a
L60	10,12 b

Deste resultado depreende-se que não existem diferenças entre os tratamentos L30, L15 e Te. No entanto, pode ser ressaltada a existência de diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos L30 e L60.

Considerando que o critério utilizado para seleção das plantas de bracatinga aos 18 meses de idade ter o mesmo procedimento nas parcelas experimentais, o relativo insucesso da utilização de lodo de esgoto, permite levantar algumas causas prováveis do pouco desenvolvimento da altura média das árvores. Destacam-se a regeneração contínua do mesmo material pelo produtor rural, ao longo de mais de 10 ciclos de manejo, sem incorporação de medidas silviculturais de seleção de sementes ou preservação de árvores com características fenotípicas superiores, aliado ao depauperamento da fertilidade natural do solo decorrente de sua utilização.

Em paralelo, observando-se as curvas do gráfico comparativo de alturas médias das árvores contido na Figura 4.2, verifica-se uma relativa uniformidade de desenvolvimento, sem apresentar distorções de crescimento, seja na fase inicial como na etapa final do experimento.

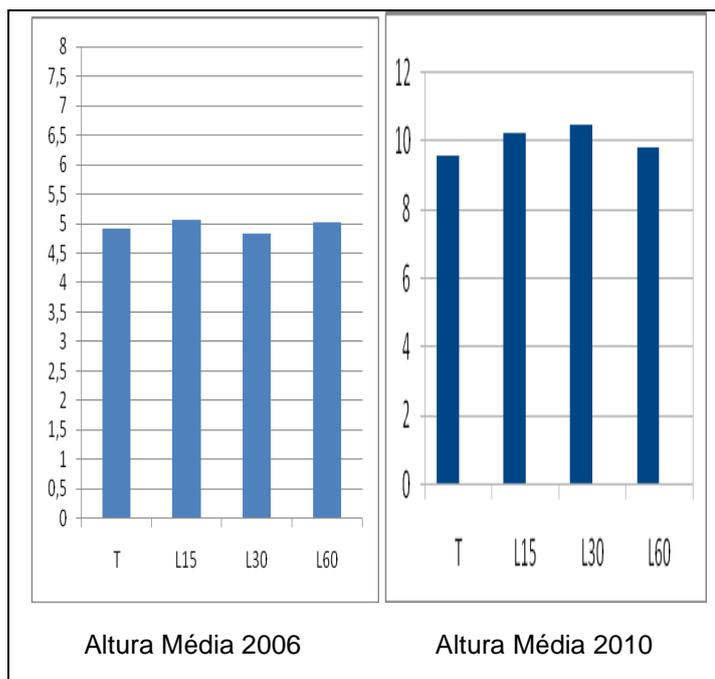


FIGURA 4.2 - Comparativo das alturas médias das árvores de bracatinga nas parcelas com lodo de esgoto (15-30-60) frente a testemunha, em 2006 e 2010.

Na instalação do experimento, aos 18 meses de idade da bracatinga, a testemunha T apresentou plantas com altura média ligeiramente superior às do tratamento L30. Na fase final do experimento, a testemunha T foi suplantada por todos os tratamentos utilizados no bracingal, especialmente as plantas do tratamento L30, destacando-se por apresentar a maior altura média do experimento.

Contudo, a variável altura apresentou variação devido ao desbaste e aplicação de lodo de esgoto, especialmente no tratamento L15 com 15 ton/ha. No entanto, não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos com 30 e 60 ton/ha. No sítio experimental, a altura foi mais preponderante que o DAP na fase inicial, por independe até certo ponto da densidade do experimento. Contudo, esse referencial não alterou o cenário existente por ter pouca variação entre os tratamentos.

Ocorreram diferenças sutis entre os mesmos, verificando-se inclusive a alternância de posicionamentos entre os tratamentos durante a evolução do experimento. Como um exemplo dessa situação, refere-se a troca de posição dos resultados entre a testemunha e o tratamento L30.

Os resultados não demonstraram a efetividade da aplicação do lodo de esgoto alcalinizado, uma vez que a Testemunha não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. A exceção observada foi o tratamento L60 que apresentou resultado inferior aos demais tratamentos.

Efeito distinto foi verificado por Poggiani (2000), em experimento realizado com *Eucalyptus grandis*, através do PROBIO – Programa de Biossólidos em Plantações Florestais, quando obteve uma altura média nas árvores cerca de 18% superior ao tratamento testemunha, aos 22 meses.

Carpanezi & Carpanezi (1992) verificaram que o crescimento das árvores em áreas plantadas respondeu à adição de fósforo e à profundidade efetiva do solo.

3.2 Efeito do Lodo de Esgoto no Diâmetro das Árvores

O lodo de esgoto não influenciou o desenvolvimento do DAP das árvores no decorrer do período experimental, conforme os dados da Tabela 4.6 indicam.

As plantas de bracatinga dos tratamentos com aplicação diferenciada de dosagens de lodo de esgoto originalmente possuíam DAP médio bastante similar na instalação do experimento, o qual foi mantido nas demais etapas do experimento. O parâmetro DAP médio das árvores de bracatinga apresentou um incremento relativamente pequeno, considerando o volume da fertilização executada.

TABELA 4.6 – Evolução do DAP médio das árvores de bracatinga no período de 2006-2010 submetidas a três dosagens de lodo de esgoto.

Tratamentos	DAP Médio das Árvores (cm)				
	2006	2007	2008	2009	2010
Te	1,31	1,82	4,39	6,95	8,63
L15	3,19	3,93	5,46	8,40	8,90
L30	2,96	3,86	5,37	8,77	8,91
L60	2,94	3,78	5,55	8,34	8,80

O teste ANOVA indicou a não existência de variação entre os tratamentos, ou seja, não houve diferença estatística relevante entre os 4 tratamentos.

A análise estatística revelou que não ocorreram diferenças significativas nos resultados de crescimento do DAP médio da bracatinga após a aplicação do lodo de esgoto alcalinizado.

Como o critério de seleção das plantas de bracatinga aos 18 meses de idade foi o mesmo procedimento nas parcelas experimentais, o relativo insucesso da utilização de lodo de esgoto, permite levantar algumas causas prováveis do pouco desenvolvimento do DAP das árvores. Destacam-se a regeneração contínua do mesmo material ao longo de mais de 10 ciclos de manejo silvicultural, sem incorporação de medidas para seleção de sementes e preservação de árvores com

características fenotípicas superiores, aliado ao depauperamento da fertilidade natural do solo decorrente de sua utilização continuada.

Em paralelo, observando-se os gráficos comparativos de DAP médio das árvores contido na Figura 4.3, verifica-se uma relativa uniformidade de desenvolvimento, sem apresentar distorções de crescimento, seja na fase inicial como na etapa final do experimento.

Não ocorreram diferenças estatísticas entre os tratamentos. Resultados distintos foram encontrados por Colodro (2005) ao estudar o efeito do lodo de esgoto sobre a altura e o DAP de árvores de eucalipto, concluindo que os tratamentos promoveram um melhor crescimento e um maior diâmetro nas plantas, sendo a dose de 60 ton/ha de resposta significativamente superior a todos os demais tratamentos.

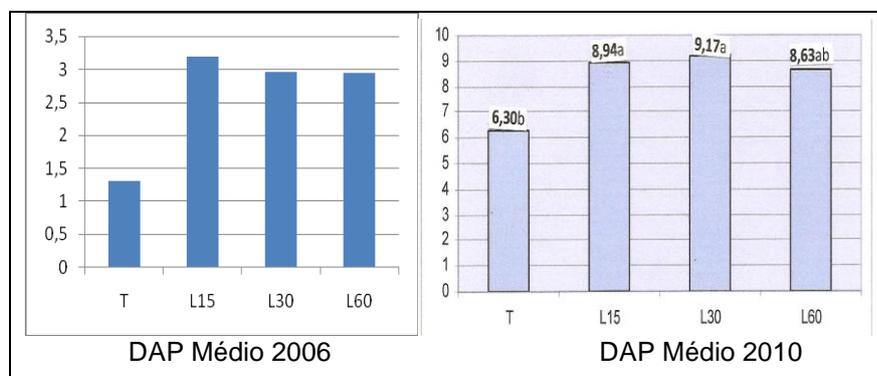


FIGURA 4.3 - Comparativo do DAP médio das árvores de bracatinga nas parcelas com lodo de esgoto (15-30-60) e a testemunha, em 2006 e 2010.

O fato de não ter ocorrido incorporação do lodo de esgoto, apenas a sua aplicação em cobertura, estabeleceu um desenvolvimento inicial das árvores, de efeito intermediário sem sua continuidade na evolução posterior.

Segundo Rocha *et al.* (2004), a adição de 12 ton/ha de lodo de esgoto influenciou positivamente a nutrição das plantas, gerando uma produção de madeira semelhante à obtida no tratamento com adubação mineral. Em consequência, a produção máxima de madeira estimada em 45,5 t/ha seria conseguida mediante aplicação de 37 t/ha de lodo de esgoto.

4 CONCLUSÕES

A aplicação de lodo de esgoto não promoveu os resultados superiores em altura das árvores quando comparada à testemunha.

A maior dosagem de lodo de esgoto (L60) implicou na obtenção de altura menor frente aos demais tratamentos, incluindo a testemunha.

Em relação ao DAP médio das árvores, não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos empregados, indicando a não efetividade nas dosagens e forma de aplicação utilizadas.

5 REFERÊNCIAS

ANDREOLI, C. V.; FERNANDES, F.; DOMASZAK, S. C. **Reciclagem agrícola do lodo de esgoto**. Curitiba: SANEPAR. 1997. 81 p. il.

BARCELAR, C. de A.; ROCHA, A.A.; LIMA, M.R. de; POHLMANN, M. Efeito residual do lodo de esgoto alcalinizado em atributos químicos e granulométricos de um Cambissolo Húmico. **Scientia Agrária**, UFPR. Curitiba, v. 2, n. 1-2, 2001.

CARPANEZZI, A.A. ; CARPANEZZI, O.T.B. Cultivo da bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) no Brasil e prioridade para seu aperfeiçoamento. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7, 1992, Nova Prata. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1992. v. 2. p. 640-655.

CARPANEZZI, A. A. & LAURENT, J. M. E. (Ed.). **Manual técnico da bracatinga** (*Mimosa scabrella* Benth.). EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Colombo, 1988. 70 p. (EMBRAPA. CNPF. Documentos, 20).

CARPANEZZI, O.T.B. **Produtividade florestal e agrícola em sistemas de cultivo de bracatinga** (*Mimosa scabrella* Bentham) em Bocaiúva do Sul, Região Metropolitana de Curitiba-PR. Piracicaba: ESALQ, 1994. 77 p. Dissertação de Mestrado.

CARVALHO, P . E. R. **Espécies florestais brasileiras - Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. EMBRAPA Florestas. Colombo: EMBRAPA-CNPF. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 640 p. il. (p. 337-347).

COLODRO, G. **Recuperação de solo de área de empréstimo com lodo de esgoto**. 82 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, 2005.

CONAMA (CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE). Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006. **Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.** Brasília: Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, 2006.

EMATER. **Perfil agrícola dos municípios do Paraná.** Cultivos florestais – Bracatinga. Curitiba, 2005.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro, 1979.

EPSTEIN, E.; TAYLOR, M.; CHANEY, R. L. Effects of sewage sludge and sludge compost applied to soil on some soil physical and chemical properties. **Journal Environmental Quality**, Madison, v. 5, n. 4, p. 422-426, 1976.

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; BENEDETTI, V.; FESSEI, V.A.G.; GAVA, J.L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, 2000. p. 1-57.

JORGE, J. A.; CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S. Condições físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro quatro anos após aplicação de lodo de esgoto e calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 237-240, 1991.

KLITZKE, R. J. **Desenvolvimento de programa de secagem para madeira de *Mimosa scabrella* (bracatinga) com 26 mm de espessura.** Curitiba: UFPR, FUFEF. Relatório Parcial. 2006. 25 p. il. (Convênio Agência de Desenvolvimento da Mesorregião do Vale do Ribeira/Guaraqueçaba).

MAZUCHOWSKI, J. Z. **Princípios metodológicos para geração e difusão de tecnologia florestal.** Curitiba: EMATER-PR, 1990a. 72 p.il. (Projeto FAO GCP/BRA/025/FRA. Série Metodologia Florestal, 2).

MAZUCHOWSKI, J.Z. (Ed.). Seminário sobre Agrossilvicultura no Desenvolvimento

Rural. 1990, Curitiba. **Anais ...** Curitiba: EMATER-PR, 1990b. 222 p. il. (Projeto FAO - GCP / BRA / 025 / FRA - Bracatinga).

MAZUCHOWSKI, J.Z.; BECKER, J.C. **Relatório de atividades do Projeto Unidades Rurais de Desenvolvimento Integrado 2004 a 2006**. Instituto EMATER e Agência de Desenvolvimento da Mesorregião Vale do Ribeira / Guaraqueçaba. Curitiba: Relatório Técnico, 2006. 150 p. il.

MAZUCHOWSKI, J.Z.; DA SILVA, V.P.; BECKER, J.C. Oficina sobre Bracatinga no Vale da Ribeira / Guaraqueçaba, 2004, Curitiba. **Anais ...** Curitiba: Agência de Desenvolvimento da Mesorregião do Vale da Ribeira, EMATER-Paraná, EMBRAPA Florestas. 2004. 60 p.

MELO, V.P. de; BEUTLER, A.N.; SOUZA, Z.M. de CENTURION, J.F. e MELO, W. J. de. Atributos físicos de Latossolos adubados com biossólido. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 39, n.1, p. 67-72, jan. 2004.

MIYAZAWA, M. **Metais pesados no solo e na planta**. Instituto Agrônômico do Paraná, Londrina, 20 p., 1997.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Resolução SEMA nº 001/07** – dispõe sobre licenciamento ambiental, estabelece condições e padrões ambientais e dá outras providências, para empreendimentos de saneamento. Diário Oficial do Estado do Paraná, ed. 7395. 2007.

POGGIANI, F.; GUEDES, M. C.; BENEDETTI, V. Aplicabilidade de biossólido em plantações florestais: I. Reflexo no ciclo dos nutrientes. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Eds) **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p. 163-178.

ROCHA, G.N.; GONÇALVES, J.L.M.; MOURA, I.M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biossólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, p. 623-639, 2004.

ROVIRA, P. S.; SOLER, J. S.; ROVIRA, J. S.; POLO, A. Agricultural use of sewage sludge and its regulation. **Fertilizer Research**, Kansas, USA, v. 43, n. 1-3, p. 173-177, 1996.

SALLES, R.F.M. **Concentração de nutrientes nas folhas e metais pesados nos frutos de macieira (*Malus domestica* Borkh.) em função da aplicação de lodo de esgoto.** 74 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - UFPR. Curitiba, 1998.

CAPÍTULO 5

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE DESBASTE E DE DESRAMA
EM SISTEMA TRADICIONAL DE *Mimosa scabrella* Benth.**

JORGE ZBIGNIEW MAZUCHOWSKI, ALESSANDRO CAMARGO ANGELO

Artigo será submetido à publicação na
Revista CERNE
ISSN 0104-7760
cerne@dcf.ufla.br
Lavras – MG, Brasil

EFEITO DA APLICAÇÃO DE DESBASTE E DE DESRAMA EM SISTEMA TRADICIONAL DE *Mimosa scabrella* Benth.

MAZUCHOWSKI, J.Z. (1), ANGELO, A.C. (2)

(1) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal - Silvicultura, UFPR

(2) Professor, Dr. Departamento de Ciências Florestais, UFPR - Florestas

RESUMO

O cultivo da bracatinga *Mimosa scabrella* Bentham, com finalidade energética existe há mais de 100 anos. Atividade típica da pequena propriedade rural, é cultivada com base na regeneração natural desde a segunda rotação. A madeira é valiosa, com características para uso em várias alternativas industriais, especialmente pela movelaria. Após expansão da área cultivada durante muitos anos, atualmente ocorre redução gradual da área plantada. Este estudo foi desenvolvido em Bocaiúva do Sul, para buscar uma proposta de incremento dos plantios de bracatinga centrada no manejo da densidade mediante o uso das técnicas de desbaste e desrama das árvores. Para atender aos propósitos do trabalho, foram estabelecidos dois experimentos. O experimento 1 objetivou a verificação do efeito do desbaste. Neste caso, parcelas foram mantidas sem a realização de intervenção (Te), para comparação com parcelas em que foi realizado desbaste aos 18 meses (TD), buscando-se reduzir a densidade de 4.800 plantas por ha. O experimento 2 objetivou a avaliação do efeito da desrama em diferentes idades. Foram estabelecidas parcelas com aplicação de desrama aos 24 meses (T24), que foram comparadas com outras aonde foram realizadas duas desramas (T24+36), aos 24 e aos 36 meses de idade (final do 3º ano).

Em todos os casos foram empregadas três repetições em parcelas de 25 m² com 12 plantas, exceto na parcela "Te" que não sofreu intervenções. Dados de diâmetro e altura foram obtidos semestralmente até a idade de 66 meses. Os dados foram analisados através da aplicação do teste "t". O índice de sobrevivência na área sem desbaste foi de 18,6% aos 66 meses. A aplicação do desbaste propiciou maior incremento do DAP, justificando a sua realização. A comparação entre os tratamentos de desrama não resultou em diferença estatisticamente significativa para a variável diâmetro, apresentando no entanto para a variável altura. A intervenção silvicultural através de desbaste mostrou-se positiva, enquanto que a aplicação de desrama aos 36 meses não se justificou.

Palavras-chave: mortalidade de plantas, desbaste, desrama, madeira industrial.

ABSTRACT

EFFECT OF APPLICATION OF THINNING AND PRUNING IN THE TRADITIONAL SYSTEM OF *Mimosa scabrella* Benth.

The cultivation of *Mimosa scabrella* Bentham, energy purposes has existed for more than one hundred years. Typical activity of small rural property, is grown based on natural regeneration since the second rotation. The wood is valuable, with features for use in various industrial alternatives, specially for furniture making. After expansion of the cultivated area for many years, currently is gradual reduction of planted area. This study was developed in Bocaiúva do Sul, to fetch a proposed increase in plantings of *Mimosa scabrella* management centric density through the use of the techniques of thinning and pruning of trees. To meet the purposes of the work, two experiments were established. The objective of the verification of experiment 1 effect of thinning. In this case, plots were maintained without intervention (Te), for comparison with the parcels on which was held to 18 months roughing (TD), seeking to reduce the density of 4,800 plants per ha. The objective of the evaluation of experiment 2 effect of pruning in different ages. Plots were established with application of pruning to 24 months (T24), which were compared with other where were two desramas (T2436), 24 and 36 months of age (end of 3rd year). In all cases were employed three repetitions in tranches of 25 m² with 12 plants, except in the installment "Te" which suffered no interventions. Diameter and height data were obtained every six months until the age of 66 months. The data were analyzed through the application of the test "t". The survival rate in the area without thinning was 18.6 to 66 months. The application of thinning provided greater increment of DAP, justifying their achievement. The comparison between the pruning treatments resulted in statistically significant to the variable diameter, showing however for the variable height. Silviculture intervention through thinning proved to be positive, while the application of pruning to 36 months if justified.

Keywords: plant mortality, thinning, pruning of branches, industrial wood.

1 INTRODUÇÃO

Pioneira e nativa do Paraná, a bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) é de rápido crescimento e ciclo de vida curto (MAZUCHOWSKI, 1989). Atinge até 25 m de altura e 50 cm de DAP médio aos 8 anos de idade. Após esta idade, é comum entrar em declínio vital, atingindo limite máximo de vida aos 30 anos, individualmente (CARPANEZZI, 1994). Em maciços uniformes apresenta tronco reto e fuste amplo, enquanto isolada, apresenta tronco curto e ramificado (CARVALHO, 1994).

Segundo Mazuchowski *et al.* (2004), apresenta uma agrossilvicultura que vem sendo desenvolvida há mais de 100 anos, em áreas que ultrapassam 100 mil hectares, concentrados em 60 municípios paranaenses, desde o Vale da Ribeira até União da Vitória, envolvendo 15.000 propriedades.

A cultura é realizada por regeneração natural, induzida pela queima dos restos da exploração anterior. O espaçamento mínimo utilizado no plantio por sementes é de 1 m x 1 m entre plantas, enquanto para plantios por mudas usa-se 4 m² a 5 m² por planta (CARPANEZZI & LAURENT, 1988). A germinação inicial apresenta densidade variável entre 40 mil e 100 mil plantas (BAGGIO *et al.*, 1986).

No primeiro ano de manejo é consorciada com culturas de milho e feijão; após a colheita das culturas agrícolas, não são realizados tratos culturais no povoamento florestal (CARPANEZZI & LAURENT, 1988). Em geral, não há desbaste após a colheita agrícola, estabelecendo-se forte competição e alta mortalidade até a idade de quatro anos, quando estabiliza o número de árvores/ha. Também não há adoção das técnicas de adubação e desrama, com produção média de 150 a 180 m³/ha de madeira em ciclos de 7 anos (MAZUCHOWSKI, 1990b).

A bracatinga apresenta boa geração de renda, como lenha e carvão vegetal, ou como madeira roliça em vigamentos e escoras para construção civil. A madeira serrada tem aplicação industrial em assoalhos, móveis, peças de mobiliário e laminação, além de caixotaria, embalagens leves e palletes, condicionada à oferta de toras com diâmetro superior a 18 cm (MAZUCHOWSKI & BECKER, 2006).

As demandas internacionais para madeira serrada da indústria moveleira são expressivas, embora no mercado brasileiro seja utilizada como peças torneadas, após receber tratamentos de secagem e usinagem (KLITZKE, 2006).

O mercado apresenta demanda industrial para toras de bracatinga, face às características da madeira (aparência, coloração e densidade). Contudo, existe a

necessidade de mudança nos sistemas tradicionais de manejo do bracatingal para práticas mais intensivas do que aquelas atualmente empregadas, ou seja, a redução da densidade do bracatingal, a recuperação da fertilidade do solo e a desrama para eliminação de defeitos na madeira industrial (MAZUCHOWSKI *et al.*, 2004).

Mazuchowski e Becker (2006) denunciam a redução da área plantada com bracatinga, apontando quatro fatores básicos: severas restrições ambientais para a bracatinga; processo de liberação de corte da bracatinga manejada bastante burocratizado e moroso pelo Instituto Ambiental do Paraná; substituição parcial das áreas de bracatinga por plantações de pinus e/ou eucalipto devido ausência de restrições ambientais para estas espécies exóticas; intensificação do processo de urbanização micro-regional, com subdivisões dos imóveis rurais frente inventários entre familiares, acarretando carência de mão-de-obra e substituição de atividades.

O presente estudo foi desenvolvido no município de Bocaiúva do Sul-PR, tradicional fornecedor de madeira de bracatinga, tendo como objetivos:

- Avaliar a sobrevivência de indivíduos em áreas de regeneração induzida sem a realização de desbastes ou raleios.
- Avaliar a viabilidade de estabelecer um espaçamento geométrico para as plantas em regeneração natural da bracatinga.
- Avaliar o efeito da execução do desbaste ou raleio comparativamente com áreas sem sua aplicação, nas variáveis de crescimento das árvores (diâmetro e altura).
- Avaliar o efeito nas variáveis de crescimento de árvores (diâmetro e altura) após a execução da desrama aos 24 meses de idade comparando com desrama executada aos 24 meses e 36 meses do bracatingal.
- Avaliar o incremento da produção de toras de bracatinga com qualidade de uso industrial, associado a execução de desbaste ou raleio aos 18 meses de idade e desrama das árvores.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização da Área Experimental

Na definição do município destinado a implantação da área experimental, como critério seletivo utilizou-se a concentração de propriedades com cultivo da

bracatinga existente nos municípios integrantes da Região Metropolitana de Curitiba (EMATER, 2005), aliado a disponibilidade de informações relativas à cadeia produtiva de bracatinga (MAZUCHOWSKI *et al.*, 2004; MAZUCHOWSKI & BECKER, 2006) e a disposição de apoio pelos produtores rurais.

Para seleção da propriedade e produtor-cooperador seguiu-se a metodologia do Instituto EMATER (MAZUCHOWSKI, 1990a), resultando na pré-seleção de propriedades geo-espacialmente próximas, situadas nas comunidades de Bocaiuva do Sul-PR. Os proprietários foram contactados para checagem de áreas com bracatingais de 18 meses e obtenção da anuência para realização do experimento, com verificação das condições edáfo-topográficas na gleba. A escolha da área de bracatingal jovem foi baseada na data de queima ocorrida em agosto de 2005.

Assim, o experimento foi instalado na comunidade do Aterradinho, na propriedade do Sr. Syro Gasparim, entre as latitudes 25°11' e 25°49' S e as longitudes 49°05' e 49°43' W. O solo foi identificado como Argissolo Vermelho Amarelo distrófico (PVAd) com A proeminente, textura média/argilosa, relevo suave ondulado, com declividade média de 8% e exposição solar sul. A composição química (Tabela 5.1) corresponde à amostragem de 2007, em condição natural.

TABELA 5.1 – Composição química do solo da área experimental, em 2007, com bracatinga de 18 meses de idade, no município de Bocaiúva do Sul.

pH		Al+3	H+Al3	Ca+2	Mg+2	K	SB	T	Ca+Mg	P	C	V
CaCl2	SMP	cmolc/dm ³								mg/dm ³	g/dm ³	%
3,75	4,20	6,05	19,00	1,50	0,45	0,14	2,09	21,09	3,3	7,15	43,2	10,0

Adicionalmente, a análise granulométrica do solo (Tabela 5.2) indica alto teor de argila com potencial de acúmulo de água na área experimental, aspecto importante para o desenvolvimento da bracatinga, apesar da espécie não aceitar níveis excessivos ou de carência de água no solo, aliado ao fato de encontrar-se com exposição solar sul, que constitui na mais adversa para a produtividade.

TABELA 5.2 – Resultado da granulometria dos solos nas propriedades experimentais de bracatinga em Bocaiúva do Sul.

Tipo de Solo	Análise Granulométrica (g/kg = %)					
	Areia		Silte		Argila	
	Teor	%	Teor	%	Teor	%
PVAd	121	12	342	34	537	54

2.2 Preparação das Parcelas para a Verificação do Efeito do Desbaste

A instalação dos experimentos iniciou pela limpeza do sub-bosque e da

demarcação das parcelas em novembro-dezembro de 2006, empregando estacas de madeira pintadas de branco, demarcando-se parcelas de 5 m x 5 m. Desta maneira foram estabelecidas as parcelas sem desbaste ou raleio.

Cabe destacar o uso específico do termo “raleio” como técnica silvicultural específica do manejo de bracatinga de regeneração, de domínio dos produtores rurais, apesar do termo “desbaste” ser consagrado nos atuais cultivos florestais.

As parcelas com desbaste, além destas operações, foram submetidas à seleção de 12 plantas por parcela, utilizando como critério de escolha as melhores características fenotípicas e de alinhamento para ruas e árvores. Esta intervenção resultou em 3 ruas espaçadas de 2 metros e 4 plantas por linha. As plantas excedentes na densidade média original de 36.800 plantas/ha foram eliminadas, reduzindo para 4.800 árvores/ha com uso de foice e facão.

Excetuando a parcela sem desbaste, as árvores selecionadas foram numeradas sequencialmente de 1 a 12, em cada parcela, sendo registradas num croqui. Todas estas parcelas foram identificadas com cartões numerados.

Adicionalmente, foi efetuada a medição de declividade das parcelas, com apoio de um clinômetro, seguido do cálculo do declive médio do bracatingal, visando garantir a instalação das parcelas em locais com uniformidade de sítio.

Foi realizado um teste “t” para verificação da existência ou não de diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos.

2.3 Preparação das Parcelas para a Verificação do Efeito da Desrama

Para este experimento foram constituídas parcelas de 5 m x 5 m, após a limpeza do sub-bosque seguida da demarcação das áreas em novembro-dezembro de 2006. Foram selecionadas 12 plantas por parcela, considerando as melhores características fenotípicas e seu alinhamento entre ruas e árvores.

Neste caso, foram adotados dois procedimentos: uma área sofreu desrama aos 24 meses (até a altura de três metros), enquanto que a outra área sofreu desrama aos 24 meses (até a altura de três metros), seguida de desrama aos 36 meses (até a altura de seis metros). Adotaram-se 3 repetições para cada tratamento. Empregou-se serrote de poda com duplo corte acoplado a cabo extensor metálico em alumínio de 5 metros para realizar a desrama.

Foi realizado um teste “t” para verificação da existência ou não de diferença

estatisticamente significativa entre os tratamentos.

2.4 Manutenção e Medição das Áreas.

Em todas as parcelas foram desenvolvidos os procedimentos de medição dos espaçamentos inter-árvores com utilização de trena.

O manejo sistemático da mata-competição foi realizado a cada seis meses, usando foice no corte de limpeza da área experimental, anterior a coleta de dados, bem como, ao redor das parcelas para manutenção de bordaduras de 2 metros.

No monitoramento semestral das mensurações individuais das plantas, utilizou-se suta florestal para medição do DAP enquanto a prancheta dendrométrica para a altura. O mesmo procedimento foi sistematicamente repetido nas campanhas de dezembro e junho de cada ano.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Sobrevivência das Árvores em Áreas Sem Desbaste ou Raleio

A evolução da mortalidade das plantas foi evidenciada no período de crescimento, pela sua concentração até o terceiro ano de idade. A Tabela 5.3 destaca a ocorrência de sobrevivência aproximada de 50% dos indivíduos regenerados após a ação do fogo no manejo tradicional de bracatinga.

TABELA 5.3 – Evolução dos níveis de sobrevivência da bracatinga regenerada, entre 18 e 66 meses de idade em Bocaiuva do Sul.

Parcela	DEZ 2006		DEZ 2007		DEZ 2008		DEZ 2009		DEZ 2010	
	Arvores	%	Arvores	%	Arvores	%	Arvores	%	Arvores	%
T1	35.600	100	31.200	87,6	19.600	55,0	12.000	33,7	8.800	24,7
T2	52.400	100	26.800	51,1	16.400	31,3	7.600	14,5	6.000	11,0
T3	50.000	100	26.800	53,6	19.600	39,2	12.400	24,8	10.000	20,0
Média	46.000	100	28.267	64,1	18.533	41,8	10.667	24,3	8.267	18,6

Verificou-se uma variação significativa do índice de sobrevivência de plantas entre as parcelas analisadas, consideradas após a idade de 18 meses mas diretamente embasadas na forma de germinação das sementes após a quebra de dormência pela ação do calor na queimada, nas condições edafoclimáticas ocorridas em cada parcela e no comportamento do teor de umidade presente.

O monitoramento semestral das árvores viabilizou a obtenção de parâmetros relativos a evolução dos níveis de mortalidade das plantas de bracatinga, com

visualização das épocas mais adequadas para intervenção silvicultural. Verificou-se aos 66 meses de idade do bracatingal, uma sobrevivência aproximada de 18,6% das plantas originalmente mensuradas aos 18 meses, ou seja, a partir da média original de 46.000 plantas/ha houve sobrevivência média de 8.267 árvores/ha.

Desta forma, quando da instalação da área experimental aos 18 meses de idade do bracatingal, já apresentava uma densidade em estágio de consolidação das plantas, pois havia níveis diferenciados de sobrevivência entre os tratamentos, variando desde 52.400 árvores/ha até 35.600 árvores/ha.

Carpanezzi (1997) confirma que após a aplicação do fogo no terreno após a colheita de um bracatingal, especialmente nos trinta dias iniciais, verifica-se que na etapa inicial de germinação das sementes de bracatinga ocorre o desenvolvimento de quantidades enormes de plântulas, normalmente situadas acima de 100.000 plântulas por hectare, podendo superar ao total de 200.000 indivíduos.

Por sua vez, verificou-se que a mortalidade das plantas foi decrescente conforme a evolução da idade das árvores, de forma similar aos resultados obtidos por Carpanezzi (1994). Existe vínculo direto entre a densidade da bracatinga e o aumento da densidade de outras espécies arbóreas, numa competição entre as plântulas com mortalidade variável de acordo com as condições edáfo-climáticas.

Analisando bracatingais limítrofes ao experimento, detectaram-se como variáveis dos graus de sobrevivência aquelas inerentes a profundidade efetiva da semente, tipo de solo, grau de limpeza do local, grau de insolação, disponibilidade hídrica, espaço entre sementes germinadas. Alguns desses aspectos foram observados por Carpanezzi (1997), em investigação de causas da mortalidade.

Assim, nos resultados levantados pelo experimento referentes à evolução dos níveis de sobrevivência das árvores de bracatinga, corroboram parte dos dados obtidos por Baggio *et al.* (1986), de que bracatingais apresentam acentuada mortalidade de plantas até o 5º ano, quando estabiliza o número de árvores vivas numa população variável entre 2.000 e 4.000 árvores por hectare. Pelo levantamento realizado na área experimental, evidenciou-se uma quantidade de árvores superior àquela inicialmente divulgada, devido provavelmente a tipo de solo, topografia local e diferença de idade das árvores nos locais amostrados.

Os dados levantados identificaram níveis de mortalidade das plantas cuja evolução ocorreu em uma curva decrescente e gradual, excetuando-se a leitura aos

18 meses, contrariamente a Campos *et al.* (1988) que apontaram diminuição anual do número de árvores no manejo tradicional, com maior mortalidade entre o 4º e 5º ano de idade. Assim, uma maior concentração de mortalidade entre o 3º e 4º anos, quando atingiu a 50% do total original de plantas, destacando a antecipação da época de mortalidade das árvores. Outrossim, esses indicadores são similares a Aguiar (2006), cuja estabilização da mortalidade foi a partir do 5º ano do bracatingal.

Os índices de sobrevivência das árvores de bracatinga, aos 66 meses de idade, apresentaram valores variáveis, com extremos do total de árvores vivas em cada bracatingal, tanto na fase de instalação como no final do experimento. Ao contrário dos dados de Baggio *et al.* (1986), a densidade final do bracatingal foi superior com média de 8.267 árvores/ha. Em levantamentos da EMBRAPA Florestas, nos municípios de Colombo, Bocaiúva do Sul e Campina Grande do Sul, foram detectadas densidades variando de 1.800 a 2.700 árvores por hectare, em bracatingais com idade entre 6 a 8 anos (Carpanezi *et al.*, 2004).

Como mecanismo regulador de populações estudado por Silwertown (1987), a mortalidade é dependente de densidade de plantas. Assim, a mortalidade precoce da bracatinga parece estar associada à alta densidade, face competição intra-específica por fatores de crescimento que leva à morte de árvores dominadas e co-dominadas. Contudo, a mortalidade de árvores nas diferentes etapas de vida da bracatinga, constitui em dificultador nas intervenções silviculturais para produção de madeira industrial e na seleção de árvores matrizes para coleta de sementes.

No experimento de regeneração natural de bracatinga com desbaste seletivo, verificou-se que a mortalidade média definiu densidades de 12 a 24% de árvores vivas aos 30 meses de idade dos bracatingais, no tratamento testemunha. Essa comprovação coincide com Carpanezi (1994), pois a mortalidade decresce simultaneamente com a evolução crescente da idade das árvores tendo vínculo direto com o aumento da densidade de outras espécies arbóreas. Por isso, entre os 12 e 20 meses de idade ocorre elevada mortalidade das plântulas originalmente emergentes, ao redor dos 50% do total inicialmente existente.

Cabe ressaltar que diversos fatores podem influenciar na variação da densidade de plantas, em especial a ocorrência de variação no micro-relevo, graus de diferenças fenotípicas das plantas concorrenciais, níveis de umidade do solo associados ao micro-relevo, diferenciações potenciais de árvores matrizes para

fornecimento do material genético com germinação e crescimento específicos.

3.2 Espaçamento Resultante do Desbaste de Plantas

No experimento com bracatinga de regeneração, buscou-se regular o espaçamento entre os indivíduos remanescentes para estabelecer uma dimensão de 2,00 m x 1,20 m, numa densidade de 4.800 árvores por hectare, adotada na implantação do experimento, apesar de ser bracatingal de regeneração.

Após a aplicação do desbaste na intensidade mencionada, os dados médios dos espaçamentos entre árvores e entre ruas estão apresentados na Tabela 5.4. É importante ressaltar que a definição de um espaçamento estabelecido no desbaste de um bracatingal de regeneração manejada, apresenta dificuldade operacional para execução numa área, de forma contrária ao plantio por mudas.

TABELA 5.4 – Espaçamento médio entre árvores de bracatinga após o desbaste em Bocaiúva do Sul.

Parcelas	Espaçamento (m)	
	Entre Árvores	Entre Ruas
T1	1,72	1,03
T2	1,66	1,10
T3	2,18	1,17
Média	1,85	1,10

Essa densidade silvicultural foi ligeiramente superior à definida por Machado *et al.* (2001) para 4.000 árvores/ha, após estudo dos efeitos da densidade inicial e do sítio no desenvolvimento de bracatingais na Região Metropolitana de Curitiba, comparando densidades de 2.000, 4.000 e 8.000 árvores/ha, com testemunhas de 40.000 plantas/ha, aos 18 meses de idade.

A definição da densidade no bracatingal experimental visou o incremento na produção de madeira, mediante desbaste seletivo e alinhamento das plantas para redução da competição inter-específica. Esta linha experimental também conduzida por Weber (2007), estudou o espaçamento necessário para a árvore de bracatinga desenvolver-se livre de competição, comparando regimes de árvores individuais e tradicional de manejo, concluindo que o manejo para árvores individuais é mais vantajoso em volume de madeira e em receitas geradas.

No experimento desenvolvido confirmou-se que a bracatinga é uma espécie de rápido crescimento, pois atingiu a altura média de 5 metros de altura aos 2,2 anos de idade. Esse resultado também foi observado por Mattos e Mattos (1980)

indicando que a bracatinga atingiu 5 m de altura aos 2 anos de idade. Já Carpanezzi (1994) verificou que no desbaste de plantas, ao final de 36 meses, apesar das diferenças iniciais existentes, são equivalentes as alturas das plantas. A exceção observada foi no sistema florestal tradicional que apresentou significativo menor desenvolvimento da altura das plantas, além da evolução do DAP da bracatinga.

3.3 Efeito do Desbaste nas Árvores de Bracatinga

A aplicação do desbaste teve efeitos positivos sobre as variáveis diâmetro e altura. Para ambas foi constatada diferença estatisticamente significativa quando comparadas as áreas com e sem aplicação de desbaste através do teste “t”.

A técnica silvicultural do desbaste em bracatingal de regeneração implica no incremento efetivo em madeira, embora apresente limitações operacionais. No entanto, a potencialidade de resposta encontra-se fortemente vinculada a introdução de avanços tecnológicos na cultura florestal, em especial pelo plantio por mudas e pelo desenvolvimento de avanços genéticos na qualificação da madeira.

No experimento desenvolvido, os dados apresentam resultados positivos e relevantes, demonstrados pela Tabela 5.5, destacando-se o efeito no DAP das árvores decorrente do raleio realizado aos 18 meses da bracatinga, verificando-se 38% de incremento nas parcelas submetidas a sua aplicação.

TABELA 5.5 – Evolução comparativa do DAP médio decorrente do desbaste aplicado em área experimental de bracatinga em Bocaiúva do Sul

Tratamentos	DAP médio (cm)				
	2006	2007	2008	2009	2010
Te	1,31	2,85	4,05	5,38	6,46
TD	3,14	5,13	6,46	7,76	8,92

Essas afirmações são realçadas por Shimizu (1987), indicando a produção volumétrica entre 8,3 a 25,1 m³/ha.ano-1, aos seis anos de idade em sistema de regeneração natural, proveniente de queima, enquanto em Concórdia-SC, alguns povoamentos de bracatinga, implantados por mudas, no espaçamento de 3 m x 2 m, alcançaram produtividade de até 36 m³/ha.ano-1, aos quatro anos de idade.

Adicionalmente, na Tabela 5.6 está demonstrado o efeito positivo do desbaste na altura das árvores do bracatingal, com pequena variação.

Desta forma, a análise demonstrou a diferença estatisticamente significativa quando efetuada a comparação entre os diâmetros e as alturas das árvores entre os

tratamentos. O tratamento com desbaste apresentou diâmetros e alturas superiores ao tratamento com ausência de desbaste de árvores.

TABELA 5.6 - Evolução comparativa da altura média decorrente do desbaste aplicado em área experimental de bracatinga em Bocaiúva do Sul

Tratamentos	Altura média (m)				
	2006	2007	2008	2009	2010
Te	4,92	6,71	7,63	9,42	9,65
TD	4,92	7,33	8,46	9,90	10,04

O desbaste realizado no decorrer do primeiro ano do povoamento antecipa o desenvolvimento das árvores, com incremento da produtividade. Assim, o incremento do diâmetro está diretamente vinculado à intensidade do desbaste e o experimento evidenciou a tendência para equiparação de altura entre as árvores.

Comportamento semelhante foi observado em consórcios desenvolvidos com milho por Schreiner & Baggio (1984) para *Pinus taeda*, com bracatinga por Fernandes-Vasquez (1987) e com milho e feijão por Carpanezzi (1994).

3.4 Efeito da Desrama nas Árvores de Bracatinga

Os dados decorrentes da desrama desenvolvida nas árvores de bracatinga, aos 24 meses e aos 24 e 36 meses de idade, demonstrados pela Tabela 5.7, indicaram que os resultados dos tratamentos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas no DAP médio das árvores.

TABELA 5.7 – Evolução comparativa do DAP médio decorrente da desrama aplicada em área experimental de bracatinga em Bocaiúva do Sul

Tratamentos	DAP médio (cm)				
	2006	2007	2008	2009	2010
T24	3,14	5,13	6,46	7,76	8,92
T24/36	2,71	5,04	6,31	7,26	8,76

Assim, para um melhor entendimento da comparação do efeito da desrama, a Figura 5.1 apresenta a evolução do DAP médio das árvores de bracatinga nos dois tratamentos monitorados. Verifica-se a ocorrência de resultados muito semelhantes entre os dois tratamentos.

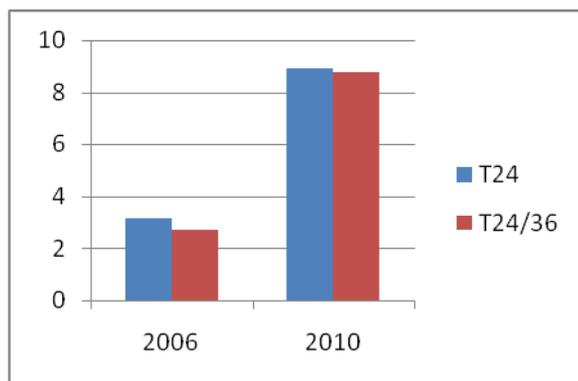


FIGURA 5.1 – Comparação do DAP médio das árvores submetidas a desrama em dois tratamentos em bracatingal

Adicionalmente, a Tabela 5.8 indica o efeito da desrama sobre a altura média das árvores do bracatingal experimental. Apesar de sutil, o teste “t” indicou a existência de diferença estatisticamente significativa entre os dois tratamentos, com o tratamento (24+36) apresentando resultado superior.

TABELA 5.8 - Evolução comparativa da altura média decorrente da desrama aplicada aos 24 e aos 24/36 meses de idade em área de bracatinga em Bocaiúva do Sul

Tratamentos	Altura média (m)				
	2006	2007	2008	2009	2010
T24	4,92	7,33	8,46	9,90	10,04
T24/36	4,63	7,51	8,86	10,35	10,58

Para uma melhor compreensão do efeito da desrama nas árvores, o gráfico da Figura 5.2 demonstra o comparativo entre a altura média das árvores de bracatinga nos dois tratamentos, verificando-se uma variação de apenas 4% de incremento nas parcelas submetidas a desrama.

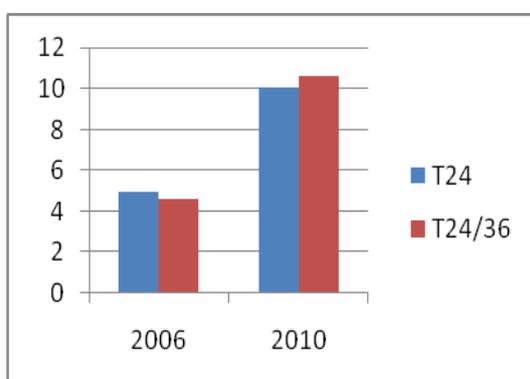


FIGURA 5.2 – Comparação da altura média das árvores submetidas a desrama aos 24 e aos 24/36 meses de idade.

No experimento de bracatinga oriunda de regeneração natural foi executada a desrama abaixo de 60% da altura total, aos 24 meses e aos 36 meses de idade, de

forma sistemática nas parcelas embora tenha ocorrido desrama seletiva em árvores isoladas. Tal orientação foi baseada no fato de que a madeira obtida em povoamentos sem manejo silvicultural apresenta a presença de nós no tronco (MAZUCHOWSKI & BECKER, 2006), sendo um inconveniente tecnológico e redução do valor da tora comercial.

O conhecimento das características da copa da bracatinga ou de sua arquitetura constitui fator fundamental para o correto manejo silvicultural frente as limitações de fertilidade e água, para viabilizar a produção de troncos mais retilíneos e com menor quantidade de ramificações. Nesse sentido, afirma Seitz (1995) que a perda de galhos no ambiente natural é motivada pela rejeição, devido à ineficiência assimilatória, ou por acidente, sendo o vento a causa principal destes acidentes, enquanto a desrama constitui em uma intervenção silvicultural de aprimoramento.

O resultado final da desrama de bracatinga reafirmou a necessidade de sua aplicação nos casos de incremento da qualidade da madeira com utilização industrial. Assim, enquanto Buongiorno & Gillness (1987) afirmam que o manejo florestal toma decisões de futuro quanto à organização, uso e conservação de florestas, Burger (1980) definiu que o principal objetivo do manejo é direcionar a produção de um povoamento florestal para o máximo aproveitamento da capacidade do sítio, tendo as árvores condições de alcançar as dimensões desejadas.

Em razão da bracatinga não apresentar uma desrama natural eficiente, além de possuir tendência a formar ramificações múltiplas nos estágios iniciais, a execução da desrama configura-se em uma prática que pode garantir a melhoria da qualidade da madeira e a formação de fustes retilíneos de grandes dimensões.

3.5 Considerações sobre a Desramagem em Bracatingais

Observou-se que a deiscência natural dos ramos mais finos ocorreu antes dos 24 meses de idade da bracatinga, fator que torna não recomendável a desrama após esta idade das árvores. Por isso, a desrama deve ser realizada mais precocemente, no máximo até os 18 meses de idade do bracatingal, quando o DAP e a altura das árvores poderão ser eventuais limitantes.

Adicionalmente, a produtividade dos bracatingais é relativamente baixa, com destinação ao uso energético e sem incorporar tecnologias, tornando inviável a seleção de toras com destinação industrial. Carvalho (2003) indicou que na Região

Metropolitana de Curitiba-PR, a produtividade anual média, em rotações de sete anos, é estimada entre 12,5 a 15 m³/ha, sob regeneração natural, adotando-se a fórmula de Ahrens (1981), dando como diâmetro mínimo de 3 cm para lenha.

Por isso, a realização de duas desramas em bracatingais é considerada anti-econômica devido principalmente ao baixo rendimento em madeira para serraria (índice estimado em variável inferior a 20% do total de árvores com 7 anos, com DAP superior a 20 cm), decorrente do material genético degradado pela sequência de ciclos de produção e baixos níveis de fertilidade dos solos.

Em decorrência, conclui-se que a desrama aos 18 meses poderá ser realizada até os 6 metros de altura, desde que seja compatível com a altura das árvores e respeitado o limite de efetuar até 50% da altura total da bracatinga.

As demandas de madeira de bracatinga são crescentes, com amplas oportunidades de mercado interno e externo, condicionadas pela escala de oferta de madeira industrial, sendo decorrentes especialmente da beleza visual e das características especiais da madeira para revestimentos e mobiliários. Por isso, Abrahams (2004) alertou para a necessidade de medidas promocionais para estimular o manejo das plantações de bracatinga visando o aproveitamento pelo segmento industrial, com toras com DAP superior a 25 cm.

4 CONCLUSÃO

Sendo uma espécie florestal pioneira, com alta densidade de plantas, a bracatinga deflagra uma disputa acirrada por espaço vital para cada árvore, estabelecendo como prerrogativa fundamental a necessidade de regulação do espaço entre as plantas.

O manejo silvicultural adotado na área experimental com bracatingal basicamente foi centrado no manejo da densidade das plantas. As intervenções silviculturais aplicadas promoveram respostas positivas sobre os indivíduos na área.

Após 66 meses, a sobrevivência foi de 18,6% dos indivíduos em área sem realização de raleio. A aplicação do critério de seleção de plantas, junto a uma tentativa de uniformidade espacial resultou em um espaçamento de 1,8 x 1,1 m. Foi constatada uma considerável dificuldade para o estabelecimento de um alinhamento mínimo a partir de plantas regeneradas espontaneamente.

Com estas observações, pode-se inferir que a realização de raleio é fator

preponderante para a elevação da dimensão dos indivíduos remanescentes na área, devendo ser implementado em áreas que se destinam á produção de madeira.

Em relação à desrama, apesar da constatação de superioridade dos resultados em altura com intervenções aos 24 +36 em relação a intervenção somente aos 24 meses, verificou-se que o mesmo não ocorreu em relação ao diâmetro. Neste caso, na medida em que a variável diâmetro é mais decisiva do que a altura para uma tomada de decisão, o tratamento com desrama realizada apenas aos 24 meses se mostrou em uma alternativa mais satisfatória.

Esta prerrogativa decorre da avaliação comercial de toras de bracatinga realizada pelo comprador de madeira, quando estabelece valores adicionais ao preço pago, embasado na dimensão de tora livre de nós, ausência efetiva de nós na tora e quantidade de toras disponíveis na propriedade.

5 REFERENCIAS

ABRAHAMS, J. Perspectiva da madeira de bracatinga na indústria florestal moveleira. IN: Oficina sobre Bracatinga no Vale da Ribeira / Guaraqueçaba, 2004, Curitiba. **Anais . . .** Curitiba: Agência de Desenvolvimento da Mesorregião do Vale da Ribeira, EMATER-Paraná, EMBRAPA Florestas. 2004. 60 p.

AGUIAR, L.P. Modelagem do volume do povoamento da *Mimosa scabrella* Benth. em bracatingais nativos da Região Metropolitana de Curitiba. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 2, 2006.

BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A. A.; GRAÇA, L. R.; CECCON, E. Sistema agroflorestal tradicional da bracatinga com culturas agrícolas anuais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 12, p. 73-82, jun. 1986.

BUONGIORNO, J.; GILLNESS, J.K. **Forest management and economics: a primer in quantitative methods**. New York: Macmillan, 1987. 285 p.

BURGER, D. **Ordenamento florestal: a produção florestal**. Curitiba: FUPEF, Curitiba, 1980. 124 p.

CAMPOS ARCE, J.J. & BAUER, J.A. *Mimosa scabrella*: leguminosa promissora para zonas altas. **Silvoenergia**. Turrialba (9): 1-4, 1985.

CAMPOS, J.C.C.; SILVA CAMPOS, A.L.A.; LEITE, H.G. Decisão silvicultural empregando um sistema de predição do crescimento e da produção. **Revista Árvore**, v. 12, n. 2, p. 100-110, 1988.

CARPANEZZI, A. A. **Banco de sementes e deposição de folhedo e seus nutrientes em povoamentos de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) na Região Metropolitana de Curitiba-PR**. 100 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.

CARPANEZZI, O.T.B. **Produtividade florestal e agrícola em sistemas de cultivo de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) em Bocaiúva do Sul, Região Metropolitana de Curitiba-PR**. Piracicaba: ESALQ, 1994. 77 p. Dissertação de Mestrado.

CARPANEZZI, A. A. & LAURENT, J. M. E. (Ed.). **Manual técnico da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.)**. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Colombo, 1988. 70 p. (EMBRAPA-CNPf. Documentos, 20).

CARPANEZZI, A.A.; CARPANEZZI, O.T.B.; BAGGIO, A.J. Manejo de bracatingais. In: Oficina sobre Bracatinga no Vale da Ribeira / Guaraqueçaba, 2004, Curitiba. **Anais ...** Curitiba: Agência de Desenvolvimento da Mesorregião do Vale da Ribeira, EMATER-Paraná, EMBRAPA Florestas. 2004. 60 p. (p. 50-58).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Florestais Brasileiras – Recomendações Silviculturais, Potencialidades e Uso da Madeira**. EMBRAPA Florestas. Colombo: EMBRAPA-CNPf. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 640 p. il. (p. 337-347).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: EMBRAPA-CNPf. 2003.

EMATER. **Perfil agrícola dos municípios do Paraná**. Cultivos florestais – Bracatinga. Curitiba, 2005.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979.

FERNANDES-VASQUEZ, S. **Comportamento inicial da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) em consórcio com milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris*), com e sem aplicação de fertilizantes em solo de campo na Região Metropolitana de Curitiba – Paraná.** 137 p. Tese (Doutorado) - Setor de Ciências Agrárias, Unidade Federal do Paraná. Curitiba, 1987.

KLITZKE, R. J. **Desenvolvimento de programa de secagem para madeira de *Mimosa scabrella* (bracatinga) com 26 mm de espessura.** UFPR – FUPEF (Convênio Agência de Desenvolvimento da Mesorregião do Vale do Ribeira/Guaraqueçaba). Curitiba. 2006.

MACHADO, S. do A.; TONON, A.E.N.; OLIVEIRA, E.B. de; FIGUEIREDO FILHO, A.; CARPANEZZI, A.A. **Efeitos da densidade inicial e do sítio sobre o desenvolvimento de bracatingais nativos da Região Metropolitana de Curitiba.** EMBRAPA CNPF. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 43, p. 19-46, jul./dez. 2001.

MATTOS, J. R.; MATTOS, N. F. A bracatinga. Porto Alegre: **IPRNR**, n. 5, p. 1-40, 1980.

MAZUCHOWSKI, J.Z. **Exploração da bracatinga.** Curitiba: EMATER-PR, 1989. 25 p. il. (Projeto FAO-GCP/BRA/025/FRA. Série Extensão, 4).

MAZUCHOWSKI, J. Z. **Princípios metodológicos para geração e difusão de tecnologia florestal.** Curitiba: EMATER-PR, 1990a. 72 p.il. (Projeto FAO GCP /BRA/025/FRA. Série Metodologia Florestal , 2).

MAZUCHOWSKI, J.Z. **Anais do Seminário sobre Agrossilvicultura no Desenvolvimento Rural.** Curitiba: EMATER-PR, 1990b. 222 p. il. (Projeto FAO - GCP / BRA / 025 / FRA - Bracatinga).

MAZUCHOWSKI, J.Z.; BECKER, J.C. **Relatório de Atividades do Projeto Unidades Rurais de Desenvolvimento Integrado 2004 a 2006.** Instituto EMATER e Agência de Desenvolvimento da Mesorregião Vale do Ribeira / Guaraqueçaba. Curitiba. 2006. 150 p., il.

MAZUCHOWSKI, J. Z.; DA SILVA, V. P.; BECKER, J. C. **Anais da Oficina sobre Bracatinga no Vale da Ribeira / Guaraqueçaba**. Agência de Desenvolvimento da Mesorregião do Vale da Ribeira / EMATER-Paraná / EMBRAPA Florestas. Curitiba. 2004. 60 p.

SEITZ, R.A. **Manual de poda de espécies arbóreas florestais**. UFPR & FUPEF. Curitiba, 1995. 56 p.

SHIMIZU, J.Y. Escolha de fontes de sementes de bracatinga para reflorestamento na região de Colombo. **Boletim de Pesquisa Florestal**. Curitiba, (15): 49-53, 1987.

SILWERTOWN, J.W. **Introduction to plant population ecology**. New York: John Willey, 2 ed. 1987. 229 p.

SCHEREINER, H. G. & BAGGIO, A. J. Culturas intercalares de milho (*Zea mays* L.) em reflorestamento de *Pinus taeda* L. no sul do Paraná. **Boletim de Pesquisa Florestal**. Curitiba, (8/9): 29-49, 1984.

WEBER, K. S. **Manejo da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) baseado no crescimento diamétrico de árvores individuais**. 125 p. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007.

RECOMENDAÇÕES

Decorrente dos resultados obtidos nos diversos trabalhos experimentais desenvolvidos em áreas de Bocaiúva do Sul, aliado ao acompanhamento de aspectos vivenciais dos produtores rurais, destacam-se como recomendações para o incremento da agrossilvicultura da bracatinga:

- Estruturar um processo de seleção de **árvores matrizes** de bracatinga visando sementes para produção de madeira direcionada à indústria de móveis e serrarias.
- Desenvolver estudos de **melhoramento genético da bracatinga**, para melhorar as características intrínsecas da árvore, a produtividade e fustes mais retilíneos.
- Apoiar a execução do **desbaste** ou raleio das plantas no primeiro ano de desenvolvimento do bracingal.
- Fomentar a prática da **desramagem das árvores** para obtenção de toras livres de nós em plantios com destinação industrial.
- Adequar a disponibilização de **lodo de esgoto alcalinizado** nas áreas com bracatinga com parcerias entre Assistência Técnica, Prefeituras Municipais, SANEPAR e Indústrias florestais.
- Incrementar a **parceria** entre produtores de bracatinga e indústrias florestais.
- Buscar a **modificação na atual intervenção** do serviço IAP/SEMA, para evitar a possibilidade da cadeia produtiva da bracatinga ser extinta a curto prazo.

ANEXO – Evolução comparativa da área plantada de Bracatinga entre 2005 e 2010 nos municípios produtores do Estado do Paraná.

NÚCLEO REGIONAL	MUNICÍPIO	2005		2007		2010	
		PRODUTOR (nº)	ÁREA (ha)	PRODUTOR (nº)	ÁREA (ha)	PRODUTOR (nº)	ÁREA (ha)
Cornélio Procópio	Santa Amélia	1	100	1	100	1	100
	TOTAL: 1 município	1	100	1	100	1	100
Curitiba	Agudos do Sul	600	1.032	500	1.000	525	580
	Almirante Tamandaré	130	2.212	130	2.212	130	2.212
	Araucária	20	250	20	250	20	250
	Balsa Nova	35	20	35	20	35	20
	Bocaiúva do Sul	365	14.000	320	6.500	210	5.500
	Campina Grande Sul	50	50	50	50	50	50
	Campo do Tenente	5	58	5	58	5	58
	Campo Largo	250	1.200	250	1.200	250	1.200
	Campo Magro	395	8.350	395	8.250	390	7.200
	Cerro Azul	-	-	-	-	-	-
	Colombo	350	3.360	300	3.210	280	3.110
	Contenda	60	30	60	30	5	1
	Doutor Ulisses	-	-	-	-	-	-
	Fazenda Rio Grande	15	30	10	20	8	15
	Itapereçu	30	500	30	500	30	500
	Lapa	700	7.000	700	7.000	600	6.000
	Mandirituba	-	-	-	-	-	-
	Piên	415	300	415	300	415	300
	Piraquara	50	50	50	50	5	10
	Quatro Barras	150	1.000	150	1.000	150	1.000
	Quitandinha	90	60	90	60	60	40
	Rio Branco do Sul	150	2.000	150	3.000	150	3.000
	Rio Negro	180	900	180	900	115	640
	São José dos Pinhais	200	50	200	50	205	52
Tijucas do Sul	40	170	40	170	49	204	
Tunas do Paraná	11	100	40	300	40	300	
	TOTAL: 24	4.291	42.722	4.120	36.130	3.727	32.242
Pato Branco	Cel. Domingos Soares	40	1.000	40	1.000	200	5.000
	Coronel Vivida	10	20	0	0	-	-
	Honorio Serpa	40	70	-	-	-	-
	Mangueirinha	120	300	-	-	-	-
	Mariópolis	10	15	10	15	7	10
	Palmas	70	150	-	-	-	-
	Pato Branco	60	140	30	20	30	22
	TOTAL: 7	350	1.695	80	1.035	237	5.033
Francisco Beltrão	Marmeleiro	20	20	20	40	-	10
	Renascença	6	48	5	15	10	18
	TOTAL: 2	26	68	26	55	18	28
Guarapuava	Candói	3	5	3	5	8	10
	Cantagalo	40	60	-	-	-	-
	Goioxim	120	150	120	150	120	150
	Guarapuava	520	1.250	550	1.280	530	1.130
	Laranjeiras do Sul	65	200	65	200	65	200
	Nova Laranjeiras	65	200	65	200	65	200
	Palmital	30	80	-	-	-	-
	Pinhão	22	65	30	70	30	70
	Prudentópolis	2.400	3.000	2.400	3.000	2.400	3.000
	Reserva do Iguaçu	15	150	5	150	20	175
Turvo	60	110	-	-	-	-	
	TOTAL: 11	3.330	5.810	3.238	5.055	3.238	5.035
Irati	Fernandes Pinheiro	30	207	10	50	10	50
	Guamiranga	60	300	60	300	60	300
	Imbituva	40	280	40	280	40	280

	Inácio Martins	280	12.500	280	12.50	290	7.200
	Irati	65	82	65	0	65	82
	Mallet	140	380	140	82	140	380
	Rebouças	600	400	60	380	60	150
	Rio Azul	1.650	1.600	1.650	400	1.200	500
	Teixeira Soares	247	160	247	1.000	10	5
	TOTAL: 9	3.112	15.909	2.472	15.027	1.875	8.947
Ivaiporã	Pitanga	40	300	-	-	-	-
	Santa Maria do Oeste	20	400	10	-	-	-
	TOTAL: 2	60	700	10	300	0	0
Ponta Grossa	Carambeí	6	45	6	45	6	45
	Castro	10	80	10	80	10	80
	Ivaí	20	50	20	50	20	50
	Palmeira	50	500	40	400	30	200
	São João do Triunfo	80	260	62	162	62	162
	TOTAL: 5	166	935	138	737	128	537
União da Vitória	Antonio Olinto	45	150	20	60	45	110
	Bituruna	150	240	50	50	50	50
	Cruz Machado	450	480	380	380	380	250
	General Carneiro	200	1.000	200	1.000	200	1.000
	Paula Freitas	30	75	-	-	-	-
	Paulo Frontin	360	388	360	288	360	288
	Porto Vitória	140	210	118	118	118	118
	São Mateus do Sul	1.200	1.200	1.200	600	1.200	600
	União da Vitória	100	240	100	100	100	100
	TOTAL: 9	2.653	3.983	2.428	2.596	2.453	2.373
TOTAL GERAL	69 MUNICIPIOS	13.989	71.922	12.400	65.507	11.677	54.265