

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARIA DA PENHA MOREIRA GONÇALVES

**AVALIAÇÃO SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DE SISTEMAS DE
PRODUÇÃO DE *Mimosa scabrella* Benth E DE *Pinus taeda* (L.)**

**CURITIBA
2011**

MARIA DA PENHA MOREIRA GONÇALVES

**AVALIAÇÃO SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DE SISTEMAS DE
PRODUÇÃO DE *Mimosa scabrella* Benth E DE *Pinus taeda* (L.)**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais, Curso de Pós- Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Rioyei Higa
Co-Orientadores: Prof. Dr. Ivan Crespo Silva
Prof^a. Dra Luciana Duque Silva
Dr. Sérgio Gaiad

**CURITIBA
2011**

À minha mãe Ana Maria e ao meu pai
Celestino (*in memoriam*) pelo amor e
dedicação a mim conferidos me
proporcionando a chegar tão longe...

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida e pela proteção, me acompanhando e até me carregando nos momentos mais difíceis.

Ao meu Padim Padre Cícero e NS da Penha pelas interseções junto a Deus.

À minha mãe, minhas irmãs, meus sobrinhos e a toda a minha família do Crato-CE pelo carinho, apoio e compreensão entendendo minha ausência.

Ao meu companheiro Alessandro pelo amor incondicional, pelos incentivos e confiança, acreditando na minha capacidade mais do que eu mesma e pela ajuda e opiniões na execução desse trabalho.

Aos meus grandes amigos de longe Beth, Marília, Janailton, Claudia, Gleici, Fábio, Ítala e Rivaldo e aos meus novos amigos em Curitiba, Rafael, John, Ander, Alberto, Horacia e Patrícia por tudo que representam pra mim.

À Manana e Lisa pelas suas calorosas recepções a cada final de jornada diária fazendo meus dias sempre mais felizes.

À todos os amigos do Lamef, em especial a Dona Carmem que tão bem me acolheu no frio de Curitiba, ao Fabrício, ao Rafael, a Thais, a Ecleia e a Andrea por fazerem hoje parte da minha vida.

Ao Prof. Higa pela amizade, pelo acolhimento e pelas grandes lições e exemplos que certamente me acompanharam tanto na vida profissional quanto pessoal.

Ao Prof. Ivan pela amizade, motivação e conhecimentos passados nesse trabalho.

À Luciana e a todos os orientadores e envolvidos do Projeto Pró-Engenharia pela idealização do projeto e contribuições na execução desse trabalho.

Aos professores de ecologia florestal Franklim, Roderjan e Yoshiko por todo o empenho em nos fazer entender as dinâmicas dos ecossistemas e suas interações.

Ao professor Bruno pelos conhecimentos passados em nutrição florestal pelo cuidado paterno nas saídas de campo e por instigar ainda mais o gosto pela pesquisa de campo.

Ao Prof. Enrique Ortega e sua equipe de estudos em análise emergética da UNICAMP, que me proporcionaram um melhor entendimento no assunto.

Aos funcionários da Embrapa, em especial ao Gaiad e Gelson pela amizade e ajuda na execução das análises de microbiologia do solo.

Ao extensionista Jorge da Emater-PR por me apresentar o SAF com bracatinga, pelo conhecimento passado e por apresentar-me ao seu Zé e dona Delvira.

Ao seu Zé e Dona Delvira, produtores rurais, que tão bem me receberam nas coletas de dados do SAF com bracatinga, sempre solícitos e prestativos no repasse de informações.

À Empresa Battistella Florestal e seus funcionários pela simpatia, cordialidade, recepção e hospitalidade nas visitas de campo ao sistema com pinus.

À Capes, pelo auxílio financeiro.

"Eu sou de uma terra que o povo padece
Mas não esmorece e procura vencer.
Da terra querida, que a linda cabocla
De riso na boca zomba no sofrer
Não nego meu sangue, não nego meu nome
Olho para a fome, pergunto o que há?
Eu sou brasileiro, filho do Nordeste,
Sou cabra da Peste, sou do Ceará."

PATATIVA DO ASSARÉ

RESUMO

Esse estudo objetivou avaliar, por meio de indicadores econômico, social e ambiental, sistemas de produção florestal constituídos por SAF com bracatinga e sistema monocultural com pinus. Os sistemas estudados, bracatinga e pinus, estão inseridos em uma pequena propriedade rural no município de Bocaiúva do Sul – PR e em uma grande empresa florestal no município de Rio Negrinho – SC, respectivamente. Na avaliação econômica foram verificadas a rentabilidade e riscos através de quatro critérios, Valor Presente Líquido (VPL); Relação benefício/custo (B/C); Taxa Interna de Retorno (TIR) e a Análise de Sensibilidade (AS), sendo usado o horizonte temporal de 7 anos no SAF com bracatinga e 17 anos no sistema monocultural com pinus e TMA de 4% a.a e 8,75% a.a, respectivamente. A avaliação social, englobou aspectos relacionados à qualidade de vida dos atores envolvidos diretamente nos sistemas estudados, de forma quali-quantitativa, sendo realizada a pesquisa de forma pontual, ou seja apenas nas duas propriedades referentes aos dois sistemas analisados. Esse parâmetro foi avaliado através do índice de sustentabilidade ponderado (ISp). Os indicadores ambientais avaliados em ambos os sistemas de cultivo foram relacionados à eficiência ambiental (emergia) e a qualidade do solo nos mesmos, sendo no primeiro empregadas as ferramentas e índices da análise emergética para avaliar a sustentabilidade e no segundo foi usado como fatores indicadores da qualidade do solo a biomassa microbiana do solo (BMS-C) a fertilidade do solo, sendo relacionadas em alguns aspectos. Os resultados dos indicadores econômicos apontam o SAF com bracatinga como economicamente rentável, apresentando baixo risco de investimento e pouco sensível às mudanças impostas. O sistema monocultural com pínus foi considerado economicamente rentável apresentando riscos de investimento e sensível aos cenários impostos. Do ponto de vista social o sistema com bracatinga evidenciou potencial para a geração de postos de trabalho, porém apresentou-se insuficiente na geração de qualidade de vida aos trabalhadores no exercício do trabalho. Socialmente o sistema em monocultivo com pínus apresentou-se pouco empregador de mão-de-obra, porém concede aos trabalhadores boas condições de trabalho. A análise emergética realizada apontou que o SAF com bracatinga teve balanço emergético positivo, sendo considerado sustentável em médio prazo. O sistema

monocultural com pínus apresentou balanço emergético favorável, apresentando-se sustentável em longo prazo. Na qualificação microbiológica e química do solo o SAF com bracatinga foi considerado inferior ao seu sistema natural. A qualidade do solo do sistema monocultural com pínus apresentou-se inferior ao sistema referencial nativo.

Palavras-chave: sistema de produção florestal; indicadores ambientais, econômicos e sociais; emergia; sustentabilidade

ABSTRACT

The objective of this study was to assess the economic, social and environmental performance of forest production systems comprising an agroforestry system with bracatinga and a pinus monocultural system. The systems under study, namely bracatinga and pinus plantations, are located in a small rural property in the municipality of Bocaiuva do Sul, State of Parana, and in a large property owned by a forest enterprise in the municipality of Rio Negrinho, State of Santa Catarina, respectively. In the economic assessment rentability and risk were evaluated under four criteria: Net Present Value, Benefit Cost Analysis, Internal return rate and Sensibility Analysis, being considered a time horizon of 7 years in the bracatinga system and 17 years in the pine system, and a minimum attractive rate of 4 and 8,75% annually, respectively. The social assessment addressed aspects related to the well-being of the actors involved directly in the systems, quantitatively and qualitatively, being the research carried out in a punctual manner, that is to say, only addressing the two properties under study. These two parameters were assessed through the application of two sustainability indices. Specifically, the weighted sustainability indice (ISp). The environmental indicators applied to both systems addressed environmental efficiency (emergy) and soil quality, with the first employing the tools and indices of the emergy analysis and the second employing an indicator of soil microbiological, namely soil carbon microbial biomass, together with soil fertility analysis. The results of the economic indicators point to the SAF bracatinga financially viable, low risk investment and less sensitive to imposed changes. The system with monocultural pine was considered economically viable, presenting with investment risks and sensitive to tax scenarios. From the standpoint of the social system with bracatinga showed potential for generating jobs, but had to be insufficient in generating quality of life for workers in the course of work. Socially system with monoculture pine was a little employer of manpower, but provides workers with good working conditions. The emergy analysis performed showed that the SAF with bracatinga emergy balance was positive, and is considered sustainable in the medium term. The system with monocultural pine presented emergy balance favorable, presenting sustainable in the long term. In qualifying for microbiological and chemical soil with the SAF bracatinga presented below its natural system. The

quality of the soil with pine monocultural system presented below the native reference system.

Keywords: forest production system, environmental, social and economic indicators; energy; sustainability.

RESUMEN

Este estudio pretende evaluar el desempeño económico, social y ambiental de sistemas de producción forestal constituidos por un sistema agroforestal temporario con bracatinga y un sistema de monocultivo con Pino. Los sistemas estudiados, de bracatinga y pino, están situados en una pequeña propiedad rural en el municipio de bocaiuva do sul-PR y en una gran empresa forestal en el municipio de Rio Negrinho-SC, respectivamente. En la evaluación económica fue verificada la rentabilidad y riesgos a través de cuatro criterios, el Valor Presente Líquido (VPL), Relación Beneficio/costo (B/C), Tasa interna de retorno (TIR) y el Análisis de Sensibilidad (AS), siendo usado el horizonte temporal de 7 años en el sistema agroforestal com bracatinga y de 17 años em el sistema monocultural com pino y TMA de 4% a.a y 8,75% a.a, respectivamente. La evaluación social englobo aspectos relacionados a la calidad de vida de los actores involucrados directamente en los sistemas estudiados, de forma cuali-cuantitativa, siendo realizada la investigación puntual, o sea, apenas en las dos propiedades referentes a dos sistemas evaluados. Ese parámetro fue evaluado através do índice de sostenibilidad ponderado (ISp). Los índices ambientales evaluados en ambos sistemas de cultivos de cultivo fueron la eficiência ambiental (energía) y la calidad del suelo, siendo en el primero empleadas las herramientas e índices de análisis energético para evaluar la sostenibilidad de los sistemas y en el segundo fue usado como factor indicador de la calidad del suelo la biomasa microbiana del suelo (BMS) en conjunto con la fertilidad del suelo, siendo relacionados ambos factores en algunos aspectos. Los resultados de los indicadores económicos apuntan al sistema agroforestal (SAF) financieramente viables, la inversión de bajo riesgo y menos sensible a los cambios impuestos. El sistema de monocultivo de pino habia sido considerado económicamente viable, que presentan riesgos de inversión y sensibles a los escenarios de impuestos. Desde el punto de vista del sistema social con bracatinga mostraron potencial para generar puestos de trabajo, pero tuvo que ser insuficiente para generar calidad de vida de los trabajadores en el curso del trabajo. Socialmente el sistema de monocultivo de pino es un empleador de mano de obra poco, pero proporciona a los trabajadores con buenas condiciones de trabajo. El análisis realizado demostró que emergía de la SAF con el equilibrio bracatinga emergía fue positiva, y se considera sostenible en el

mediano plazo. El sistema de monocultivo de pino presenta emergía saldo favorable, presentando sostenible en el largo plazo. En la calificación de suelo microbiológicos y químicos con la bracatinga SAF presentó bajo de su sistema natural. La calidad de los suelos con el sistema de monocultivo de pino se presenta bajo el sistema de referencia de origen.

Palabras clave: sistemas de producción forestal, ambiental, económico y social emergía, la sostenibilidad

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 -	LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE BOCAIÚVA DO SUL NO ESTADO DO PARANÁ	34
FIGURA 2 -	DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA AGROFLORESTAL COM BRACATINGA.....	36
FIGURA 3 -	ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO SAF DE BRACATINGA. PRIMEIRO ANO COM CULTIVO AGRÍCOLA; BRACATINGA COM 1 ANO DE IDADE; INTERIOR DO TALHÃO AOS 6 ANOS; DETALHE DE PONTAS DE ESCORAS EMPILHADAS COLHIDAS AOS 6 ANOS; TALHÃO AOS 7 ANOS EM CORTE RASO.....	40
FIGURA 4 -	LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE RIO NEGRINHO NO ESTADO DE SANTA CATARINA.....	41
FIGURA 5 -	DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.....	43
FIGURA 6 -	ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS: A - LIMPEZA DO SOLO SEMI-MECANIZADA (HERBICIDA); B - LIMPEZA DO SOLO MECANIZADA (MÁQUINAS PESADAS); C - DETALHE DAS MUDAS PARA PLANTIO; D - ATIVIDADE DE PLANTIO; E - ATIVIDADES DE REPLANTIO E CONTROLE DE FORMIGAS CORTADEIRAS SIMULTANEAMENTE; F - POVOAMENTO EM ATIVIDADE DE PODA; G - ATIVIDADE DE DESBASTE; H - COLHEITA FINAL EM CORTE RASO.....	45
FIGURA 7 -	ETAPAS DA ATIVIDADE DE COLHEITA DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS: A - CAT-312 COM PROCESSADOR LOGMAX 5000 UTILIZADA NO DESBASTE; B - CAT-522 FELLER-BUNCHER UTILIZADO NO CORTE RASO; C - DETALHE DO DESGALHAMENTO COM MOTOSERRA; D - MF-290 COM CONVERSOR UTILIZADO NO ARRASTE DE ÁRVORES DENTRO DO TALHÃO; E - CAT-545 SKIDER UTILIZADO NO ARRASTE DE ÁRVORES DENTRO DO TALHÃO; F - CAT-320 COM PROCESSADOR LOGOMAX 7000 UTILIZADA NO TRAÇAMENTO DAS ÁRVORES; G - FORWARDER UTILIZADO NO CARREGAMENTO DE TORAS DENTRO DO TALHÃO; H - CAT-320 UTILIZADO NO CARREGAMENTO DE TORAS AOS CAMINHÕES DE TRANSPORTE.	49
FIGURA 8 -	FÓRMULA DE CÁLCULO DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO.....	51
FIGURA 9 -	FÓRMULA DE CÁLCULO DA RELAÇÃO BENEFÍCIO – CUSTO.....	52
FIGURA 10 -	FÓRMULA DE CÁLCULO DA TAXA INTERNA DE RETORNO.	52
FIGURA 11 -	FÓRMULA DE CÁLCULO DO INDICADOR DE PERIODICIDADE.....	56
FIGURA 12 -	FÓRMULA DO ÍNDICE SOCIAL PONDERADO.....	57
FIGURA 13 -	SAF COM BRACATINGA E SEU RESPECTIVO SISTEMA NATURAL (MATA NATIVA).....	60
FIGURA 14 -	SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS E SEU RESPECTIVO SISTEMA NATURAL (MATA NATIVA)	60
FIGURA 15 -	ETAPA DE EXTRAÇÃO DO CARBONO MICROBIANO DAS AMOSTRAS, COM DETALHE DA FASE DE AGITAÇÃO MAGNÉTICA; B – ETAPA DE DETERMINAÇÃO DO CARBONO MICROBIANO ATRAVÉS DA TITULAÇÃO.....	63
FIGURA 16 -	CUSTOS E RECEITAS DO SAF DE BRACATINGA.....	64
FIGURA 17 -	DISTRIBUIÇÃO DOS FLUXOS DE CAIXA ENTRE OS COMPONENTES DO SAF COM BRACATINGA.....	67
FIGURA 18 -	CUSTOS REFERENTES A MÃO-DE-OBRA E INSUMOS DO SAF COM BRACATINGA.....	69
FIGURA 19 -	DISTRIBUIÇÃO DOS POSTOS DE TRABALHO NAS ATIVIDADES DO SAF COM BRACATINGA.....	76

FIGURA 20 -	DISTRIBUIÇÃO DE POSTOS DE TRABALHO AO LONGO DO CICLO DO SISTEMA DE BRACATINGA.....	77
FIGURA 21 -	DISTRIBUIÇÃO DA RENDA PONDERADA AO LONGO DO CICLO DO SAF COM BRACATINGA.....	80
FIGURA 22 -	DISTRIBUIÇÃO DA RENDA PONDERADA NAS ATIVIDADES DO SAF COM BRACATINGA.....	81
FIGURA 23 -	CLASSIFICAÇÃO DO CONFORTO LABORAL CEDIDO NO SISTEMA DA BRACATINGA.....	82
FIGURA 24 -	DIAGRAMA DOS FLUXOS EMERGÉTICOS DO SAF COM BRACATINGA.....	86
FIGURA 25 -	DISTRIBUIÇÃO EMERGÉTICA DOS RECURSOS NATURAIS E DA ECONOMIA NO SAF COM BRACATINGA SENDO: R=RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (SOL E CHUVA); N= RECURSOS NATURAIS NÃO-RENOVÁVEIS(PERDA DE SOLO).....	88
FIGURA 26 -	PORCENTAGEM DOS FLUXOS EMERGÉTICOS DE ENTRADA EM RELAÇÃO A EMERGIA TOTAL DO SAF DE BRACATINGA.....	90
FIGURA 27 -	CARBONO DA BIOMASSA MICROBIANA NO SAF COM BRACATINGA E SUA MATA NATIVA NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES.....	94
FIGURA 28 -	CUSTOS DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.....	98
FIGURA 29 -	CUSTOS REFERENTES À MÃO-DE-OBRA E INSUMOS DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.....	99
FIGURA 30 -	RECEITAS DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.....	100
FIGURA 31 -	DISTRIBUIÇÃO DOS POSTOS DE TRABALHO NAS ATIVIDADES DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.....	103
FIGURA 32 -	DISTRIBUIÇÃO DE POSTOS DE TRABALHO AO LONGO DO CICLO DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.....	105
FIGURA 33 -	DISTRIBUIÇÃO DA RENDA PONDERADA AO LONGO DO CICLO DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.....	106
FIGURA 34 -	DISTRIBUIÇÃO DA RENDA PONDERADA NAS ATIVIDADES DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.....	107
FIGURA 35 -	CLASSIFICAÇÃO DO CONFORTO LABORAL CEDIDO NO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.....	108
FIGURA 36 -	DIAGRAMA DO FLUXO EMERGÉTICO DO SISTEMA PINUS.....	110
FIGURA 37 -	DISTRIBUIÇÃO EMERGÉTICA DOS RECURSOS NATURAIS E DA ECONOMIA NO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.....	113
FIGURA 38 -	PORCENTAGEM DOS FLUXOS EMERGÉTICOS DE ENTRADA EM RELAÇÃO A EMERGIA TOTAL DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.....	114
FIGURA 39 -	CARBONO DA BIOMASSA MICROBIANA NO SISTEMA PINUS E SUA MATA NATIVA NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES.....	117
FIGURA 40 -	DETALHE DA CAMADA DE SERAPILHEIRA NO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS SOB TRADAGEM.....	119

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS ANUALMENTE NO SAF DE BRACATINGA.....	37
TABELA 2 -	DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS OBTIDOS NO SAF DE BRACATINGA BEM COMO A PRODUÇÃO E O PREÇO COMERCIALIZADO LOCALMENTE.....	53
TABELA 3 -	CATEGORIAS DE TRABALHADORES DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.....	54
TABELA 4 -	DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DIAMÉTRICAS COM SEUS RESPECTIVOS VOLUMES E PREÇOS NO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.....	54
TABELA 5 -	QUESITOS AVALIADOS NO CONFORTO LABORAL DOS ATORES DOS SISTEMAS.....	57
TABELA 6 -	INDICADORES ECONÔMICOS OBTIDOS PARA O SAF COM BRACATINGA.....	70
TABELA 7 -	ANÁLISE DA SENSIBILIDADE DO SAF COM BRACATINGA FRENTE A POSSÍVEIS MUDANÇAS NA ATUAL SITUAÇÃO.....	72
TABELA 8 -	INDICADORES SOCIAIS DO SISTEMA AGROFLORESTAL COM BRACATINGA.....	85
TABELA 9 -	AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DO SAF COM BRACATINGA.....	87
TABELA 10 -	INDICADORES EMERGÉTICOS DO SISTEMA AGROFLORESTAL COM BRACATINGA.....	91
TABELA 11 -	C ORGÂNICO DO SOLO E PORCENTAGEM DO C MICROBIANO EM RELAÇÃO AO C ORGÂNICO DO SAF COM BRACATINGA E SUA MATA NATIVA EM DUAS PROFUNDIDADES.....	95
TABELA 12 -	INDICADORES ECONÔMICOS OBTIDOS PARA O SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.....	101
TABELA 13 -	ANÁLISE DA SENSIBILIDADE DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS FRENTE A POSSÍVEIS MUDANÇAS NA ATUAL SITUAÇÃO.....	102
TABELA 14 -	INDICADORES SOCIAIS DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.....	109
TABELA 15 -	AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.....	111
TABELA 16 -	INDICADORES EMERGÉTICOS DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.....	115
TABELA 17 -	C ORGÂNICO DO SOLO E PORCENTAGEM DO C MICROBIANO EM RELAÇÃO AO C ORGÂNICO DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS E SUA MATA NATIVA EM DUAS PROFUNDIDADES.....	120

LISTA DE SIGLAS

ANOVA – Análise da Variância
AS - Análise de Sensibilidade
APP – Área de Preservação Permanente
BMS -C - Biomassa Microbiana do Carbono do Solo
CL – Conforto Laboral
CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento
COT - Carbono Orgânico Total.
DERAL - Departamento de Economia Rural e Alimentação do Estado do Paraná.
DIEESE – Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos
EER - Índice de Relação de Troca de Energia.
EIA – Agência de Informação de Energia
EIR - Razão do Investimento em Energia
ELR - Índice de Carga Ambiental.
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ep – Energia Produzida pelo Sistema
EPI – Equipamento de Proteção Individual
ESI – Indicador de Sustentabilidade Emergética
EYR - Rendimento em Energia.
F – Recursos Provenientes da Economia
IAPAR – Instituto Ambiental do Paraná
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
ISp- Índice de Sustentabilidade Social Ponderado
MOBASA – Modo Batistella de Reflorestamento
N- Recursos Não Renováveis da Natureza
Pe – Periodicidade
Pt – Postos de Trabalho
R – Recursos Renováveis da Natureza

Re – Renda Ponderada

RB/C - Relação Benefício/Custo

SAFs – Sistemas Agroflorestais

SAFT – Sistema Agroflorestal Temporário

SFT – Sistema Florestal Tradicional

SDM/SC – Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente de Santa Catarina

TIR - Taxa Interna de Retorno

TMA – Taxa Mínima de Atratividade.

TR - Transformidade

VPL - Valor Presente Líquido

Y – Emergia Incorporada ao Produto Final

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
2	OBJETIVOS.....	20
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	21
3.1	SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS PRODUTIVOS.....	21
3.2	INDICADORES NA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS FLORESTAIS.....	22
3.2.1	Indicadores Econômicos.....	23
3.2.2	Indicadores Sociais.....	24
3.2.3	Indicadores Ambientais.....	25
3.3	SISTEMAS DE PRODUÇÃO FLORESTAL.....	28
3.3.1	Sistema Agroflorestal com Bracatinga.....	30
3.3.2	Sistema em Monocultivo com Pinus.....	32
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	33
4.1	CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO.....	33
4.1.1	Sistema Agroflorestal com Bracatinga.....	33
4.1.1.1	Localização.....	33
4.1.1.2	Caracterização.....	35
4.1.2	Sistema Monocultural com Pinus.....	40
4.1.2.1	Localização.....	40
4.1.2.2	Caracterização.....	42
4.2	DETERMINAÇÃO DA PRODUTIVIDADE FLORESTAL.....	49
4.3	INDICADORES ECONÔMICOS.....	50
4.4	INDICADORES SOCIAIS.....	55
4.5	INDICADORES AMBIENTAIS.....	57
4.5.1	Eficiência emergética.....	57
4.5.2	Qualificação Química e Microbiológica do Solo.....	59
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	64
5.1	SISTEMA AGROFLORESTAL COM BRACATINGA.....	64
5.1.1	Avaliação Econômica do Sistema Agroflorestal com Bracatinga.....	64

5.1.1.1	Custos e receitas do SAF com bracatinga.....	64
5.1.1.2	Indicadores financeiros do SAF com bracatinga.....	70
5.1.1.3	Simulação de cenários econômicos do SAF com bracatinga.....	72
5.1.1.4	Outras valorações econômicas no SAF com bracatinga.....	73
5.1.2	Avaliação Social do Sistema Agroflorestal com Bracatinga.....	75
5.1.3	Avaliação Ambiental do SAF com Bracatinga.....	86
5.1.3.1	Análise emergética do SAF com bracatinga.....	86
5.1.3.2	Análise microbiológica e química do solo do SAF com bracatinga.....	93
5.2	SISTEMA MONOCULTURAL COM PÍNUS.....	97
5.2.1	Avaliação Econômica do Sistema Monocultural com Pínus.....	97
5.2.1.1	Custos e receitas do sistema monocultural com pínus.....	97
5.2.1.2	Indicadores financeiros do sistema monocultural com pinus.....	100
5.2.1.3	Simulação de cenários econômicos no sistema monocultural com pinus.....	101
5.2.1.4	Outras valorações econômicas no sistema monocultural com pinus.....	102
5.2.2	Avaliação Social do Sistema Monocultural com Pinus.....	103
5.2.3	Avaliação Ambiental do Sistema Monocultural com Pínus.....	110
5.2.3.1	Análise emergética do sistema monocultural com pinus.....	110
5.2.3.2	Análise microbiológica e química do solo do sistema monocultural com pínus.....	117
6	CONCLUSÕES	121
7	RECOMENDAÇÕES	122
	REFERÊNCIAS	122
	APÊNDICES	142
	ANEXOS	151

1 - INTRODUÇÃO

A demanda por produtos madeireiros tem colocado o setor produtivo florestal em destaque econômico no país, tendo recebido maiores atenções tanto do setor público quanto privado. Para um melhor direcionamento das ações envolvidas nesse setor são necessárias informações pertinentes à viabilidade dos sistemas de produção florestal, sendo inserido atualmente nesse contexto a sustentabilidade do processo.

O conceito de sustentabilidade alcançou reconhecimento internacional por meio do relatório da Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas (conhecido como Comissão Brundtland) e intitulado “Nosso futuro comum”, publicado em 1987. Esse documento define o desenvolvimento sustentável como sendo aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de gerações futuras atenderem suas próprias necessidades. Para que esse conceito seja contemplado em um estudo, pelo menos três critérios devem ser abordados na avaliação: econômicos, sociais e ambientais, tidos como indissociáveis nesses tipos de abordagens (SACHS, 1993).

Nas avaliações dos processos produtivos os fatores de cunho econômico são comumente trabalhados, sendo trabalhada a viabilidade financeira do projeto. Porém fatores sociais e principalmente ambientais nem sempre são levados em consideração na análise da viabilidade de sistemas produtivos.

Para aferir a sustentabilidade de sistemas produtivos, qualitativamente ou quantitativamente, é necessário o estabelecimento de indicadores a serem considerados isolados ou combinados entre si. Segundo Bossel (1999), para trabalhar com um sistema complexo é necessário reconhecer um conjunto específico de indicadores e interpretar o que os resultados significam para a saúde, ou viabilidade, do sistema.

Na análise econômica e social de sistemas florestais são bastante utilizados indicadores já considerados padrões na aferição da sustentabilidade relacionados à viabilidade financeira e qualidade de vida dos atores do sistema, respectivamente. Na análise ambiental avaliações sistêmicas de cunho energético por meio da análise emergética e as avaliações referentes ao conhecimento das interações microbiológicas no funcionamento edáfico vêm se mostrando promissoras na análise

de sistemas produtivos (AGOSTINHO & ORTEGA, 2007; CASALINHO *et al.*, 2007).

Os sistemas florestais com as espécies bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) e *Pinus taeda* L. são comumente trabalhados na região sul do país. A primeira, nativa, é normalmente manejada em regenerações naturais na forma de SAF temporário por pequenos produtores e a segunda, implantada sob a forma de monocultivos principalmente por empresas do setor florestal.

Ambas as espécies tem conferido vantagens na sua exploração sob diferentes aspectos (BAGGIO *et al.*, 1986, KLEINE, 2002), porém não há informações concretas sobre a sustentabilidade, na sua ampla abrangência interdisciplinar, em tais sistemas, de modo que possam dar subsídios para a tomada de decisões e o monitoramento de ações desenvolvidas nessas unidades de produção.

Dentro desse contexto, faz-se necessário uma avaliação ampla desses sistemas de produção envolvendo aspectos tanto econômicos quanto sociais e ambientais. Buscar mecanismos capazes de aferir a sustentabilidade de um sistema de produção florestal permitirá adotar as estratégias mais adequadas para sua viabilização ao longo do tempo ou mesmo a substituição do modelo atual adotado.

2 OBJETIVOS

Geral:

Gerar subsídios técnicos para aferir a sustentabilidade (econômica, social e ambiental) de sistemas de produção florestal (SAF temporário de bracatinga e monocultivo de pinus) permitindo otimizar seu manejo.

Específicos :

- Econômico - Determinar a rentabilidade dos sistemas de produção florestal e seus riscos de investimento;
- Social – Determinar, por meio de indicadores quali-quantitativos, a condição de vida dos atores envolvidos diretamente nos sistemas;
- Ambiental – Determinar o balanço energético dos sistemas pela análise emergética e a qualidade do solo dos sistemas de produção florestal.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 – SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS PRODUTIVOS

A crescente preocupação relacionada à qualidade de vida e aos problemas ambientais contemporâneos, como a poluição, o aquecimento global, a destruição da camada de ozônio, a erosão dos solos e a dilapidação das florestas e da biodiversidade genética, lançou à humanidade um novo desafio: o “desenvolvimento sustentável”. O conceito de sustentabilidade alcançou reconhecimento internacional por meio do relatório da Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, o famoso relatório de Brundtland, intitulado *Nosso futuro comum*, publicado em 1987.

Basicamente esse conceito procura transmitir a idéia de que o desenvolvimento deve conciliar, por longos períodos, o crescimento econômico e a conservação dos recursos naturais (EHLERS, 1996). Esse ideal foi reafirmado na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, promulgando a declaração Rio-92 e a Agenda 21. A Agenda 21 é um programa de ação para o desenvolvimento sustentável global, que tornou o conceito de sustentabilidade um princípio político formal. Reconheceu-se então que a proteção ambiental global só é possível se forem considerados também os aspectos econômicos e sociais.

O desenvolvimento sustentável é, hoje, o termo mais utilizado para definir um novo modelo de desenvolvimento socioeconômico (VAN BELLEN, 2006). De acordo com Sachs (1986), o desenvolvimento sustentável é caracterizado pelo crescimento econômico baseado na justiça social e na sustentabilidade no uso dos recursos. Dentro desse contexto faz-se necessário a compreensão do sistema produtivo em toda sua amplitude, abrangendo aspectos econômicos, sociais e ambientais.

A princípio são considerados sustentáveis todos os ecossistemas naturais permanentes, já que esses são capazes de manter a sua produtividade de acordo com a capacidade de suporte do meio, a diversidade genética, as características físico-químicas do solo e a dinâmica dos nutrientes. Dessa forma, quando ocorre a degradação do ecossistema onde esteja inserida uma produção econômica, essa será insustentável em longo prazo (POGGIANI *et al.*, 1998).

A sustentabilidade econômica refere-se à capacidade de produção, distribuição e utilização equitativa das riquezas produzidas pelo homem (RÍES,

2010).

Já a sustentabilidade social de acordo com CHAMBERS e CONWAY (1992) se refere não somente ao que o ser humano pode ganhar, mas à maneira como pode ser mantida decentemente sua qualidade de vida.

Sustentabilidade é um dos temas que têm impulsionado os programas de pesquisa e desenvolvimento de ciências e tecnologia, bem como os de desenvolvimento social, industrial e agrícola (NOLASCO, 1999). Para efetivação desse conceito há necessidade de se quantificar essa sustentabilidade dentro de um sistema de produção, mostrando ser essa tarefa um novo desafio, o qual começa pela definição de uma metodologia que permita uma análise dos processos produtivos florestais dentro de um contexto de sustentabilidade.

Na Conferencia Nacional sobre o Meio Ambiente – Eco 92, surgiu pela primeira vez a preocupação com o desenvolvimento dessas metodologias surgindo assim a ideia de indicadores para esse tipo de avaliação. Desde a realização dessa conferencia, iniciaram-se esforços internacionais para desenhar indicadores que possibilitassem o monitoramento do estado de sustentabilidade, atendendo assim a uma recomendação expressa na Agenda 21.

3.2 - INDICADORES NA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS FLORESTAIS

De acordo com Lourenço (2005), a partir dos anos 1990 começam a surgir novas ferramentas destinadas a mensurar as dimensões do desenvolvimento sustentável. Estas ferramentas, conhecidas como indicadores, são geralmente desenvolvidas no meio acadêmico, e visam subsidiar a sociedade e, principalmente, o Estado na elaboração e implementação de ações públicas para a sustentabilidade. Indicadores são úteis na descrição das condições atuais (quantidade ou magnitude de algo) e do desempenho de um sistema (PEREIRA, 2008).

A adoção de práticas sustentáveis nos processos produtivos florestais vem sendo uma exigência não só dos recursos ambientais, que se apresentam cada vez mais exauridos, como também da própria sociedade como consumidor final. Essa exigência se expressa na aceitação final do produto na forma de certificação. A certificação é um atestado de origem da matéria-prima florestal, que inclui a certificação da sustentabilidade do processo e do produto final (BAHARUDDIN, 1995).

De acordo com Matos Filho (2004), dentro dos programas disciplinares dedicados ao estabelecimento dos indicadores de sustentabilidade há uma nítida tendência em privilegiar separadamente uma das três dimensões, ambiental, social ou ainda a econômica, sendo esta última mais frequentemente associada a uma das outras duas.

Ferraz (2003) afirma que, embora teoricamente deva existir equilíbrio entre as três dimensões da sustentabilidade (social, econômica e ambiental), a abordagem econômica é a mais enfatizada em sistemas produtivos, em especial nas avaliações de agroecossistemas, devido ao seu elevado peso nas decisões humanas.

3.2.1 Indicadores Econômicos

A avaliação econômica se preocupa com a alocação dos recursos financeiros em um ambiente de risco (ou incerteza), tendo seu foco voltado para a operação dos mercados financeiros, na avaliação de preços de ativos financeiros, e na estrutura financeira das empresas (ROSS, 1997). Dessa forma a análise econômica apresenta resultados monetários que viabilizam ou não um investimento de acordo com seus indicadores. A avaliação econômica, por influenciar de forma mais objetiva nas decisões humanas, tem seus indicadores mais trabalhados que os demais indicadores de sustentabilidade mesmo em sistemas mais complexos (FERRAZ, 2003).

Segundo LIMA (1995), os projetos de investimentos florestais exigem uma grande soma de capital para serem implantados sendo caracterizados pelo longo prazo, portanto, muito suscetíveis a riscos. O que requer dessa forma, de acordo com Acerbi Jr. (1998), uma análise que considere o valor do capital no tempo, isto é, que atribuam diferentes ponderações às receitas líquidas, em função de sua distribuição ao longo do tempo.

Na avaliação econômica de sistemas florestais principalmente agroflorestais, tem sido comumente usado, como instrumento de análise econômica, orçamentos de custos e receitas e métodos de avaliação de projetos, como Valor Presente Líquido - VPL, Relação Benefício-Custo – RB/C e Taxa Interna de Retorno -TIR, para medir o desempenho do fluxo de caixa. (ARCO VERDE, 2008; SANTOS, 2004; RODIGHERI 2000; RODIGHERI & GRAÇA, 1996; GRAÇA & MENDES, 1987; GRAÇA *et al.*1986).

O VPL é a atualização do fluxo de caixa anual com uma determinada taxa de

desconto (SANTOS, 2004, citando BUARQUE¹, 1984). Corresponde ao lucro líquido anual médio (receitas - custos) durante o período definido de exploração, obtendo dessa forma, o valor da produção em termos atuais, sendo usado o momento inicial do projeto como referência para o cálculo, servindo para indicar a rentabilidade do investimento.

A RB/C representa a divisão das receitas totais atualizadas pelos custos totais atualizados, Se essa razão exceder a unidade, o valor presente líquido do investimento será positivo, indicando que o projeto é economicamente viável e quanto maior que a unidade melhor é o investimento (FARO, 1979). Quando o valor da RB/C for igual a 1 a taxa de desconto utilizada é a própria taxa interna de retorno do projeto (CASTRO & MOKATE, 1998). Representa, de acordo com Souza e Clemente (1999), uma medida de quanto se ganha por unidade de capital investido.

A TIR é a taxa que faz com que o valor atualizado dos benefícios se iguale ao valor atualizado dos custos, ou seja, é a taxa em que o VPL é igual a zero (SANTOS, 2004, citando BUARQUE, 1984). Ela é calculada com base nos próprios dados do fluxo de caixa, sem necessidade de uma taxa de desconto. De acordo com Rêgo (1996), a TIR permite calcular o percentual de retorno do investimento e compará-lo ao custo de oportunidade de mercado (TMA).

A análise de sensibilidade – AS é tida como o impacto de variações pessimistas, isoladas em cada item do projeto sobre sua rentabilidade (MELO *et al.*; 1999), sendo um dos artifícios amplamente empregados para tratar as incertezas das projeções econômicas (BAQUEIRO², 1986 citado por SILVA, 2000).

3.2.2 Indicadores Sociais

Os indicadores sociais, de acordo com Deponti (2002), são menos trabalhados na literatura, quando se trata de produção florestal, se comparados com os indicadores econômicos e ambientais. Porém, não devem ser considerados menos importantes, pelo contrário, devem ser encarados como base na elaboração de políticas públicas para a sustentabilidade da produção florestal.

Segundo Galvão (2000), a atividade florestal é geradora de milhões de

¹BUARQUE, C., Avaliação econômica de projetos: uma apresentação didática, ed. – 8. reimpr. – Rio de Janeiro:Campus, 1984.

² BAQUEIRO, H.I. Evaluación económica de proyectos agroflorestales. In: Taller sobre diseño estadístico y evaluación económica de proyectos agroflorestales, 1986, Curitiba. Taller sobre... Curitiba: FAO para América Latina y el Caribe, 1986. 142p. (Documento de Apoyo).

empregos diretos e indiretos em todo o país tendo ainda papel essencial na qualidade de vida da população pelos benefícios ambientais proporcionados, realçando a sua significativa importância social.

Lima (1996) enfatiza a importância do engajamento dos pequenos produtores rurais no processo dito reflorestamento social, cujo objetivo é conseguir um aumento da formação de talhões florestais nessas propriedades, a fim de amenizar o déficit de madeira, principalmente para a geração de energia.

No estabelecimento de um sistema composto pela bracatinga na região sul, de acordo com Laurent *et al.* (1990), é envolvida a mão-de-obra de 85,08 homens.dia por bracatingal no ciclo de 7 anos, sendo as pequenas propriedades constituintes do principal reservatório de mão-de-obra fixa a ser utilizada.

Van Bellen (2006) afirma que existe uma dificuldade no uso de indicadores sociais na avaliação de sustentabilidade, principalmente em termos quantitativos, sendo mais fácil trabalhar essas avaliações em termos mais qualitativos. Porém, autores como Lopes e Almeida (2002), avaliando diferentes sistemas florestais, conseguiram englobar nos seus indicadores de sustentabilidade, de forma eficiente, aspectos quali-quantitativos. Nesse estudo foi realizada a classificação dos diferentes sistemas a partir dos seus caracteres estruturais e funcionais, visando à identificação de diferentes padrões sócio-organizacionais (arranjos institucionais), determinando os padrões de sustentabilidade por meio de indicadores e do índice de sustentabilidade.

Aspectos qualitativos nas avaliações sociais como o bem estar dos trabalhadores rurais vem sendo levado em consideração em diversos estudos sociais e sendo alvo de leis, inclusive na constituição de 1988. Dentre as preocupações relacionadas ao bem estar dos trabalhadores uma das mais levantadas em estudos diz respeito às condições de trabalho. Nesse sentido, quesitos como segurança e jornada de trabalho adequadas são primordiais nessas avaliações. Seifert & Santiago (2009) afirmam que apenas 38% dos trabalhadores rurais entrevistados utilizam equipamentos de proteção individual, colocando-se sob os riscos inerentes as atividades agrícolas sem a proteção adequada.

3.2.3 Indicadores Ambientais

Os indicadores ambientais são usados para se ter um retrato da qualidade ambiental e dos recursos naturais, além de avaliar as condições e as tendências

ambientais rumo ao desenvolvimento sustentável (RUFINO, 2002).

Dentro da dimensão ambiental de sistemas florestais os indicadores de sustentabilidade estão geralmente relacionados com aspectos climáticos, edáficos, ecológicos, fenológicos e fisiológicos (POGGIANI *et al.*, 1998), que podem estar agrupados ou estudados isoladamente para aferir o nível de estabilidade frente as intervenções no sistema.

Estudos mais recentes têm abordado esses aspectos de forma conjunta ao trabalhar através da análise sistêmica onde são contabilizadas todas as contribuições da natureza e dos serviços humanos na construção de um balanço energético para conhecimento da verdadeira energia gasta na obtenção de um produto; essa abordagem é conhecida como avaliação emergética (ODUM, 1996). Logo, a emergia representa um valor diferente daquele normalmente utilizado para certos bens ou serviços (BROWN & ULGIATI, 1997; SCIUBBA & ULGIATI, 2005).

Na economia convencional, o preço econômico de um produto mede o trabalho humano agregado, porém não considera a contribuição da natureza na formação dos insumos utilizados, o custo das externalidades negativas no sistema regional e nem as despesas resultantes da exclusão social gerada pelo empreendimento e pagas pela sociedade local (ORTEGA, 2003).

Segundo Odum (1996), a emergia é definida como toda a energia externa e interna, renovável ou não, que a biosfera utiliza para produzir um recurso, seja natural ou antrópico, sendo, portanto, considerada a energia incorporada ao processo de obtenção do recurso. É, portanto, a disponibilidade de energia de um tipo que é utilizada em transformações diretas ou indiretas para produzir um produto ou serviço, medida em emjoule.

A emergia reflete a “memória energética” do trabalho anteriormente realizado para produzir esse mesmo produto ou serviço. Para reconhecer a qualidade e funcionalidade de cada tipo de energia, que depende de trabalho prévio de geração do recurso, o autor definiu um fator de conversão chamado de transformidade, que representa a quantidade de energia gasta para gerar uma unidade de energia do produto em questão.

Os indicadores provenientes da avaliação emergética são considerados eficientes no estudo do fluxo energético dos sistemas produtivos para aferição da sustentabilidade principalmente quando se busca valorar serviços ambientais, tendo sido trabalhada na análise sob diferentes aspectos de diversos sistemas produtivos

no país (PEDROSO, 2009; BATISTA, 2008; AGOSTINHO, 2005; KAMIYA, 2005; ORTEGA, 2003; COMAR, 1998) sendo trabalhados na sua grande maioria sistema de cultivos agrícolas com ciclos curtos.

Por meio dos indicadores da metodologia emergética pode-se interpretar a dependência ou não de um sistema quanto aos recursos da economia e da natureza, podendo assim, promover um diagnóstico de quais sistemas ou processos são mais sustentáveis do ponto de vista ambiental (ODUM, 1996).

Ainda na análise ambiental, um fator considerado primordial no estudo da sustentabilidade do sistema florestal está relacionado ao meio edáfico, já que o mesmo pode ser considerado a base de qualquer tipo de sistema produtivo florestal, sendo causador de reflexos na qualidade e mesmo na continuidade da capacidade produtiva (GOEDERT & LOBATO, 1988).

Os mecanismos que compõem as interações ocorridas nesses ambientes podem ser eficientemente estudados até mesmo em sistemas florestais mais complexos como os agroflorestais, como o uso de indicadores da qualidade do solo (CASALINHO *et al.*, 2007).

A qualidade do solo pode ser definida como o grau em que o solo pode promover a atividade biológica, mediar o fluxo de água e manter a qualidade do ambiente agindo como um tampão e assimilando resíduos orgânicos, dentre outros (LARSON & PIERCE, 1994). Dessa forma é considerada uma medida muito sensível às alterações das diferentes práticas de manejo dos sistemas produtivos podendo ser utilizada para determinar se certo sistema e/ou práticas empregadas na condução desses estão, de fato, se afastando ou se aproximando da sustentabilidade, que será medida por meio dos seus indicadores (AQUINO & ASSIS, 2005).

Os indicadores de qualidade do solo estão intimamente relacionados aos organismos dos solos já que esses sofrerão influências diretas das intervenções antrópicas ocorridas no sistema. Os microrganismos do solo são facilmente afetados tanto pelas práticas de manejo do solo quanto pelo clima, sendo considerados essenciais aos ecossistemas, uma vez que atuam na decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e alteram as propriedades físicas e químicas do solo com resultados diretos na sua fertilidade (FREY *et al.*, 1999).

O uso de atributos microbianos vem sendo amplamente utilizado para detecção de alterações na qualidade e nas propriedades biológicas do solo

avaliando o grau de sustentabilidade de sistemas florestais (MELLONI *et al.*, 2008; MORAES *et al.*, 2007; GAMA-RODRIGUES *et al.*, 2005; ASSIS JÚNIOR *et al.*, 2003).

A biomassa microbiana do solo (BMS) é considerada como sensível indicador de alteração da matéria orgânica, possibilitando avaliar a contribuição das práticas de manejo adotadas nos diferentes sistemas de cultivo bem como as perturbações sofridas (AQUINO & ASSIS, 2005).

Constituindo a maior parte da fração ativa da matéria orgânica, a BMS pode ser enquadrada como, sendo mais sensível que o resultado quantitativo do C orgânico e do N total para aferir alterações na matéria orgânica do solo (GAMA-RODRIGUES, 1999). A relação C microbiano e C total do solo aumenta e diminui rapidamente conforme ocorram elevação ou redução da matéria orgânica do solo num sistema ecológico (ANDERSON & DOMSCH, 1989). A biomassa microbiana do solo (BMS) e o teor de C orgânico demonstram possuir uma estreita ligação entre si (VARGAS & SCHOLLES, 2000).

Nos ecossistemas naturais, o C e os nutrientes recirculam principalmente por meio da ação microbiana e suas interações. Quando esse ecossistema é perturbado, como é o caso de um sistema florestal cultivado, um novo equilíbrio é estabelecido (LEMENIH *et al.*, 2005).

A atividade e a biomassa microbiana em sistemas florestais são altamente correlacionadas com características químicas do solo, principalmente as relacionadas à disponibilidade de nutrientes do solo, fornece informações importantes acerca dos microorganismos como um todo, que compõem o reservatório de nutrientes da matéria orgânica do solo (WANDER, 1994). Sendo assim, medidas da biomassa microbiana permitem estimar o "status" biológico do solo.

Uma das limitações ao uso de indicadores de qualidade de solo na avaliação da sustentabilidade de um ecossistema é a necessidade de padrões de referência para interpretação dos resultados (LIMA, 2007). De acordo com Granatstein e Bezdicek (1992), para minimizar os erros advindos dessas avaliações podem ser realizadas comparações dos sistemas artificiais com áreas nativas, que são sistemas onde se espera encontrar o máximo de sustentabilidade ambiental, dependendo do estado de conservação.

3.3 – SISTEMAS DE PRODUÇÃO FLORESTAL

A formação de sistemas produtivos florestais com finalidade econômica no Brasil só foi significativa dentro do cenário agrícola a partir da década de 70, devido aos incentivos de políticas públicas no setor, objetivando promover o uso de madeira advinda de reflorestamentos para reduzir os desmatamentos.

Atualmente estudos apontam que o Brasil conta com aproximadamente sete milhões de hectares de florestas plantadas (ALMEIDA, 2009) estando entre os dez maiores produtores florestais do mundo, 90% das quais constituídos por eucalipto e pínus (SBS, 2007).

De acordo com Bacha e Barros (2004) os principais agentes reflorestadores no País são: empresas produtoras de celulose, de siderurgia, de produtos sólidos de madeira, governos estaduais e pequenos produtores, sendo que as empresas siderúrgicas e de madeira reconstituída, juntamente com os pequenos produtores correspondiam a 56,4% do estoque de árvores plantadas no País no ano 2000.

Os sistemas de produções florestais, apesar de constantemente serem encarados de maneira peculiar e às vezes até degradativa diante dos demais sistemas agrários, são diferenciados em termos de produção no que diz respeito às escalas temporais com que são trabalhados seus ciclos produtivos e os bens e serviços que esses ofertam. Os sistemas florestais em essência trabalham com três tipos básicos de produção: madeireira; não madeireira e ambiental (CASTANHO FILHO, 2006) e a intensidade com que é produzido cada bem ou serviço em um dado sistema está diretamente relacionada à sincronia entre os seus objetivos e as práticas agrícolas adotadas para o alcance desses objetivos.

Os reflorestamentos para fins comerciais com espécies exóticas ou nativas, são apontados como alternativas de sucesso a uma das mais agressivas formas de exploração dos recursos naturais, como os desmatamentos, além de contribuir para a melhoria da qualidade ambiental através do seqüestro de carbono, ciclagem de nutrientes dentre outros benefícios (EVANS, 1992). Como são empregadas espécies de rápido crescimento nas nossas condições a produtividade viabiliza economicamente tais cultivos conferindo sua eficiência sob os diferentes aspectos.

Na região sul do Brasil dois sistemas de produção florestal são destacados, os sistemas de cultivo com a espécie *Mimosa scabrella* e o de *Pinus taeda* que se adaptam perfeitamente às condições edafoclimatológicas predominantes, sendo a primeira nativa dessa região (LORENZI, 1992).

3.3.1 Sistema Agroflorestal com Bracatinga

Bracatinga é uma espécie do grupo das pioneiras arbóreas, perenifólia e pouco exigente quanto a condições físicas e químicas do solo (CARVALHO, 1994). É uma espécie característica e exclusiva da vegetação secundária da Floresta Ombrófila Mista, nas formações Montana e alto Montana, sendo pouco abundante nessas formações não perturbadas e formando grupos puros em áreas antropizadas (BARTOSZECK, 2000)

De acordo com Poggiani *et al.*, (1987) é uma espécie que possui a capacidade de fixação simbiótica de nitrogênio atmosférico pela associação com bactérias diazotróficas, aumentando essa função edáfica através da grande deposição de folheto de fácil decomposição. Dessa forma a sua eficiente característica de pioneirismo, ao ocupar espaços vazios, gera condições para a recuperação da floresta original (BAGGIO, 1994).

O cultivo da bracatinga faz parte da economia dos pequenos proprietários da Região Metropolitana de Curitiba desde o início do século XX. O sistema de cultivo encontra-se caracterizado por sua associação com as culturas de milho e de feijão com a espécie florestal. Esses sistemas têm apresentado poucos avanços tecnológicos, resultando em baixas produtividades, porém são considerados rentáveis devido aos baixos custos de implantação e de manutenção (ROCHADELLI, 1997; BAGGIO *et al.*, 1986). Constitui assim em alternativa de emprego que contribui para a fixação do homem no campo e melhorando a qualidade ambiental através dos benefícios conferidos pela reposição florestal (LAURENT *et al.*, 1990).

Carpanezzi *et al.* (1997a) identificam dois sistemas tradicionais de cultivo da bracatinga, realizados na região de Curitiba: o Sistema Florestal Tradicional (SFT) e o Sistema Agroflorestal Tradicional (SAFT). No SFT, o bracatingal é implantado por semeadura em campo, ou por regeneração natural após queimada, quando é realizado o corte raso, a retirada da lenha e a queima de resíduos, favorecendo a regeneração da espécie a partir do grande banco de sementes formado ao longo do ciclo do bracatingal.

No SAFT, são implantados cultivos agrícolas (principalmente milho e feijão) no primeiro ano após a queimada, em linhas, o que exige a realização de capinas, reduzindo-se a elevada densidade da bracatinga na fase inicial do ciclo – de 250 mil

a um milhão de plantas/hectare caindo para uma média de 2200 plantas/hectare ao final do ciclo de sete anos (CARPANEZZI *et al.*, 1997a; CARVALHO, 1994).

Segundo Porfírio-da-Silva *et al.* (2006), a área com sistemas florestais com bracatinga ultrapassam 120 mil hectares, concentrado em aproximadamente 60 municípios no Estado do Paraná e envolvendo mais de 15 mil pequenas propriedades rurais. As propriedades que exploram esse sistema caracterizam-se por possuírem relevos acidentados e fragmentados em pequenas propriedades menores que 50 hectares. Nessas propriedades, além da bracatinga, são mantidas matas nativas e cultivados outros sistemas agropecuários, tendo-se observado o constante crescimento de plantios de pinus e de eucalipto.

Geralmente o SAF com bracatinga é formado a partir da regeneração natural via sementes, e induzido pela queima de restos da exploração florestal anterior. No bracatingal formado por regeneração estabelece-se forte competição e há mortalidade acentuada até a idade de quatro a cinco anos, quando a densidade torna-se mais estável. O número de plantas por hectare na idade de corte é relativamente constante. Mazuchowski (1989), encontrou produtividades em sistemas tradicionais de bracatinga em torno de 150 a 200 st por hectare.

A madeira obtida tem como finalidade principal o uso para energia como lenha e carvão.(CARPANEZZI *et al.*, 1988), sendo essa destinação estimulada pelo seu alto poder calorífico, de 4.090 a 4.414 Kcal/Kg, sendo equivalente à produção de $5,4 \times 10^8$ Kcal por hectare (STURION & TOMASELLI, 1990). A madeira roliça é muito procurada também para escoras na construção civil. Peças finas, retiradas aos dois anos, são usadas como varas de horta (CARPANEZZI *et al.*, 1988).

Análises da madeira de bracatinga vêm revelando ser essa uma espécie potencial para produção de madeira com fins nobres, tais como produção de móveis e pisos (BOLCATO, 2006), sendo necessária à condução de manejos diferenciados nesses povoamentos para tais fins (WEBER, 2007; TONON,1998).

Na Região Metropolitana de Curitiba, a bracatinga vem sendo gradativamente substituída por espécies como o eucalipto e o pinus, isso devido a entraves burocráticos na legislação referente a espécie, razões de mercado dentre outros (PORFÍRIO-DA-SILVA *et al.*, 2006).

Apesar do uso de sistemas com bracatinga já ter adquirido caráter tradicional, sendo cultivado há várias décadas em regenerações, esse sistema é considerado ilegal no Estado de Santa Catarina, apresentando também bastantes restrições no

Estado do Paraná (ROEDER, 2009; STEENBOCK, 2009) tendo sido tratada dessa forma pela legislação ambiental brasileira como uma espécie com restrições ao manejo (RES. CONJ., 2008; BRASIL, 2002; BRASIL, 1993).

3.3.2 Sistema em Monocultivo com Pinus

O gênero *Pinus* juntamente com outras espécies de rápido crescimento, como o eucalipto, são importantes matérias-primas para o setor industrial florestal brasileiro, contribuindo de maneira expressiva para as exportações do país (BOGNOLA *et al.*, 2008).

O pínus constitui em uma das principais coníferas utilizadas mundialmente para fabricação de celulose podendo ainda ser explorado para a produção de madeira serrada e resina. Desde a década de 1960 vem sendo intensamente cultivado no país, principalmente devido aos incentivos governamentais para o crescimento da indústria de papel e celulose, e em substituição à madeira de araucária (DOSSA *et al.*, 2002). Essa espécie ocupa a segunda maior área com florestas plantadas entre espécies exóticas para fins madeiráveis, em torno de 1.840 mil hectares, sendo que a Região Sul do país concentra 57,6% dos plantios com pínus (RODIGHERI & IEDE, 2004).

De acordo com Dossa *et al.* (2002) o sistema dominante de produção para a cultura do pínus preconiza um ciclo, em torno de 21 anos em média, uma produção superior a 28,8 m³.ha.ano, podendo essa variação de produtividade depender de muitos fatores, tais como tipo de solo, tratos culturais, etc.

A cultura do gênero *Pinus* teve como objetivo inicial abastecer o setor de papel e celulose, entretanto, com a crescente demanda de madeira e a forte pressão pela preservação das florestas nativas, sua produção também se voltou para atender a demanda de madeira serrada e laminação. O pínus vem sendo empregado com sucesso na indústria de transformação da madeira gerando grandes quantidades de resíduos que vem sendo aproveitados na geração de energia sendo, portanto, concorrente direto da lenha explorada dos bracatingais e causando redução expressiva na demanda deste (MAZZA *et al.*, 2000).

O sistema adotado no seu cultivo é predominantemente o monocultivo, porém alguns outros modelos contemplando essa espécie têm sido estudado na tentativa de viabilizar a sua produção em menores escalas para pequenos produtores rurais, como consócios com culturas agrícolas anuais (OLIVEIRA *et al.*, 1998;

SCHREINER & BAGGIO,1984).

A espécie *Pinus taeda* é conhecida como uma espécie pioneira nas regiões onde ocorre naturalmente (REISSMANN & WISNIEWSKY, 2001), sendo marcante sua baixa exigência nutricional. Devido às condições climáticas, à sua ampla capacidade de adaptação, à sua diversidade de uso e ao seu rápido crescimento, essa espécie tem sido uma das preferidas para plantios em reflorestamentos comerciais nos planaltos da região Sul do Brasil.

De acordo com Bognola *et al.* (2008) as seguintes características favorecem o seu plantio: a) a madeira é de cor clara, variando de branca a amarelada; b) é de fibra longa, apropriada para fabricação de papel de alta resistência para embalagens, papel de imprensa e outros tipos de papéis; c) apresenta rusticidade e tolerância, possibilitando o plantio em solos marginais para a agricultura, valorizando assim a terra imprópria para a agricultura convencional, com a produção adicional de madeira, a formação de cobertura.

Por ser uma espécie exótica sendo dessa forma conduzida através de plantios, o pínus não possui limitações na legislação a sua exploração, sendo essa facilidade já fixada no Art. 12 do Código Florestal Brasileiro e confirmada por legislações posteriores (BRASIL, 2004; BRASIL, 1965).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho foi avaliado o desempenho dos sistemas florestais utilizados para as espécies bracatinga (*Mimosa scabrella*) e *Pinus taeda* na Região Sul do País sob a ótica dos três diferentes critérios: econômico, social e ambiental. Os métodos de produção avaliados foram compostos por um sistema agroflorestal temporário com bracatinga (SAFT), onde foi considerado um ciclo completo de sete anos e um sistema monocultural com *Pinus taeda* com um ciclo de 17 anos.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

4.1.1 Sistema Agroflorestal com Bracatinga

4.1.1.1 Localização

Os dados utilizados para o estudo do sistema agroflorestal com bracatinga foram coletados em uma pequena propriedade agrícola localizada no município de Bocaiúva do Sul (FIGURA 1). O município situa-se entre a latitude -25° 12' 22" e

longitude - 49° 06' 54" (INPE, 2009), posicionada na parte norte da Região Metropolitana de Curitiba na porção conhecida como Vale do Ribeira.



FIGURA 1. LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO BOCAIÚVA DO SUL NO ESTADO DO PARANÁ.

FONTE: WIKIPÉDIA (ADAPTADO)

De acordo com Maack (1981), essa região possui clima quente-temperado, do tipo subtropical, com quatro estações bem definidas, com verões quentes e chuvosos e invernos frios com períodos secos eventuais. A temperatura média anual é de 16,5°C, a temperatura média do mês mais quente é 20,4°C, a do mês mais frio é 12,7°C, sendo esperadas entre 10 e 25 geadas noturnas por ano, devido à altitude e ao derrame de ar frio de frente polar. A precipitação pluviométrica média anual é 1.405 mm e a umidade relativa do ar sempre supera 80% (INPE, 2009).

A região do Vale do Ribeira está inserida na porção norte do Primeiro Planalto Paranaense, com altitudes em torno de 980 metros, sendo esse limitado pela Serra do Mar ao Leste e pela escarpa de Purunã a Oeste. Quanto às características do meio físico, a região apresenta-se, em grande parte do seu território, sobre um relevo ondulado e montanhoso com grandes desníveis altimétricos (IPARDES, 2005). O primeiro planalto paranaense está situado sobre embasamento cristalino correspondente a terrenos sustentados por rochas graníticas intrusivas pouco ou não-deformadas ocorrentes entre o Proterozóico Superior e o Cambriano (THEODOROVICZ *et al.*, 1999).

De acordo com o levantamento de solos elaborado por EMBRAPA e IAPAR

(2009), na escala 1:600.000, os solos da região onde se localiza o município, são predominantemente cambissolos háplicos com variações entre alumínicos, distróficos e eutróficos. A textura argilosa é predominante, sendo bem drenados em geral e apresentando diversos graus de fertilidade, pouco desenvolvidos, ácidos, com teores elevados de alumínio e saturação de bases baixa (BAGGIO *et al.*, 1995; 1994).

A vegetação original é classificada como Floresta Ombrófila Mista Montana (IBGE, 1992). A região do Vale do Ribeira pode ser considerada como um corredor na conexão da Floresta Ombrófila Densa com as formações florestais planálticas, dessa forma algumas espécies típicas dessa primeira formação são encontradas nessa região (GALVÃO, RODERJAN & KUNIYOSHI, 2010) (Informação pessoal)³ o que a torna diferenciada no contexto da sua formação.

A restrição de relevo, que dificulta a agricultura mecanizada, fortaleceu a atividade econômica florestal que foi impulsionada pelos incentivos fiscais promovidos pelo governo federal na década de 1970 para a região (HANKE *et al.*, 2010). Dessa forma, a cobertura florestal predominante é mantida em estágios iniciais de sucessão com a prática de sistemas florestais e agroflorestais com predomínio da espécie florestal *Mimosa scabrella*.

4.1.1.2 Caracterização

A propriedade em estudo possui 12 alqueires paulistas (aproximadamente 29 hectares) e está localizada na Estrada do Palmital ao rio abaixo no município de Bocaiúva do Sul – PR. Essa propriedade está sendo trabalhada há pelo menos duas gerações pela atual família que nela reside.

Suas terras vêm de um histórico de exploração agrícola até a década de 60, onde foram derrubadas as formações florestais nativas e introduzidas culturas agrícolas de milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolus vulgaris*) e fumo (*Nicotina tabacum*), sendo ainda utilizada, concomitantemente, para a criação em sistema extensivo de suínos entre safras agrícolas.

O fator que viabilizava os cultivos agrícolas na época estava relacionado à suinocultura extensiva e com o declínio dessa na região aliada à propaganda que visava atender a demanda energética no estado do Paraná o cultivo da bracatinga

³ Galvão¹, Roderjan² e Yoshiko³, 2010. 1- Professores do Depto. de Ciências Florestais, UFPR.

foi intensificado (BARTOSZECK, 2000).

O sistema agroflorestal manejado atualmente na propriedade vem sendo explorado há aproximadamente 40 anos. O SAF com bracatinga estudado foi obtido por regeneração natural induzida pelo fogo. É acompanhado inicialmente pelo cultivo de milho (*Zea mays*) e abóbora (*Cucurbita pepo*), que se dão entre o primeiro e segundo ano do sistema, concomitantemente com o desenvolvimento da bracatinga que terá seu ciclo fechado entre o 6º e 7º ano (FIGURA 2).

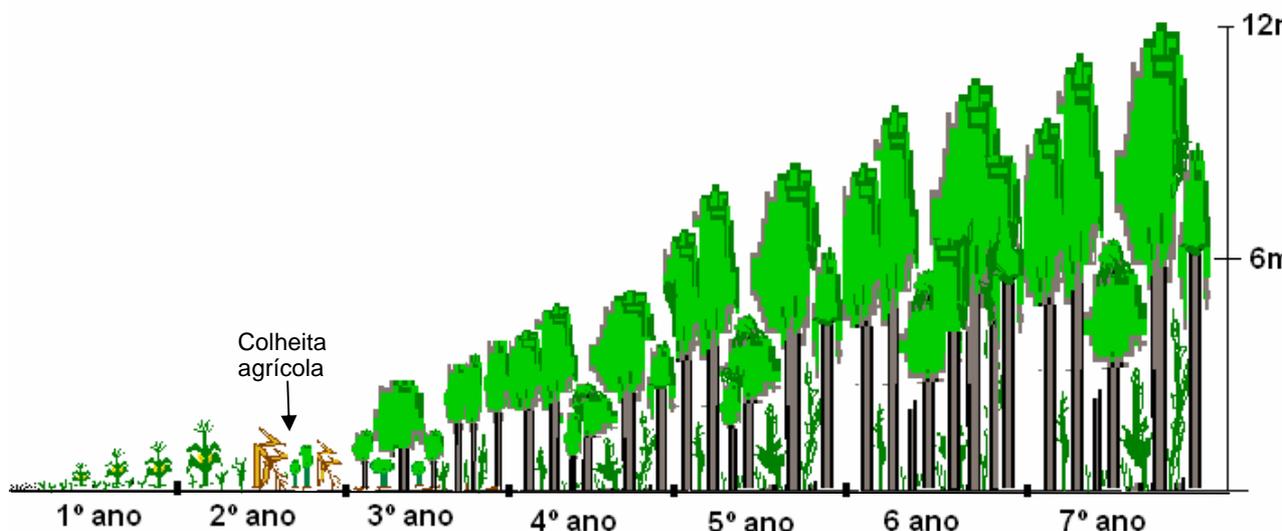


FIGURA 2. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA AGROFLORESTAL COM BRACATINGA.

FONTE: O AUTOR (2010)

A área total de bracatingais, na propriedade, ocupa oito alqueires paulista, sendo algumas de suas porções localizadas às margens de córregos e nascentes, caracterizadas como área de preservação permanente (APP). Restam aproximadamente sete alqueires dispostos em sete talhões de aproximadamente um alqueire cada, sendo esses circundados por estradas construídas para facilitar o

acesso e seu manejo. Para efeito de cálculos e representatividade do sistema no seu ciclo, serão aqui consideradas as atividades desenvolvidas em um talhão sendo os valores previamente convertidos a um hectare.

Para a instalação do SAF, o produtor plantou o milho em espaçamento de 1 x 1 m e densidade de 10.000 plantas/ha e a abóbora em espaçamento aleatório e densidade aproximada de 1.680 plantas/alqueire. A produtividade das culturas agrícola foi de aproximadamente 5.000kg/alqueire para o milho e 1.000 unidades/alqueire de abóbora. A produtividade da madeira da bracatinga encontrada nesse sistema através de inventário foi de 417,23st/alqueire (lenha para venda + escoras), equivalente a 18,09m³.ha.ano, sendo encontrada uma densidade de corte de 3.380 plantas/ha.

A produtividade da bracatinga quando do início do sistema na propriedade, de acordo com relatos do produtor, chegava a 500 st/alqueire. Atualmente a produtividade nos talhões que receberam adubação tem uma média de 350 st/alqueire, em quanto que nos talhões que não receberam adubação não chega a 200 st/alqueire, esse fato revela a necessidade de intervenção visando à reposição nutricional no sistema.

As atividades realizadas no SAF com bracatinga, preparo de solo, cultivo agrícola e colheita florestal estão descritas na Tabela 1.

TABELA 1. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS ANUALMENTE NO SAF DE BRACATINGA.

ATIVIDADES							
Preparo de solo	-Aceiramento -Queimada 						
	-Adubação -Plantio -Capinas 	-Colheita agrícola 					
Colheita florestal						 -Corte de escoras	 -Limpeza -Corte de lenha -Arraste
ANO	1	2	3	4	5	6	7

FONTE: O AUTOR (2010)

A - Preparo de solo do SAF com bracatinga

O preparo do solo é realizado geralmente a partir do mês de agosto,

dependendo das condições climáticas e da disponibilidade da área para a atividade. É composto pelas atividades de construção de aceiros ao redor do talhão a ser queimado, sendo sucedido pela queima dos resíduos.

A atividade de preparo do solo favorecerá o estabelecimento do novo bracatingal, já que é a partir da queima dos resíduos da bracatinga que é realizada a indução da germinação do banco de sementes depositado no solo. As sementes depositadas nas camadas mais superficiais consequentemente serão perdidas com a combustão desse material, porém, as depositadas nas camadas adjacentes tem sua dormência quebrada a partir da escarificação térmica, germinando e gerando dessa forma um novo povoamento.

B - Cultivo agrícola no SAF com bracatinga

O cultivo agrícola é realizado logo após o preparo do solo, sendo o plantio das culturas agrícolas entre os meses de agosto e dezembro, não podendo exceder esse limite a título de insucesso devido às restrições climáticas às culturas. As culturas cultivadas no consórcio são o milho e a abóbora.

As sementes utilizadas para o plantio dessas culturas são geralmente obtidas das colheitas dos anos anteriores na propriedade, sendo em alguns anos compradas sementes de milho híbrido. É realizada a adubação com esterco de galinha na cova, distribuído aproximadamente 16m³ de esterco/alqueire.

Um mês após o plantio dessas culturas já se faz necessário à realização da primeira capina, em que é feita a limpeza total do solo, eliminando inclusive a primeira regeneração da bracatinga. Ao final da primeira capina inicia-se a segunda na primeira área limpa no talhão e assim é feita a continuidade da atividade. As capinas, dependendo do mês que iniciaram, podem se estender até o mês de janeiro.

A colheita das culturas agrícolas se dá, geralmente, entre os meses de abril e maio. O milho e a abóbora são em grande parte destinados ao consumo próprio. Os resíduos das culturas são deixados no talhão, fato que contribuirá positivamente na ciclagem dos nutrientes do solo.

Após a colheita das culturas agrícolas não há mais intervenções na regeneração da bracatinga, que poderá se estabelecer sem competição com as culturas anuais. Porém a competição maior é estabelecida entre as plântulas de bracatinga, que apesar do banco de sementes já ter sofrido um desgaste devido às

capinas sucessivas das plântulas, ainda mantém-se viável uma quantidade de sementes suficiente para estabelecer uma forte competição entre as mesmas, segundo Carpanezzi *et al.* (1997). Segundo esses autores após 80 dias da queimada ainda são encontradas médias superiores a 50 plantas/m² na regeneração.

C - Colheita florestal no SAF com bracatinga

As operações para a colheita da bracatinga propriamente dita são realizadas a partir do mês de março, dado que coincide com o encontrado por Porfírio da Silva *et al.* (2006), porém na propriedade essa atividade pode se estender por até 6 meses.

Na propriedade em estudo foi possível observar diferentes tipos de usos da madeira produzida sendo: Escoras para construção civil; lenha proveniente das pontas das árvores que foram utilizadas na produção das escoras, lenha retirada a partir das árvores mortas naturalmente e destinada ao consumo interno e a lenha retirada no corte raso do povoamento e destinada à comercialização.

A primeira colheita de madeira no bracatingal é realizada quando as árvores atingem diâmetros utilizáveis pela construção civil como escoras, entre 6 e 12 cm aproximadamente, ocorrendo a partir dos 5 anos de idade. Nesse período são retiradas em média 3 mil escoras/alqueire no comprimento de 3 metros na propriedade em estudo.

A retirada de escoras é considerado desbaste tardio, já que antecedem o corte final que é geralmente realizado aos 7 anos. Dessa forma, de acordo com Baggio & Capanezzi (1997), tais desbastes em bracatingais para retirar escoras apenas modificam a distribuição das árvores por classes de diâmetro, sendo o crescimento pouco afetado, pelo período curto que resta até a exploração final.

O corte final é precedido da limpeza do sub-bosque, derrubada e seccionamento das árvores em toras de 1 metro com o uso de machado e eventualmente moto-serra, arraste com o uso da jorra, um equipamento de madeira em forma de trenó onde são colocadas as toras para serem arrastadas por um animal de carga, geralmente cavalo, e por último, o empilhamento da madeira. Na propriedade em estudo o trabalho é finalizado com o empilhamento, sendo vendida a madeira por metro estéreo (st).



FIGURA 3 - ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO SAF DE BRACATINGA. A -PRIMEIRO ANO COM CULTIVO AGRÍCOLA; B - BRACATINGA COM 1 ANO DE IDADE; C - INTERIOR DO TALHÃO AOS 6 ANOS; D - DETALHE DE PONTAS DE ESCORAS EMPILHADAS COLHIDAS AOS 6 ANOS; E e F - TALHÃO AOS 7 ANOS EM CORTE RASO.

FONTE: O AUTOR (2010)

4.1.2 Sistema Monocultural com *Pinus*

4.1.2.1 Localização

O sistema de monocultivo de pinus estudado está localizado no Município de Rio Negrinho (FIGURA 3) entre a latitude $-26^{\circ} 15' 16''$ e longitude $- 49^{\circ} 31' 06''$

(INPE, 2009). Esse município apresenta-se intensamente cultivado com o gênero *Pinus* principalmente *Pinus taeda*, explorado por empresas florestais como a Modo Batistella de Reflorestamento S/A (MOBASA), empresa onde se realizou esta pesquisa. O município está inserido na Região Norte Catarinense.



FIGURA 4 - LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE RIO NEGRINHO NO ESTADO DE SANTA CATARINA.

FONTE: WIKIPÉDIA (ADAPTADO)

O clima da região, segundo Köppen, é o do tipo subtropical, com verões frescos, sem estação seca, e freqüentemente apresentando geadas severas. A temperatura média anual na região é de 18,3 °C e a precipitação pluviométrica média anual é de 1.414 mm, a umidade relativa do ar varia de 80 a 86,2% (INPE, 2009; EPAGRI/CIRAM, 2006; KOBAYAMA *et al.*, 2004).

O Município de Rio Negrinho está situado no Alto Vale do Rio Negro no planalto catarinense (Santa Catarina, 2005), com altitudes em torno de 790 metros, sendo localizado no extremo norte do estado, junto à fronteira com o Paraná, entre a Serra do Mar e o Patamar de Mafra. O relevo da região apresenta formas colinosas, que localmente mostram certa concordância topográfica e parecem corresponder a restos de uma superfície de aplanamento (BOGNOLA, 2007). A formação geológica predominante é composta por rochas sedimentares paleozóicas (arenito e folhelho) que demonstram estratificação horizontal (KOBAYAMA *et al.*, 2007).

De acordo com a classificação do solo do Estado de Santa Catarina realizado pela EMBRAPA (2006), em escala 1:250.000, os solos da área são

predominantemente Cambissolos Húmicos Alumínicos típicos ou lépticos, com textura argilosa, sendo medianamente profundos, além de extremamente ácidos e com teores de alumínio trocável superiores a $4,0 \text{ cmol.dm}^{-3}$ (BOGNOLA, 2008).

A vegetação original é classificada como Floresta Ombrófila Mista Montana (IBGE, 1992) tendo sofrido diversos graus de antropização e estando atualmente restrita a remanescentes dessa vegetação em áreas de preservação permanentes (APPs) principalmente no entorno de rios.

4.1.2.2 Caracterização

O sistema monocultural com pinus na Região Sul é trabalhado principalmente por empresas do setor florestal. A Empresa onde foi realizada a pesquisa possui povoamentos de pinus na Região Centro-Sul e na Região Norte de Santa Catarina e na Região Sul do Paraná abrangendo sete municípios, entre eles Rio Negrinho.

Essa empresa possui um parque com aproximadamente 40,4 mil hectares entre áreas com povoamentos de pinus (11,4 mil hectares), APPs, reservas de florestas nativas e áreas de infraestrutura, utilizando-se dos plantios de pinus para o abastecimento de suas indústrias e realizando o reflorestamento em larga escala, possuindo, ainda, certificação pela FSC (*Forest Stewardship Council*) desde 2003.

O cultivo com a espécie *Pinus taeda* iniciou-se há aproximadamente 50 anos, sendo inicialmente derrubadas grande parte das formações florestais nativas tanto para abastecimento das indústrias madeireiras quanto para o estabelecimento desses povoamentos.

Com relação à densidade de corte dos povoamentos são mantidos aproximadamente 2.000 plantas/ha até o primeiro desbaste. Nesse sistema são adotadas predominantemente as práticas inerentes ao monocultivo, sendo dessa forma trabalhado apenas com *Pinus taeda* como espécie produtiva. A produtividade em madeira no talhão avaliado foi de $29,52 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{ano}$, cujo o destino principal do seu material é a produção de madeira serrada.

Atualmente o povoamento é conduzido uma parte até a idade de 10 anos onde é realizada a primeira intervenção de corte através do desbaste sistemático e seletivo, e as árvores remanescentes com corte final no 17º ano (FIGURA 4)

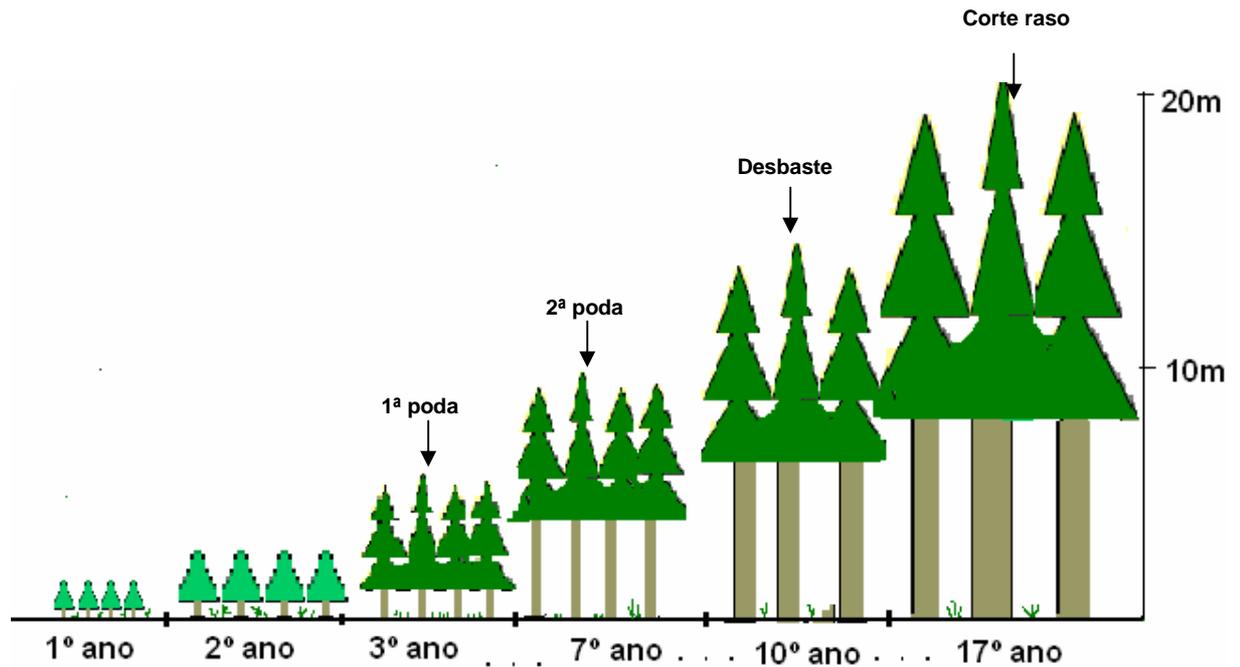


FIGURA 5 - DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.

FONTE: O AUTOR (2010)

Apesar dos talhões terem proximidade com fragmentos de matas nativas, o sub-bosque praticamente não apresenta regeneração dessas espécies, isso devido tanto ao intenso sombreamento propiciado pela espécie no espaçamento adotado como pelos tratamentos silviculturais que visam à limpeza dos povoamentos. Dessa forma mesmo após o desbaste, que permite a entrada de maior luminosidade pelo dossel, o povoamento continua sem ou com pouca regeneração de espécies nativas no sub-bosque, tendo predominância de espécies daninhas agressivas da família das *Poaceae*.

As atividades realizadas para a formação desse sistema são semelhantes à maioria dos sistemas florestais em monocultivo, cujo objetivo seja voltado para produção de madeira serrada. São quatro as atividades principais distribuídas ao longo do seu ciclo de produção: preparo de solo; plantio; manutenção e colheita, descritas a seguir e apresentadas na Figura 6. Foram consideradas como atividades de manutenção as que visam assegurar a capacidade produtiva do povoamento.





FIGURA 6 - ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS: A - LIMPEZA DO SOLO SEMIMECANIZADA (HERBICIDA); B - LIMPEZA DO SOLO MECANIZADA (MÁQUINAS PESADAS); C - DETALHE DAS MUDAS PARA PLANTIO; D - ATIVIDADE DE PLANTIO; E - ATIVIDADES DE REPLANTIO E CONTROLE DE FORMIGAS CORTADEIRAS SIMULTANEAMENTE; F - POVOAMENTO EM ATIVIDADE DE PODA; G - ATIVIDADE DE DESBASTE; H - COLHEITA FINAL EM CORTE RASO.

FONTE: O AUTOR (2010)

A - Preparo do solo do sistema monocultural de *Pinus taeda*

O preparo de solo para plantio de *Pinus taeda* é realizado tanto de forma mecanizada quanto através do sistema de cultivo mínimo. O sistema mecanizado é utilizado em áreas em que ocorreu intensa compactação do solo pelas máquinas pesadas durante a etapa de colheita florestal e em áreas em que a declividade é abaixo de 30%.

Quando a atividade é executada de forma mecanizada, essa é realizada por terceiros. A primeira máquina a entrar na área é o trator de esteira com garfo frontal para homogeneização e limpeza dos resíduos depositados sobre o solo, seguida pelo trator de esteira com o ripper, implemento para revolvimento localizado do solo na profundidade de 40-50cm na área onde será realizada a implantação das mudas.

No preparo de solo para cultivo mínimo é feito apenas o controle da mato-competição, quando necessário, e o coveamento localizado, sendo realizado apenas a aplicação de herbicida ou roçada semimecanizada, dependendo da infestação e do grau de dificuldade de operação inerente ao tipo de controle.

B - Plantio no sistema monocultural de *Pinus taeda*

O plantio é uma atividade com mão-de-obra interna e sempre realizado de forma manual, sendo diferenciado apenas quanto ao tipo de intervenção sofrida na área no preparo do solo. O espaçamento adotado na área avaliada foi de 2,5 m entre linhas e 2 m entre plantas e a direção das linhas de plantio segue perpendicularmente as estradas, visando dessa forma facilitar o processo de colheita futuro.

Em áreas em que o solo sofreu mecanização, as linhas de plantio são previamente marcadas através do revolvimento localizado do solo pelo trator de esteira com ripper, dessa forma a atividade de plantio se limita a seguir coveando e plantando dentro dessas linhas. No plantio em área não mecanizada se faz necessário o alinhamento, geralmente seguindo a linha de plantio anterior, sendo coveado entre os tocos das árvores abatidas.

C - Manutenção do sistema monocultural de *Pinus taeda*

Foi dividida em quatro sub-atividades, sendo: controle de mato-competição; podas; replantio e controle de formigas cortadeiras.

O controle de mato-competição é realizado por duas equipes distintas, a de controle químico e a de controle físico, ambas terceirizadas na empresa. As aplicações são classificadas em pré e pós-emergentes. A aplicação do pré-emergente é realizada 30 dias após o preparo do solo tanto em área mecanizada quanto de cultivo mínimo, dependendo da necessidade desse controle.

Após a primeira intervenção são feitas aplicações a cada seis meses, sendo mantido o controle químico até que a vegetação competidora ultrapasse em altura as mudas de pinus, o que geralmente ocorre até o início do segundo ano, onde é utilizado o controle físico, a partir de roçadas. O uso do controle químico é priorizado sempre que possível devido esse ser mais eficiente no retardamento do desenvolvimento da vegetação competidora.

O controle físico é realizado geralmente do 2º até o 5º ano de implantação da cultura. Assim como o controle químico, o físico também é realizado de seis em seis meses, podendo no entanto dependendo do desenvolvimento da vegetação ser realizada até três intervenções por ano.

São realizadas por ciclo da cultura em torno de oito intervenções para controle da mato-competição, sendo essas intervenções intensificadas nos primeiros

anos. Eventualmente pode ser feita intervenção da mata competição ainda no 8º ano do ciclo, porém essa quando ocorre é com a finalidade de controle de pragas como roedores, quando estão atacando em grande intensidade o povoamento. Essa técnica no controle destas pragas é confirmada como eficiente por Andreiv & Firkowski (2006) que encontraram estreita relação entre a presença de sub-bosque e os danos causados por esses animais.

A atividade de poda é terceirizada pela empresa. As podas são realizadas manualmente com um serrote especial do tipo ARS-TC-32. Atualmente são realizadas 2 podas durante o ciclo da cultura. A primeira poda é realizada entre 3 e 3,5 anos sendo retirados os galhos até 1,8m de altura da árvore e a segunda entre 6,5 e 7 anos, sendo retirado galhos até 3,1m de altura, porém em cada poda são mantidas pelo menos 50% da área foliar do indivíduo.

Na primeira poda são eliminados não só os galhos como também fustes em indivíduos bi ou trifurcados, sendo mantido um fuste apenas. A segunda poda não é realizada nos indivíduos da quarta linha de plantio, já que essa será a linha a ser desbastada no 10º ano, sendo considerado inviável pela empresa os benefícios a partir da idade da poda até esse desbaste.

Com relação ao replantio, esse é realizado aos 30 dias apenas se a percentagem de pegamento estiver abaixo de 98%, aos 60 e 90 dias é realizado quando o pegamento estiver abaixo de 97%. O replantio é um serviço interno realizado pela mesma equipe que realiza o controle de formigas cortadeiras.

O controle de formigas cortadeiras é realizado em épocas diferenciadas de acordo com o tipo de preparo de solo para plantio, sendo dividida em pré-controle e pós-controle, realizados antes e depois dos plantios respectivamente.

No caso da realização de mecanização no preparo de solo, o controle das formigas é iniciado 15 dias depois da mecanização, já que a destruição superficial dos formigueiros obriga as formigas a direcionarem seus esforços, durante 15 dias para a sua reconstrução, reduzindo drasticamente o carreamento do formicida pelas formigas. Quando do cultivo mínimo, o primeiro controle é realizado imediatamente após a liberação da área pela equipe de extração da biomassa e o plantio realizado aproximadamente 15 dias depois. Os demais controles são realizados aos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio.

O controle é realizado com iscas granuladas acomodadas em saquinho biodegradável com 5 gramas. No pré-controle essas iscas são espalhadas por toda

a área de plantio, seguindo um caminhamento regular de aproximadamente 8 metros entre a deposição de uma isca e outra, dessa forma cada isca protegerá uma área de 64m².

No pós-controle as iscas são distribuídas pelo menos uma semana antes do replantio, evitando que as mudas recém plantadas sejam atacadas. A aplicação é realizada de forma localizada nas proximidades dos caminhos e olheiros dos formigueiros. As formigas que são encontradas com maiores frequências nas áreas de plantio são as conhecidas como quem-quem (*Atta spp*).

D - Colheita do sistema monocultural de *Pinus taeda*

A colheita florestal pode ser dividida em dois tipos, sendo a primeira colheita do desbaste, realizada entre 10 e 11 anos após o plantio, e a segunda a colheita em corte raso que é realizada aos 17 anos após o plantio. Ambos os tipos de colheita compreendem quatro atividades básicas: corte, arraste, traçamento e carregamento (Figura 7).





FIGURA 7 - ETAPAS DA ATIVIDADE DE COLHEITA DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS: A - CAT-312 COM PROCESSADOR LOGMAX 5000 UTILIZADA NO DESBASTE; B - CAT-522 FELLER-BUNCHER UTILIZADO NO CORTE RASO; C - DESGALHAMENTO COM MOTOSERRA; D - MF-290 COM CONVERSOR UTILIZADO NO ARRASTE DE ÁRVORES DENTRO DO TALHÃO; E - CAT-545 SKIDER UTILIZADO NO ARRASTE DE ÁRVORES DENTRO DO TALHÃO; F - CAT-320 COM PROCESSADOR LOGOMAX 7000 UTILIZADA NO TRAÇAMENTO DAS ÁRVORES; G - FORWARDER UTILIZADO NO CARREGAMENTO DE TORAS DENTRO DO TALHÃO; H - CAT-320 UTILIZADO NO CARREGAMENTO DE TORAS AOS CAMINHÕES DE TRANSPORTE.

FONTE: O AUTOR (2010)

4.2 DETERMINAÇÃO DA PRODUTIVIDADE FLORESTAL

Para a determinação dos indicadores de sustentabilidade nos diferentes critérios analisados fez-se necessário o conhecimento da produtividade em madeira das espécies. A produtividade florestal foi avaliada de forma indireta em ambos os sistemas a partir de inventários. No sistema com bracatinga o inventário foi realizado por o estudo em questão e no sistema com pinus os dados de inventário foram adquiridos através de levantamentos internos realizados anteriormente pela própria

empresa.

O inventário florestal do SAF de bracatinga foi realizado em um talhão em fase de pré-corte (seis anos de idade), compreendido por uma área de um alqueire paulista (2,42 hectares) situado em uma encosta. Foram utilizadas nesse talhão seis parcelas retangulares de 300m² (10 x 30m) distribuídas de forma sistemática contemplando as diferentes porções do relevo da encosta (terço inferior, médio e superior) onde se encontrava o talhão. Foram mensurados todos os indivíduos com diâmetro igual ou superior a 4cm com casca, que representa o diâmetro mínimo utilizado para comercialização de lenha de bracatinga na região (MACHADO *et al.*, 2008).

Os dados coletados foram: circunferência a altura do peito (CAP-1,30m) e; altura total de todos os indivíduos em pé, tanto vivos quanto mortos, devidamente especificados. Os materiais utilizados na coleta dos dados foram: fita métrica para medição do CAP e clinômetro Suunto para a medição da altura total.

Na determinação do volume de madeira do inventário da bracatinga foi utilizado o modelo volumétrico de Schumacher-Hall, que de acordo com Machado *et al.* (2008) apresentou excelentes índices de ajuste, configurando-se como o melhor modelo para o fuste de bracatinga na região de estudo.

Os dados da Empresa referentes à determinação do volume do *Pinus taeda*, foram obtidos através de inventários contínuos na unidade de produção conhecida como Fazenda Valério, cuja última medição foi realizada em 2009.

4.3 INDICADORES ECONÔMICOS

A avaliação econômica foi realizada com a finalidade de verificar a rentabilidade econômica e riscos do investimento nos sistemas, para avaliar se a renda gerada pelos SAFs e pelos monocultivos de pinus remunera ou não o capital investido, através dos fluxos de caixa, entradas (receitas) e saídas (custos). Para isso os bens produzidos em cada sistema foram avaliados com base em quatro critérios de avaliação de projetos, em um horizonte temporal de sete anos para o SAF com bracatinga e 17 anos para o sistema monocultural com pínus, baseado na espécie componente do sistema de ciclo produtivo mais longo.

Os custos foram quantificados de acordo com o valor real dos insumos e das transações comerciais nas distintas regiões de estudo, na época da pesquisa, sendo esses dados coletados diretamente com os proprietários e a partir de valores

disponíveis no DERAL (Departamento de Economia Rural e Alimentação do Estado do Paraná). As receitas do sistema com bracatinga foram quantificadas de forma diferenciada entre os seus diferentes produtos. Na quantificação das receitas da produção agrícola foi considerado o valor utilizado na transação de compra, já que esses produtos são na sua grande maioria destinados ao consumo interno na propriedade e a madeira foi considerada nas receitas como o valor de venda, já que os mesmo são destinados prioritariamente ao consumo externo.

Tendo em vista a necessidade de padronizar os valores monetários coletados, utilizou-se o Dólar-dos-Estados Unidos, como indexador comum. Para isto, foi considerada a cotação comercial de venda no último dia útil de janeiro de 2010 que apresentou a seguinte taxa de câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 1,87 (Fonte: Banco Central do Brasil).

Os indicadores econômicos usados em ambos os sistemas foram: Valor Presente Líquido (VPL), também conhecida como renda líquida atualizada; Relação benefício/custo (RB/C); Taxa Interna de Retorno (TIR) e a Análise de Sensibilidade (AS) (FIGURAS 8,9,10).

O valor presente líquido, a relação benefício/custo e a taxa interna de retorno foram calculados, respectivamente, através das seguintes fórmulas:

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+i)^j} - \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{(1+i)^j}$$

em que R_j = receitas no período j ; C_j = custos no período j ; i = taxa de desconto; j = período de ocorrência de R_j e C_j ; e n = duração do projeto, em anos, ou em número de períodos de tempo.

FIGURA 8 – FÓRMULA DE CÁLCULO DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO

$$RB / C = \frac{\sum_{j=0}^n R_j (1+i)^{-j}}{\sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j}}$$

em que: R_j = receita no final do ano j ; C_j = custo no final do ano j ; e n = duração do projeto, em anos.

FIGURA 9 – FÓRMULA DE CÁLCULO DA RELAÇÃO BENEFÍCIO – CUSTO

$$TIR = \sum_{t=0}^n (R_j - C_j) (1-i)^{-1} = 0$$

Em que: TIR = taxa interna de retorno;

R_j = receitas no período j ;

C_j = custos no período j ;

i = taxa de desconto;

j = período de ocorrência do custo e da receita;

t = tempo (anos).

FIGURA 10 – FÓRMULA DE CÁLCULO DA TAXA INTERNA DE RETORNO

Com relação ao VPL, aceitam-se somente os investimentos com VPL positivo e rejeitam-se, conseqüentemente, os investimentos que resultem em VPL negativo. Para oportunidades de investimentos mutuamente exclusivas, escolhe-se aquela com maior VPL (THUESEN *et al.*, 1991).

Um projeto é considerado economicamente viável se a RB/C for igual a 1, sendo mais rentável quanto maior for esse valor. O contrário deste cenário, ou seja, se a RB/C for inferior a 1, rejeita-se o projeto. Quando o valor da RB/C for igual a 1, a taxa de desconto utilizada é a própria taxa interna de retorno do projeto (REZENDE & OLIVEIRA, 1993).

A Taxa Interna de Retorno, é a taxa de juros composta que iguala o valor presente das receitas ao valor presente dos custos, ou seja, é a taxa onde o VPL=0. Ela permite calcular o percentual de retorno do investimento e compará-lo ao custo de oportunidade de mercado (REGO, 1996).

Foi estipulada uma taxa mínima de atratividade (TMA), também conhecida como custo de oportunidade do capital, diferenciada para cada sistema, correspondente a realidade dos sistemas avaliados. Dessa forma foi utilizada uma TMA de 4% para o SAF de bracatinga e de 8,75% para a monocultura de pínus,

considerando que essas são as taxas aplicadas anualmente no financiamento de projetos florestais para pequenos produtores rurais e para grandes empresas florestais pelo programa Propflora do Banco do Brasil.

Foram consideradas as produtividades obtidas para o SAF com bracatinga referentes à madeira produzida e às culturas consorciadas. A produtividade das culturas agrícolas bem como a madeira utilizada no consumo interno na propriedade e a quantidade de escoras vendidas por talhão foram obtidas através de entrevista com o produtor rural. A produtividade da madeira para venda em forma de lenha e escoras foi quantificada através de inventário (item 5.2), de acordo com a valorização diferencial do mercado para suas diferentes destinações de usos (TABELA 2).

Para a instalação do SAF, o produtor utilizou para o milho a densidade de 10.000 plantas/ha com espaçamento de aproximadamente 1,0m x 1,0m, e para a abóbora o espaçamento não definido com densidade aproximada de 700 plantas/ha.

Foram considerados três produtos da bracatinga na composição do conjunto de receitas do SAF, sendo: escoras de 3m de comprimento; lenha de primeira qualidade e lenha de consumo interno, sendo o ultimo produto constituído por árvores mortas naturalmente e pontas de escoras (TABELA 3).

TABELA 2 - DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS OBTIDOS NO SAF DE BRACATINGA BEM COMO A PRODUÇÃO E O PREÇO COMERCIALIZADO LOCALMENTE.

Produto	Unidade	Produção/ha⁻¹	Preço (US\$/unidade)
Lenha para uso doméstico	Metro Estéreo (st)	17,36	10,70
Lenha para venda	Metro Estéreo (st)	151,11	13,37
Escoras	Unidade	1447,00	0,53
Milho	Kilograma	2066,11	0,51
Abóbora	Kilograma	414,00	0,35

Câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 1,87

FONTE: PESQUISA DE CAMPO (2010)

Os custos foram quantificados de acordo com o valor dos insumos atualizados à época da pesquisa (valores *ex-ante*), sendo coletados esses dados diretamente com proprietário, no caso do SAF com bracatinga e com os funcionários responsáveis pelas diferentes atividades do sistema pinus.

Os custos de mão-de-obra do SAF com bracatinga foram estudados a partir

das diárias de terceiros, de US\$ 16,04/diária, consideradas para o pagamento da mão-de-obra familiar. Dessa forma, foi considerado o custo de oportunidade do setor para pagamento da mão-de-obra familiar.

Os custos com a mão-de-obra do sistema monocultural com pinus seguiram a tabela salarial da Empresa (Tabela 3).

TABELA 3 - CATEGORIAS DE TRABALHADORES DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.

Categoria	Salário (US\$)
Operador 1	408,55
Operador 2	529,94
Operador 3	727,27
Operador Líder	645,45

Câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 1,87

FONTE: PESQUISA DE CAMPO (2010)

As categorias consideradas na contabilização da mão-de-obra, nos dois sistemas avaliados, foram exclusivamente as que desempenham funções efetivamente dentro do sistema.

A madeira do *Pinus taeda* foi o único produto considerado no sistema, sendo essa vendida de forma diferenciada de acordo com o diâmetro da peça, sendo dividida em 3 classes de diâmetros com diferentes valores de preço (TABELA 4).

TABELA 4. DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DIAMÉTRICAS COM SEUS RESPECTIVOS VOLUMES E PREÇOS NO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.

Classe diâmetro (cm)	Volume (m³/ha)	Preços médios (US\$/m³)
14 – 20	151,86	26,74
20 – 25	181,29	37,43
>25	168,71	63,30

Câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 1,87

FONTE: PESQUISA DE CAMPO (2010)

A sensibilidade do sistema foi determinada através da simulação de cenários que implicariam no comportamento do sistema de produção em relação a possíveis mudanças nos valores do fluxo de caixa, verificando dessa forma a estabilidade e segurança do investimento. Os cenários adotados foram embasados no aumento dos custos da mão-de-obra utilizada, no aumento do preço do insumo utilizado na adubação para bracatinga e na diminuição dos preços de venda da madeira do

pinus e no aumento da TMA em ambos.

O aumento dos custos de mão-de-obra nos sistemas foi baseado na percentagem média da variação anual dos salários mínimos do País nos últimos 5 anos, sendo obtido o valor de 12,38% (DIEESE, 2010), sendo que esse cenário foi simulado em ambos os sistemas.

A lógica do aumento no preço do adubo foi baseada na percentagem média da variação anual do preço do petróleo nos últimos 5 anos tendo-se obtido um valor de 12,42% (EIA, 2010). Esse cenário trabalhado apenas no sistema com bracatinga, já que a monocultura de pínus não utiliza adubação. Para o sistema monocultural com pínus, foi simulada a redução do preço da madeira em 17%, já que essa é a diferença observada entre os menores e maiores valores pagos nos diferentes sortimentos.

Na simulação da TMA elevou-se no SAF com bracatinga de 4% para 6%, verificando dessa forma a sensibilidade do sistema se fosse adotada a taxa utilizada de desconto equivalente à adotada nos rendimentos da poupança. No sistema com pínus foi elevada a TMA de 8,75% para 10%, que é uma das taxas de empréstimo de capital adotada pelo programa Propflora do Banco do Brasil para investimento e produção de florestas.

4.4 INDICADORES SOCIAIS

Com relação à avaliação social, foram englobados aspectos relacionados à qualidade de vida dos trabalhadores envolvidos diretamente nos sistemas estudados, de forma quali-quantitativa, sendo realizada a pesquisa de forma pontual, ou seja apenas nas duas propriedades referentes aos dois sistemas analisados. Esse parâmetro foi avaliado através do índice social de sustentabilidade ponderado (ISp). Todos os indicadores quantitativos são referentes às atividades em um hectare de área de cada sistema.

O ISp foi elaborado através da junção de quatro indicadores, descritos a seguir:

i) O indicador denominado periodicidade (Pe), quantitativo relaciona o número de postos de trabalhos criados dentro do sistema pelo número potencial de postos de trabalho por ano, sendo esse último expresso pelo número de dias úteis do ano, calculado pela seguinte fórmula:

$$Pe = Pt/264$$

Em que: Pe= periodicidade; Pt = número de postos de trabalho; 264 = postos de trabalho potenciais por ano .

FIGURA 11 - FÓRMULA DE CÁLCULO DO INDICADOR DE PERIODICIDADE

FONTE: SILVA (2010)

ii) Os postos de trabalho (Pt) dentro de cada sistema foram calculados através da produtividade da mão-de-obra inerente a cada atividade, sendo expressa em homem/dia. Dessa forma contabilizou-se a quantidade de postos de trabalho criados a partir da demanda intrínseca a cada atividade realizada no sistema. O número de postos de trabalho foi considerado como um dos indicadores quantitativos desse estudo. No SAF com bracatinga a unidade de mão-de-obra temporária gasta foi contabilizada como referente à metade da unidade de mão-de-obra efetiva, já que os trabalhadores temporários não possuem os mesmos benefícios sociais que os trabalhadores fixos (Silva, 2010) (informação pessoal)⁴.

iii) A renda ponderada (Re) foi calculada através da multiplicação da mão-de-obra necessária em cada atividade (postos de trabalho) pela renda paga pela atividade realizada, sendo essa diferenciada dentro do sistema, no caso do pínus. Esse indicador foi expresso em dólares por hectare (US\$/ha⁻¹).

iv) O indicador Conforto Laboral (CL), qualitativo, avalia a qualidade de vida dos entrevistados. Essa avaliação foi realizada através de visitas aos sistemas, onde foi possível ter contato direto com a rotina dos atores dos diferentes sistemas, sendo dessa forma elaborado através da percepção do pesquisador diante do convívio com o sistema avaliado durante todas as visitas efetuadas nas coletas de dados.

As questões levantadas na avaliação do conforto laboral dos trabalhadores dos sistemas, utilizadas na quantificação dos valores do CL, foram referentes a aspectos relacionados à saúde, lazer, expectativa de vida e progressão (Tabela 5). Ao final o resultado do questionário foi convertido em pontos, de acordo com uma escala pré-estabelecida, chegando-se dessa forma a pontuação final através da soma dos pontos obtidos em cada quesito, dentro de uma escala de 0 a 6.

⁴ Silva , 2010 – Ivan Crespo Silva, Prof. Depto. de Ciências Florestais, UFPR

TABELA 5 - QUESITOS AVALIADOS NO CONFORTO LABORAL DOS ATORES DOS SISTEMAS.
 Não= 0; Insuficiente = 0,5; Suficiente = 1,0

Transporte	() Não	() Insuficiente	() Suficiente
Alimento quente	() Não	() Insuficiente	() Suficiente
Água potável	() Não	() Insuficiente	() Suficiente
Descanso/intervalo	() Não	() Insuficiente	() Suficiente
WC (banheiro)	() Não	() Insuficiente	() Suficiente
Segurança/saúde	() Não	() Insuficiente	() Suficiente

FONTE: SILVA (2010)

Com base nos indicadores descritos o índice social ponderado ficou com a seguinte constituição:

$$ISp = (Pt+Re+CL)/Pe$$

Em que: Pt = número de postos de trabalho; Re= renda ponderada; CL= conforto laboral e Pe= periodicidade

FIGURA 12 – FÓRMULA DO ÍNDICE SOCIAL PONDERADO

FONTE: SILVA (2010)

O índice social foi quantificado de forma geral e anualmente em cada sistema.

4.5 INDICADORES AMBIENTAIS

Os indicadores ambientais avaliados em ambos os sistemas de cultivo foram relacionados de acordo com a eficiência ambiental (análise emergética) e a qualidade do solo.

4.5.1 Eficiência emergética

A energia foi utilizada no presente estudo de acordo com os conceitos apresentados por Odum (1996). Para a utilização dessa metodologia foi necessário determinar o fluxo de material e demanda de insumos por área através do levantamento de dados dos sistemas produtivos junto aos proprietários e funcionários dos mesmos.

Os fluxos de energia representam três categorias de recursos: renováveis (R), não renováveis (N) e provenientes da economia (F), que são os materiais e serviços. Todos os fluxos emergéticos são colocados em termos de energia solar incorporada (energia solar). Desta forma, os sistemas em estudo puderam ser avaliados quanto à eficiência no uso de recursos, produtividade, carga ambiental e sustentabilidade global.

Os recursos renováveis contabilizados nos sistemas foram: luz solar e precipitação pluviométrica. O recurso não-renovável contabilizado foi a perda de solo e os recursos obtidos externamente aos limites dos sistemas (F) foram todos os materiais e serviços utilizados nos sistemas.

A análise se inicia através da identificação de seus componentes principais, as entradas e saídas dos sistemas. A utilização da metodologia emergética consiste nas seguintes etapas:

- 1 - construção do diagrama sistêmico para verificar e organizar todos os componentes e os relacionamentos existentes no sistema;
- 2 - construção da tabela de avaliação emergética, com os fluxos quantitativos, baseados diretamente no diagrama;
- 3 - cálculo dos índices emergéticos, que permitirão avaliar a situação econômica e ambiental do sistema.

Na construção do diagrama sistêmico são usados os símbolos da linguagem emergética emprestados da eletrônica e sistemas de circuitos analógicos adaptados por Odum (1996). Esse diagrama conduz a um levantamento crítico dos processos, estoques, e fluxos que serão importantes para o sistema sob estudo. Os componentes e fluxos do diagrama são ordenados da esquerda para a direita, de maneira que à esquerda estão representados os fluxos com maior energia disponível; para a direita existe um decréscimo deste fluxo com cada transformação sucessiva de energia (ODUM *et al.*, 2000). Na elaboração do diagrama foi utilizado o Programa *Microsoft Office Visio 2003*.

A construção da tabela de avaliação emergética é baseada nos fluxos de entradas e saídas do diagrama sistêmico. Nessa tabela foram trabalhados os dados reais de fluxos de materiais, trabalho, e energia, convertendo-se cada linha dos fluxos de entrada do diagrama em uma linha de cálculo da planilha de avaliação de energia. Nessa etapa foram empregados os valores de transformidades de cada componente dos fluxos nos seus respectivos cálculos emergéticos, sendo essas obtidas em diferentes fontes bibliográficas.

Essas transformidades são derivadas de estudos prévios que tem avaliado os fluxos energéticos e eficiências de conversão envolvidas na produção de recursos naturais, produto ou serviços. Os fluxos foram avaliados em unidades por hectare por ano. Com os valores desses fluxos agregados foi possível obter o valor dos índices emergéticos. As planilhas foram construídas utilizando o programa Microsoft

Office Excel.

A terceira etapa é constituída pelo cálculo dos índices emergéticos a partir dos indicadores agregados obtidos anteriormente através da tabela de avaliação de fluxos de energia, sendo esses calculados através da metodologia convencional criada por Odum (1996).

Os índices emergéticos utilizados foram: Transformidade (TR); Taxa de rendimento em energia (EYR); Taxa de investimento em energia (EIR), Taxa de carga ambiental (ELR); Renovabilidade (%R); Taxa de intercâmbio (EER) e Índice de sustentabilidade emergética (ESI).

A Transformidade (TR): é obtida dividindo-se a energia que o sistema incorporou ao produto final (Y) pela energia produzida pelo sistema (Ep), ou seja, $Tr=Y/Ep$. Sua unidade é expressa em energia por unidade de energia, massa ou dinheiro, usualmente sej/J, sej/kg ou sej/US\$. Nesse estudo foi adotado a unidade sej/J que significa joules de energia solar equivalente.

O EYR é calculado dividindo-se a energia total do sistema (Y) pela energia dos recursos da economia (F). O EIR é calculado dividindo-se a energia dos recursos comprados da economia (F) pela energia dos recursos da natureza (I).

O ELR é calculado dividindo-se a energia dos recursos não renováveis da natureza (N) mais os recursos da economia (F) pela energia dos recursos renováveis da natureza (R). A %R é calculada pela relação entre os recursos renováveis pela energia total do sistema expresso em percentagem. O EER é a energia total do sistema (Y) dividido pelo valor de energia recebido pela venda do produto, que é encontrado através da multiplicação da relação energia/dinheiro (chamado de emdólar e cuja unidade é Sej/US\$) pelo dinheiro recebido pela venda (US\$), ou seja, É a relação de energia recebida pela energia fornecida nas transações econômicas (vendas no comércio). O ESI é obtido da relação entre o rendimento em energia (EYR) e o indicador de carga ambiental (ELR).

4.5.2 Qualificação Química e Microbiológica do Solo

Foram avaliados os solos dos dois sistemas de produção florestais, SAF de bracatinga e monocultivo de pinus, ambos considerados sistemas artificiais. Foi avaliado também, ao lado de cada sistema artificial, o seu correspondente sistema natural denominado mata nativa que nas regiões de estudo é classificada como Floresta Ombrófila Mista Montana.

Os sistemas naturais foram incluídos para que se tenha os referenciais na avaliação das alterações químicas e microbiológicas do solo advindas da implementação dos dois sistemas florestais estudados, possibilitando avaliar o distanciamento do sistema florestal artificial da sua correspondente área natural. Assim o estudo compreendeu quatro sistemas florestais, dois artificiais e seus respectivos sistemas naturais (FIGURAS 13 e 14).

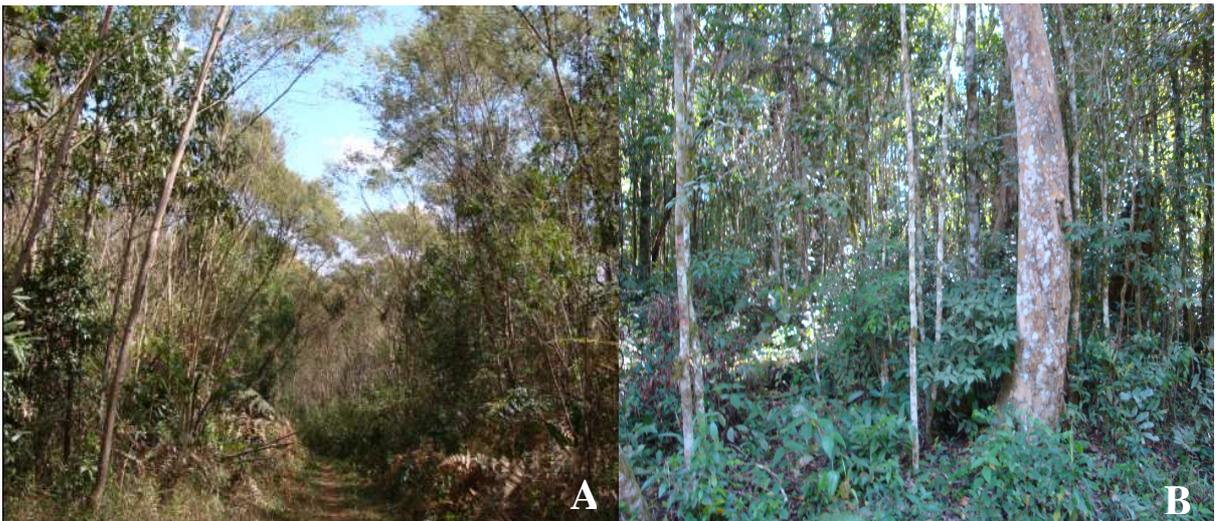


FIGURA 13 - A - SAF COM BRACATINGA; B - SEU REPECTIVO SISTEMA NATURAL (MATA NATIVA).

FONTE: O AUTOR (2010)

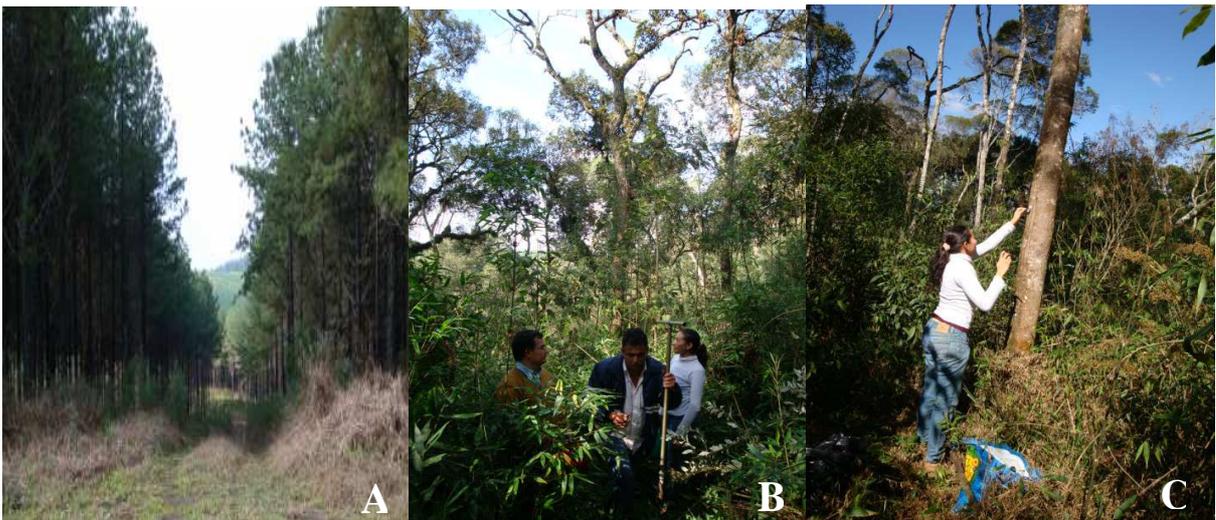


FIGURA 14 - A - SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS; B E C – ÁREAS NATURAIS DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS (MATAS NATIVAS).

FONTE: O AUTOR (2010)

A área com bracatinga vem sendo usada há pelo menos cinco ciclos de sete

anos, cada qual composto de corte, queima de talhão, plantio de culturas agrícolas e regeneração da bracatinga. Anterior ao SAF com bracatinga a área foi trabalhada com sistemas agrícolas anuais (milho, feijão e fumo) e suinocultura, sendo os animais soltos na área nas entre safras das culturas. A mata nativa do SAF com bracatinga aparentemente está em estágio médio de regeneração natural, recebeu interferências antrópicas, e por se tratar de um pequeno fragmento de aproximadamente 1 hectare, sofre ainda intensos efeitos de borda, tornando mais dificultada a sua sucessão a estágios mais avançados.

A área com pinus também vem sendo explorada há pelo menos dois ciclos da cultura, porém provavelmente a área natural foi suprimida para o estabelecimento do atual sistema, não tendo passado por cultivos agrícolas. Sua área natural faz parte de uma área de preservação permanente (APP) localizada nas margens do Rio Negro, porém a área em que se deram às coletas de solo não possui influência do rio, já que se situa em nível ligeiramente acima deste.

As áreas nativas do sistema monocultural com pinus encontram-se bastante antropizadas, com áreas em estágios iniciais e médios de regeneração natural, tendo sido alvo de extração seletiva de espécies, como a araucária (*Araucária angustifolia*) e imbuía (*Ocotea porosa*). Apresenta-se bastante aberta e com sub-bosque colonizado por gramíneas agressivas como a conhecida vulgarmente por taquara da família Poaceae tendo outros trechos em estágio inicial de regeneração natural sendo bastante colonizado por bracatinga.

Os indicadores da qualidade do solo avaliados foram à fertilidade do solo, sendo avaliada principalmente em relação ao carbono orgânico total (COT) e a biomassa microbiana do solo (BMS-C). Em relação à fertilidade do solo foram avaliados os teores de fósforo e potássio disponíveis, de carbono orgânico, de cálcio, de magnésio, de alumínio trocáveis, a acidez potencial ($H^+ + Al^{+3}$), a acidez ativa (pH) e a argila total. A biomassa microbiana do solo foi composta pelo carbono microbiano (BMS-C), sendo avaliado ainda a interação entre o carbono microbiano e o carbono orgânico através da relação $C_{mic}:C_{org}$.

Foram demarcadas parcelas de $100m^2$ (10 x10 metros), sendo três parcelas por sistema. Foi coletada uma amostra por parcela, composta por coletas em cinco pontos, um central e quatro nos cantos extremos médio da parcela. As amostras foram retiradas, com o auxílio de um trado, em duas profundidades (0 a 10cm e 10 a 20cm) nos quatro sistemas. As amostras de solo foram coletadas na estação de

inverno em setembro de 2009. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado.

No procedimento para a avaliação da atividade microbiana as amostras passaram por um processo para minimizar o efeito do tempo de coleta nos resultados, sendo acondicionadas em sacos plásticos e conservadas em geladeira a 4°C até processamento, por um período de, no máximo dez dias após a coleta. No laboratório foi realizado o destorroamento, quando necessário, e peneiramento (malha = 2 mm), a retirada manual de raízes e de restos de vegetais. Foi retirada uma porção de 20g de solo de cada amostra para determinação do teor de umidade, por secagem em estufa a 105°C até peso constante.

Para a determinação do carbono da biomassa microbiana foi utilizado o método de fumigação-extração proposto por Vance *et al.* (1987a) cuja metodologia foi descrita por Silva *et al.* (2007). Esse é o método considerado de maior precisão segundo Rodrigues *et al.* (1994) para as nossas condições. Nesse método são utilizadas 20 gramas de cada amostra (peso fresco) sendo o procedimento realizado em triplicata, para amostras fumigadas e amostras não fumigadas. O extrato da amostra não-fumigada contém somente a matéria orgânica extracelular e o extrato fumigado contém ambos, matéria orgânica intracelular (biomassa) e matéria orgânica extracelular (HOFMAN & DUSEK, 2003).

As amostras para a determinação do carbono microbiano foram fumigadas com clorofórmio. A fumigação do solo, com o clorofórmio, mata os microorganismos do solo e rompe as células microbianas liberando o seu conteúdo para o meio, sendo possível assim à extração do carbono microbiano (FRIGHETTO, 2000). Para isso as amostras foram mantidas em estufa por 24 horas a temperatura entre 25-28°C, após o qual foi eliminado o resíduo de clorofórmio e realizada a extração do carbono da biomassa microbiana com solução de K₂SO₄.

Nas amostras não fumigadas foi realizada a extração imediatamente após a pesagem, servindo essas de amostras controle. A determinação do carbono microbiano foi realizada por titulometria, com solução de sulfato ferroso amoniacal, a partir de uma alíquota de 8ml do extrato (FIGURA 15). O C da biomassa microbiana (BMS-C) foi calculado com base na diferença entre o teor de C da amostra fumigada e o da amostra não fumigada, utilizando-se um fator Kc = 0,33 para conversão do carbono extraído em biomassa microbiana (VANCE *et al.*, 1987b).



FIGURA 15 – A – ETAPA DE EXTRAÇÃO DO CARBONO MICROBIANO DAS AMOSTRAS, COM DETALHE DA FASE DE AGITAÇÃO MAGNÉTICA; B – ETAPA DE DETERMINAÇÃO DO CARBONO MICROBIANO ATRAVÉS DA TITULAÇÃO.

FONTE: O AUTOR (2010)

Uma parcela das amostras de solo coletadas para a determinação da biomassa microbiana do carbono do solo foi utilizada para a determinação da fertilidade do solo. Para isso, as amostras foram enviadas ao Laboratório do Departamento de Solo e Engenharia Agrícola da UFPR.

A partir dos resultados de BMS-C e COT, foi calculada a relação entre as duas características, expressa como a porcentagem de C microbiano em relação ao C total do solo (ANDERSON, 1994).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), onde foram avaliados no modelo de parcelas subdivididas, onde os tratamentos de cada sistema foram compostos pela interação de dois fatores, A (sistema natural e artificial) e B (duas profundidades). Inicialmente as variâncias dos tratamentos foram avaliadas quanto a sua homogeneidade pelo teste de Bartlett. As variáveis cujas variâncias mostraram-se homogêneas tiveram os efeitos dos tratamentos testados por meio do teste F ao nível de 5% de significância. Todas as análises foram realizadas no programa SISVAR (Universidade Federal de Lavras).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 SISTEMA AGROFLORESTAL COM BRACATINGA

5.1.1 Avaliação Econômica do Sistema Agroflorestal com Bracatinga

Foram considerados três produtos da bracatinga na composição do conjunto de receitas do SAF, sendo: escoras de três metros de comprimento; lenha de primeira qualidade e a lenha de consumo interno constituída por árvores mortas naturalmente e pontas de escoras. Os produtos considerados das culturas agrícolas foram o grão de milho e a abóbora in natura.

5.1.1.1 Custos e receitas do SAF com bracatinga

Os resultados da avaliação dos custos e receitas do SAF em questão, durante o ciclo de produção de sete anos, podem ser observados na Figura 16.

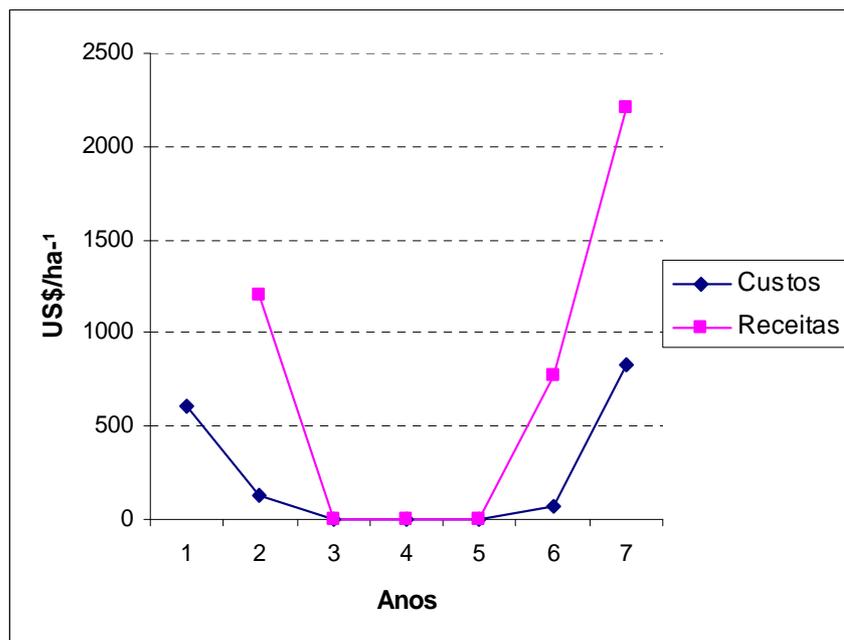


FIGURA 16 - CUSTOS E RECEITAS DO SAF DE BRACATINGA. Câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 1,87

FONTE: O AUTOR (2010)

Os dados referentes à Figura 16 compreendem todo o ciclo do sistema, podendo ser observado uma queda tanto nas receitas quanto nos custos durante o 3º, 4º e 5º ano. Essa ausência de fluxo financeiro durante esse período é resultante da interrupção das atividades no talhão durante esses anos, suprido com a adoção estratégica de um modelo de manejo do sistema em talhões de múltiplas faixas etárias.

Os períodos que demandam maiores custos são o primeiro ano e o 7º ano, pois compreendem as fases de implantação e exploração final do sistema, respectivamente, sendo que dentro dessas fases as atividades que mais demandaram recursos financeiros foram o cultivo agrícola (com despesas de US\$ 578,91 ha⁻¹) e a colheita florestal (com US\$ 897,25 ha⁻¹).

Outros modelos de SAFs estudados por Arco Verde (2008) apresentaram os maiores custos nos primeiros anos após a implantação (R\$ 2.100,00 ha⁻¹) e no corte das espécies madeireiras (R\$ 1.350,00 ha⁻¹), apontando como comum à ocorrência desses picos de custos nesses períodos. O custo total obtido para a formação do SAF de bracatinga foi de US\$ 1.639,71 ha⁻¹, correspondente a US\$ 234,24/ha.ano⁻¹.

Steenbock (2009) em entrevistas a produtores de bracatingais, obteve custos médios de R\$ 2.707,55 ha⁻¹ o equivalente a US\$ 1.447,88 ha⁻¹, esse valor é pouco mais baixo que o obtido no estudo atual, porém esse autor (*Ibidem*) trabalhou apenas com modelos de Sistema Florestal Tradicional (SFT) não sendo incluído nesses sistemas, portanto, custos com cultivos agrícolas.

Os primeiros produtos a serem comercializados são os provenientes das culturas agrícolas, e esses como são explorados uma única vez no sistema, geram uma única receita obtida no segundo ano, sendo que a maior parte desses é utilizada para consumo interno.

As receitas dos cultivos agrícolas são obtidas desde o início do segundo ano do sistema. As receitas apresentam gradativo crescimento ao longo dos períodos de comercialização, pelo fato do material de maior valor, a madeira, ser comercializada nos últimos anos do sistema, sendo recebido pela comercialização das escoras o referente a US\$ 773,80 ha⁻¹ (US\$ 0,53/peça de escora) e a lenha avaliada a um valor de US\$ 2.205,59 ha⁻¹ (US\$ 13,37 e 10,70 o metro estéreo da lenha de alta qualidade comercializada e lenha de baixa qualidade usada internamente respectivamente).

Com o sistema, no ciclo de sete anos, é gerada uma receita de US\$ 4.186,38/ha⁻¹, correspondente a US\$ 598/ha.ano. Na propriedade é colhido o talhão de 1 alqueire paulista (2,42ha), a receita representativa do talhão é de US\$ 10.131,03/ha⁻¹. Renda próxima a esse valor foi observada por Porfírio-da-Silva *et al.* (2006) em SAF com bracatinga na região, para propriedades menores que 30 hectares, como é o caso da propriedade da presente pesquisa.

De acordo com Steenbock (2009), o manejo de bracatingais em propriedades

agrícolas em Santa Catarina representou aos agricultores dos assentamentos pesquisados aproximadamente metade da renda obtida dentro dos lotes, confirmando dessa forma a importância desses sistemas na geração de renda nas propriedades agrícolas da região.

Rochadelli (1997), estudando a contribuição econômica de bracatingais na Região Metropolitana de Curitiba, encontrou receitas de US\$ 1.262,01/ha⁻¹ na idade de sete anos, vendida na forma de lenha ao preço de US\$ 4,80/estéreo, na cotação adotada na época do estudo⁵, sendo observado dessa forma que ao longo de doze anos houve uma crescente e significativa valorização da lenha de bracatinga na região, já que o estéreo de lenha atualmente é vendido ao preço de US\$ 13,36.

Com relação à distribuição das receitas pôde-se observar ainda que essas são superiores aos custos em todos os anos em que ocorreram remunerações.

Quando relacionados os custos e receitas dentro dos componentes do sistema (FIGURA 17) pode-se observar que entre as culturas agrícolas a cultura da abóbora não gerou receita suficiente para pagamento das suas despesas. Esse fato pode estar relacionado à baixa produtividade dessa cultura bem como o baixo preço de venda.

⁵ Valor do dólar em fevereiro de 1997: US\$1,00 = R\$ 1,04.

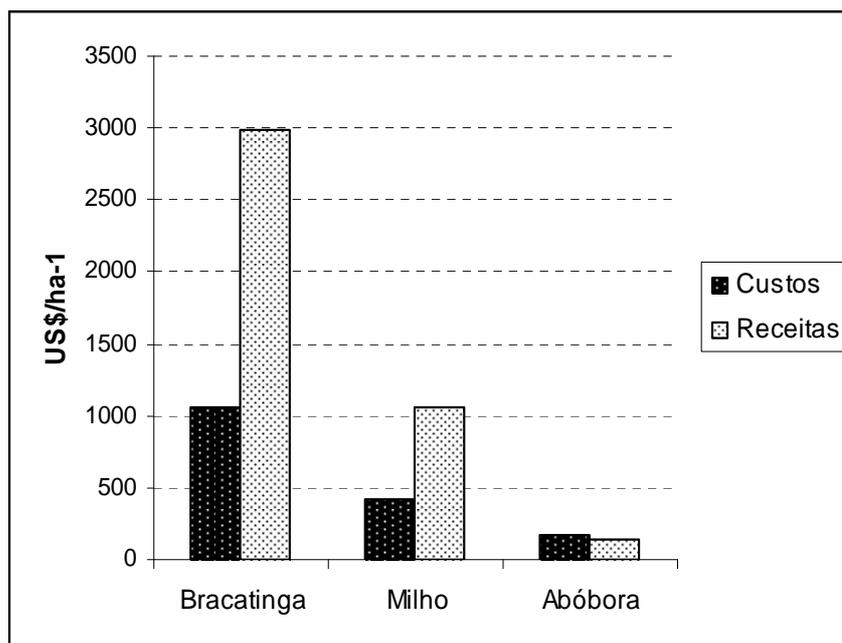


FIGURA 17 - DISTRIBUIÇÃO DOS FLUXOS DE CAIXA ENTRE OS COMPONENTES DO SAF COM BRACATINGA. Câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 1,87

FONTE: O AUTOR (2010)

A cultura do milho, apesar de ter apresentado no SAF uma produção (2.000kg/ha⁻¹) inferior a média nacional levantada pela Conab (2010)⁶ (3.637kg/ha⁻¹), esse ainda conseguiu receitas duas vezes superiores aos seus custos. Esse fato pode estar relacionado a forma de uso desse cultivo considerada na propriedade, já que o mesmo é utilizado no consumo interno, sendo dessa forma considerada na contabilização das receitas o preço de compra do grão no comércio local.

Santos (2000), em avaliação econômica de diferentes modelos de SAF observou uma produtividade para o milho de 3.000kg/ha/ano e custo de US\$ 178,35⁷ sendo esse custo equivalente a quase metade do custo obtido no presente estudo podendo essa diferença estar relacionada ao baixo preço da diária (US\$ 3,95 homem/dia), enquanto no atual estudo é pago o referente a US\$ 16,04 homem/dia.

Um maior incremento na renda das culturas agrícolas (milho e abóbora) no SAF estudado poderia ser conseguida com o aumento da produtividade dessas culturas, já que no caso do milho o potencial produtivo é de até 10.000kg/ha⁻¹ (COSTA *et al.*, 1997) com a utilização de variedades melhoradas bem como práticas de manejo mais adequadas.

⁶ Fonte: Conab – Companhia nacional de abastecimento. Consolidado e Acompanhamento da Safra 2006/2007, 1º Levantamento (www.conab.gov.br).

A venda diversificada desses produtos, como no caso do milho ainda verde, poderia agregar maior valor nas receitas, além da inserção de outras culturas em consócio e que apresentem maior valorização no mercado.

Uma outra forma de adiantamento ou mesmo maximização das receitas nesse sistema seria através da comercialização de uma parcela da produção da madeira para outros fins, como por exemplo nos primeiros anos do sistema poderia já ser comercializada uma parte dos indivíduos arbóreos na forma de varas, assim como é feito por produtores de maior estrato fundiário (≈ 100 ha) na Região Metropolitana de Curitiba (PORFÍRIO-DA-SILVA *et al.*, 2006).

A comercialização de varas poderia ser realizada de forma orientada ao favorecimento da produção de madeira para serraria já que ao realizar o corte dos indivíduos de menor diâmetro para as varas os indivíduos restantes serão favorecidos em termos de menor competição, já que a densidade do povoamento é diminuída. Dessa forma, a madeira de maiores diâmetros para serraria poderia ser outro produto a ser comercializado no sistema porém com maior valor agregado que os demais.

Weber, (2007), em estudo de manejos da bracatinga direcionados a madeira para serraria, concluiu que para a produção de madeira de bracatinga de grandes diâmetros deve-se considerar uma rotação máxima de 17 anos, sendo que na rotação de sete anos a espécie é capaz de produzir madeira para serraria somente em sítios de excelente qualidade.

Os componentes agrícolas são os responsáveis pela primeira parcela no adiantamento dos investimentos do sistema, já que a cultura florestal só concederá receitas a partir do 6º ano, além do fator financeiro outros fatores de cunho ecológico são favorecidos pela presença de culturas agrícolas já que essas contribuem para a ciclagem dos nutrientes dentro do sistema dentre outros benéficos não contabilizáveis financeiramente.

Os custos comparativos entre mão-de-obra e insumos mostram que em todos os anos demandantes de custos, a mão-de-obra é o fator que mais contribui para o encarecimento do sistema, representando 84,74% dos custos de todo o sistema (FIGURA 18).

⁷ Valor do dólar em fevereiro de 2000: US\$ 1,00 = R\$ 1,77.

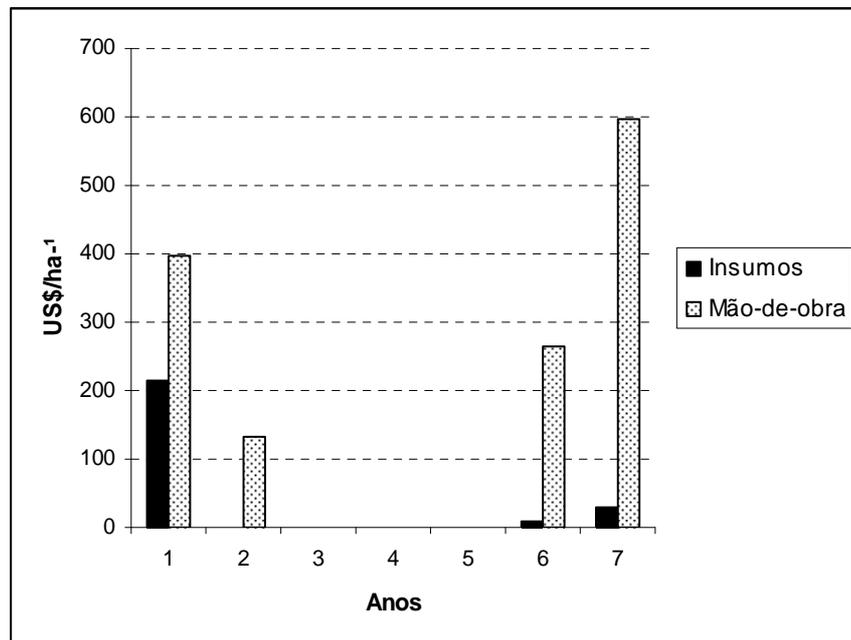


FIGURA 18 - CUSTOS REFERENTES A MÃO-DE-OBRA E INSUMOS DO SAF COM BRACATINGA.

Câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 1,87

FONTE: O AUTOR (2010)

Outros autores trabalhando com diferentes modelos de sistemas agroflorestais também apontam a mão-de-obra como maior contribuidor aos custos desses sistemas, chegando a valores próximos aos encontrados nesse estudo (ARCO VERDE, 2008; SILVA, 2000).

O primeiro ano compreende o período em que a relação entre os custos da mão-de-obra e insumos apresenta-se menos discrepante, já que na implantação desse sistema é a fase em que foram gastos a maior parte dos insumos requeridos pelo mesmo. No segundo e 6º ano praticamente não são contabilizados gastos com insumos, vindo a ser observados gastos significativos apenas no último ano, onde é finalizada a colheita florestal, sendo esse o período em que mais são realizados gastos com mão-de-obra US\$ 795,40.

O componente do sistema mais exigente em mão-de-obra é a bracatinga e os mais exigentes em insumos são as culturas agrícolas. A mão-de-obra mostra ser um dos fatores de encarecimento em sistemas agroflorestais, seja ele temporário como o trabalhado ou permanente, porém em sistemas agroflorestais permanente em que as culturas agrícolas se fazem presente em todas as etapas do sistema, a mão-de-

obra se faz necessária geralmente em todos os anos do sistema se apresentando dessa forma mais diluída nos anos posteriores a implantação como nos modelos trabalhados por Arco Verde (2008).

Apesar da mão-de-obra demandar, teoricamente, os maiores investimentos financeiros no sistema estudado, na prática não se faz necessário à saída de todo o montante do caixa do produtor para pagamento desta, já que a maior parte da mão-de-obra é realizada pelo próprio produtor e de forma descontínua, sendo que esse atua em outras atividades dentro da propriedade. A saída de recursos financeiros para pagamento efetivo da mão-de-obra é sentida apenas no período de colheita florestal, em especial na colheita em corte raso em que é retirada a lenha, dessa forma nesse período o produtor já possui em caixa as receitas provenientes da venda das escoras para pagamento dessas diárias.

5.1.1.2 Indicadores financeiros do SAF com bracatinga

Os critérios de avaliação econômica de projetos trabalhados para o sistema de bracatinga, de acordo com o observado na Tabela 6, mostraram que o SAF estudado apresentou valores positivos.

TABELA 6 - INDICADORES ECONÔMICOS OBTIDOS PARA O SAF COM BRACATINGA.

Indicador	Valor	Unidade
Valor Presente Líquido (VPL)	1925,36	US\$/ha ⁻¹
Razão benefício – Custo (RB/C)	2,55	US\$/ha ⁻¹
Taxa Interna de Retorno (TIR)	27,00	%

Câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 1,87

FONTE: O AUTOR (2010)

De acordo com o VPL o sistema de bracatinga é economicamente rentável, já que o valor desse indicador foi positivo e maior que zero.

Na RB/C foi obtido um valor acima do valor de referência (1,00), indicando que o investimento no SAF com bracatinga remunera o capital, sendo obtidas para cada unidade de capital investido 2,55 unidades garantindo retorno adequado aos investidores do sistema.

A TIR (27%) foi superior a TMA (4%), confirmando dessa forma a viabilidade de investimento no sistema sob todos os aspectos avaliados. Enquanto a TIR

superar a TMA (4% a.a) a expectativa é de obtenção de maior ganho, investindo-se no sistema. A distância entre TIR e a TMA pode representar maior rentabilidade do sistema, dessa forma melhor visualizado pela relação entre TMA/TIR numa escala entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de zero mais vantajoso é o investimento. Neste caso, o índice TMA/TIR é 0,15, sinalizando para maior rentabilidade e menor risco no investimento.

Graça e Mendes (1987) testaram a viabilidade econômica de vários modelos de sistemas com bracatinga na Região Metropolitana de Curitiba e observaram que o modelo tradicional de cultivo através da condução da regeneração natural com fogo e com o uso das culturas agrícolas milho e feijão foram os sistemas mais rentáveis economicamente, apresentando o mais alto valor de VPL e uma RB/C de 1.54 unidades para cada unidade de custo, sendo trabalhada com uma TMA de 6%a.a.

No caso do SAF do presente estudo é consorciado, além do milho, a abóbora, porém essa cultura não se mostrou rentável no consorcio. O produtor já havia realizado consórcios com o feijão, porém esse saiu do sistema por demandar maior quantidade de mão-de-obra ao produtor, que tem dificuldades para contratação de mão-de-obra externa devido à escassez dessa, sendo dessa forma substituído o feijão pela abóbora no sistema. Não fosse a dificuldade por mão-de-obra na região atualmente, o consórcio com milho e feijão poderia gerar maiores incrementos nas receitas do sistema, assim como observado por Graça e Mendes (1987). Uma outra alternativa poderia ser a utilização de outras culturas agrícolas igualmente rentáveis porém menos demandantes em mão-de-obra.

Malinovski *et al.* (2006), estudando a viabilidade financeira de plantios puros de bracatinga no espaçamento 3 x 2 metros, também na Região Metropolitana de Curitiba, obteve valores negativos de VPL e TIR, além de valores de RB/C inferiores a 1, utilizando uma TMA de 6% a.a, confirmando a inviabilidade da espécie quando sob cultivo a partir de plantios puros, fortalecendo assim a escolha dos sistemas tradicionalmente adotados de condução da regeneração natural como o avaliado no presente estudo.

Com relação à estratégia de implantação de sistemas com bracatinga, Graça e Mendes (1987) em seus estudos recomenda aos produtores rurais, que pretendem iniciar a formação de um SAF com bracatinga onde essa espécie não existia previamente, que seja realizado o plantio através de sementes, sendo esse sistema

de plantio menos oneroso que o plantio de mudas, indicando ainda que após o ciclo médio de sete anos, poderá ser conduzida a regeneração através do fogo nesse sistema, onde poderá ser conseguir o aumento do potencial da rentabilidade do mesmo.

5.1.1.3 Simulação de cenários econômicos do SAF com bracatinga

Na Tabela 7 podem ser observados os indicadores econômicos resultantes dos diferentes cenários adotados na análise da sensibilidade do SAF com bracatinga.

TABELA 7 - ANÁLISE DA SENSIBILIDADE DO SAF COM BRACATINGA FRENTE A POSSÍVEIS MUDANÇAS NA ATUAL SITUAÇÃO.

Cenários	Indicadores		
	VPL (US\$/ha)	RB/C (US\$/ha)	TIR (%)
Aumento da diária da mão-de-obra em 12,38 %	1804,53	2,31	24,12
Aumento do preço do adubo em 12,42 %	1919,61	2,52	21
Aumento da TMA a 6 % a.a	1693,68	2,55	27

Câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 1,87

FONTE: O AUTOR (2010)

O primeiro cenário refere-se ao aumento da diária da mão-de-obra em 12,38% valor esse referente ao aumento médio do salário mínimo nos últimos cinco anos. Como podem ser observados os indicadores econômicos obtidos nessa situação se mostraram inferiores, porém próximos ao cenário atualmente trabalhado pelo produtor, mostrando ser a mão-de-obra pouco sensível a mudança imposta nesse cenário.

Na segunda situação pode ser observada a influência da variação do preço do adubo (esterco de galinha) na viabilidade do sistema. De acordo com o observado para os indicadores econômicos testados, o aumento do preço do adubo em 12,42% praticamente não afetou o VPL, mostrando pouca influência também na RB/C e na TIR, sendo que essa última reduziu em 6 pontos percentuais em relação aos valores originais. Dessa forma o sistema se mostrou pouco sensível às alterações nesse cenário, revelando não ser a adubação afetada significativamente.

De acordo com Pomianoski (2005), nos bracatingais tradicionais foi observada uma baixa fertilidade resultante do empobrecimento desses solos a partir

das degradações geradas pela queima dos resíduos a cada final do ciclo. Dessa forma a adubação tem se tornado cada vez mais necessária na manutenção ou aumento da produtividade do sistema. A pouca sensibilidade desse insumo nesse sistema a mudanças no seu valor de mercado é algo bastante vantajoso visto que esse insumo faz-se cada vez mais necessário na manutenção ou mesmo aumento da produção tanto de grãos quanto da madeira influenciando decisivamente na rentabilidade do sistema.

Com relação ao aumento da TMA para 6% a.a pode-se observar de acordo com os indicadores financeiros que o sistema ainda se mantém economicamente viável, tendo o VPL como componente mais sensível a essa mudança caindo em relação ao original US\$ 241,58, porém a TIR e a RB/C se mantiveram com o mesmo valor original.

Graça e Mendes (1987) trabalhando com TMA de 6% a.a e 10% a.a obteve 1,24 e 1,06 unidades de custo para a RB/C respectivamente para sistema agroflorestal com bracatinga com o uso apenas do milho como cultura agrícola. Dessa forma o sistema agroflorestal com bracatinga vem se mostrando ao longo do tempo ser não só mais rentável como também menos sensível a mudanças nas taxas de oportunidades.

Nos três cenários em que foi submetido o SAF, esse se manteve viável, tendo sua rentabilidade pouco reduzida entre os indicadores financeiros quando comparada a original, de uma forma geral revelando pouca sensibilidade as mudanças ocorridas.

Apesar de economicamente o SAF com bracatinga apresentar pouca sensibilidade aos cenários impostos e pouco risco de investimento, na prática, devido esse sistema possuir sérias restrições na legislação ambiental no que diz respeito a sua exploração, ele acaba por apresentar grandes riscos de investimento, já que o produtor não tem a garantia de que ao final do ciclo poderá colher a madeira da bracatinga.

5.1.1.4 Outras valorações econômicas no SAF com bracatinga

Além da contribuição econômica dos produtos avaliados no SAF com bracatinga, outros produtos em forma de serviços ambientais prestados ao homem poderiam ser contabilizados incrementando as receitas desse sistema, já que trata-se de um sistema florestal e esses de acordo com Evans (1992) contribuem com a

diminuição dos desmatamentos, com o sequestro de carbono, ciclagem de nutrientes dentre outros benefícios.

O sequestro de carbono é um serviço que vem sendo remunerado em alguns países na forma de créditos de carbono, esse serviço é considerado dessa forma como promotor do desenvolvimento rural e da proteção ambiental (MAN YU, 2004). Rochadelli (2001) estudando a capacidade de fixação de carbono em florestas de bracatinga encontrou valores entre 40 a 45% da biomassa total desses povoamentos como sendo referente ao estoque de carbono, esse valor calculado pelo método empregado por Vilar (2009) aponta um estoque de aproximadamente $120\text{t.CO}_{2(\text{eq})}^{-1}.\text{ha}^{-1}$, sendo esse valor cotado a US\$ $1,50\text{t.CO}_{2(\text{eq})}^{-1}$ (BOLSA DO CLIMA DE CHICAGO – CCX, 2009) os bracatingais estudados representariam em créditos de carbono o referente à aproximadamente US\$ 180,00/ha⁻¹.

Um serviço que vem sendo alvo de discussões em termos de valorização econômica no sistema com bracatinga é a capacidade desses povoamentos em manterem os fluxos hídricos no reabastecimento dos mananciais da região, já que compõem grandes extensões das áreas com cobertura florestal na Região Metropolitana de Curitiba. A água é um bem que vem sendo precificada em algumas bacias hidrográficas que já estão cobrando pelo seu uso (CARRERA-FERNANDEZ & PEREIRA, 2004)

Outros serviços economicamente intangíveis, serviços ambientais aos quais não foram atribuídos valores econômicos, e que vêm entrando igualmente em processo de valorização são a qualidade da água, a conservação do solo, a biodiversidade e a qualidade do ar (VILAR, 2009).

Vilar (2009) em estudo para valoração econômica de serviços ambientais prestados em pequenas propriedades rurais estimou valores médios iguais a R\$ 21.127,44.ano⁻¹ em um dos cenários analisados nas propriedades de estudo, sendo esse valor resultante da soma da valoração das variáveis intangíveis e quantificáveis.

Os mais variados tipos de serviços ambientais que vão desde a manutenção do equilíbrio climático até a conservação da biodiversidade são executados por produtores rurais que não são valorizados ou mesmo reconhecidos pela sociedade. Entretanto, na legislação vigente não são encontrados incentivos que possibilitem o produtor rural a manter áreas importantes para a garantia desses serviços.

Na atual conjuntura econômica em que nos encontramos a maximização da

valorização econômica de um sistema produtivo florestal, tanto através dos seus produtos quanto dos seus serviços ambientais pode ser uma forma eficiente de assegurar a equidade social e a proteção ambiental, já que viabilizará a permanência tanto do sistema quanto do homem no campo conferindo dessa forma a sustentabilidade do mesmo.

No caso do SAF com bracatinga esse ainda é considerado como mata nativa na maioria dos casos, já que as exigências impostas pela legislação para que esse fosse considerado um sistema passível de exploração acaba por enquadrá-lo na categoria de floresta nativa pertencente ao Bioma Mata Atlântica, que por sua vez apresenta uso restrito (RES. CONJ, 2007; BRASIL, 2006; BRASIL, 2002).

Essa restrição à exploração acaba por tornar esse tipo de atividade ilegal, dificultando a condução e comercialização desses povoamentos e desestimulando os produtores desse setor a continuar mantendo tais atividades, podendo ser observado em ritmo cada vez mais acelerado a substituição desses sistemas por aqueles com espécies exóticas, como o eucalipto e pinus, como é encontrado na propriedade de estudo que já substituiu um de seus talhões de bracatinga pelo pinus, alegando a vantagem relativa à certeza de colheita do mesmo.

Steenbock (2009) discorre sobre os diversos impedimentos legais à exploração desse sistema propondo que ele seja enquadrado legalmente como plantio florestal, já que recebe práticas de condução referente a esta categoria tendo sido a espécie domesticada ao longo do tempo. Dessa forma a legalização, bem como o fomento dessa atividade, implicaria não só em benefícios econômicos para os produtores e para a região, já que geraria divisas para os municípios envolvidos, como também ao ambiente garantindo os serviços ambientais advindos desses.

5.1.2 Avaliação Social do Sistema Agroflorestal com Bracatinga

Na distribuição dos postos de trabalho por atividade e por ano dentro do SAF com bracatinga (FIGURAS 19 e 20) pode-se observar que a atividade que mais emprega mão-de-obra no SAF de bracatinga é a colheita florestal com 45 postos e os períodos são respectivamente o 7º com 41,03 postos de trabalho, ocorrendo nesse período a colheita florestal destinada à lenha, e o primeiro ano com 24,74 postos de trabalho, onde ocorre o preparo do solo e a maior parte das atividades para realização do cultivo agrícola.

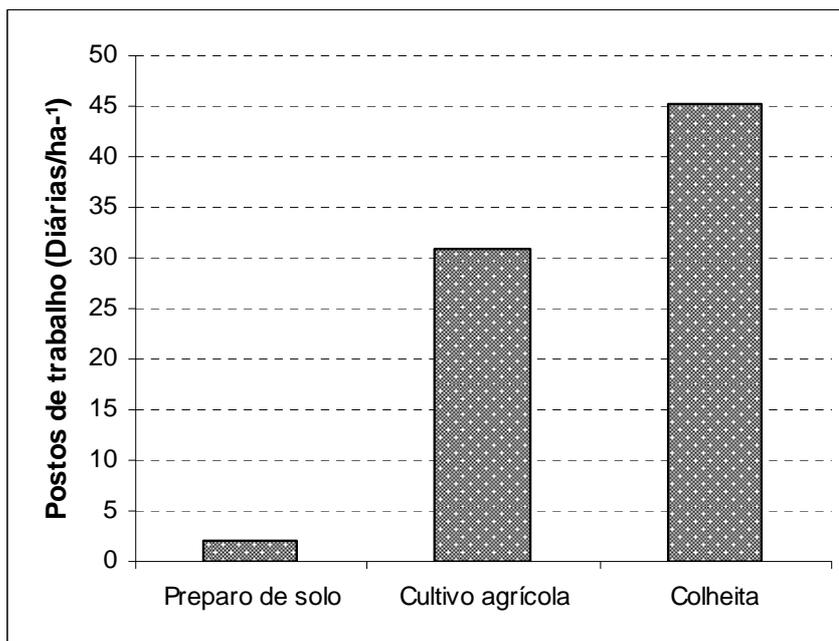


FIGURA 19 - DISTRIBUIÇÃO DOS POSTOS DE TRABALHO NAS ATIVIDADES DO SAF COM BRACATINGA.

FONTE: O AUTOR (2010)

A atividade de cultivo agrícola apesar de ocorrer apenas em dois anos de um total de 7 anos de ciclo do sistema, responde por quase 40% de toda a empregabilidade do sistema, sendo constatada dessa forma a importância dessa atividade na manutenção dos postos de trabalho no sistema e consequentemente na contribuição social neste sistema de produção.

A atividade de colheita por ser executada quase que totalmente de forma manual, através de ferramentas como machados e foices, sendo uma atividade bastante demorada e consequentemente demandante de mão-de-obra no sistema, responsável por aproximadamente 58% dos postos de trabalho.

Na atividade de colheita foi empregada mão-de-obra externa esporadicamente, principalmente na atividade de corte da lenha, essa mão-de-obra, para fim de consideração como fator de empregabilidade foi considerada como equivalente à metade da mão-de-obra efetiva usada na atividade que corresponde ao trabalho constante do produtor (SILVA, 2010) (Informação pessoal)⁸, dessa forma na prática essa atividade empregou mais do que nominalmente está sendo contabilizado nesse indicador.

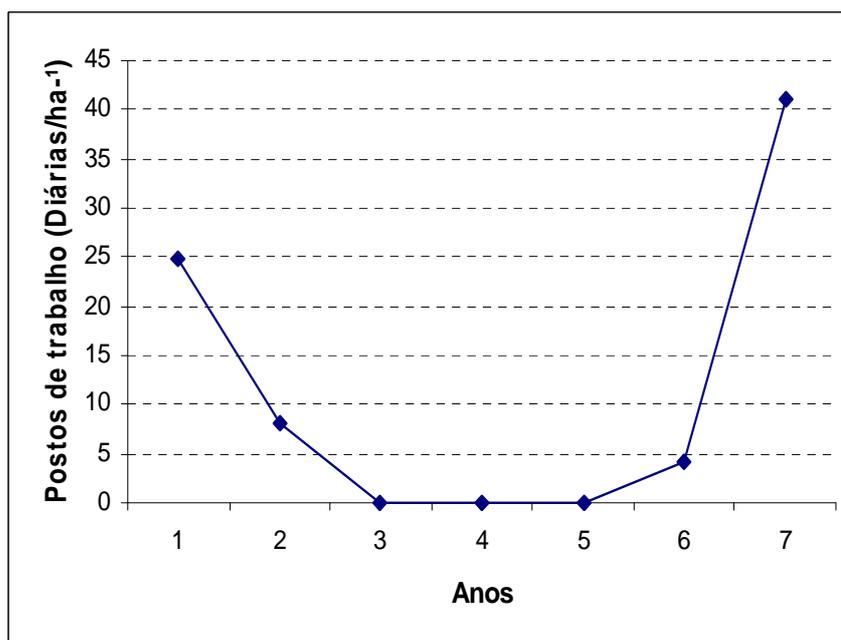


FIGURA 20 - DISTRIBUIÇÃO DE POSTOS DE TRABALHO AO LONGO DO CICLO DO SISTEMA DE BRACATINGA.

FONTE: O AUTOR (2010)

Na distribuição anual de postos de trabalho dentro do ciclo do sistema o 7º ano detém 52,55% dos postos de trabalhos empregados (FIGURA 20) e o primeiro ano detém 31,68%. Rochadelli (1997) aponta em seu estudo que a idade de 7 anos contribuiu com a manutenção de 34,91 homens em atividade remunerada constante pelo período de 1 ano em uma área de 171,02ha⁻¹, sendo observado igualmente nesse estudo (*Ibidem*) que a demanda por postos de trabalho se apresenta concentrada dessa forma no último ano do ciclo.

Com relação à empregabilidade do sistema estudado esse foi capaz de criar o total de 78,07 postos de trabalho/ha⁻¹, correspondendo a 11,15 diárias/ha.ano⁻¹. De acordo com Laurent *et al.*, (1990), no estabelecimento de SAF com bracatinga são geralmente envolvidas a mão-de-obra de 85,08 homens.dia⁻¹ por bracatingal, sendo as pequenas propriedades constituintes do principal reservatório de mão de obra fixa a ser utilizada.

A demanda por mão-de-obra dentro de sistemas com bracatinga, sem o uso de culturas agrícolas associadas, é considerada baixa por Steenbock (2009) quando compara a mão-de-obra utilizada em outras atividades agrícolas realizadas dentro

⁸ Silva, 2010 – Ivan Crespo Silva. Prof. Depto. de Ciências Florestais, UFPR.

da propriedade.

Steenbock (2009) em pesquisa realizada com produtores de SFT de bracatinga aponta que apenas 19,6% dos gastos em tempo, recursos financeiros e de energia (*inputs*) foram utilizados pelos agricultores nas atividades referentes aos sistemas com bracatinga dentro de suas propriedades mostrando dessa forma a baixa demanda por mão-de-obra nesse sistema quando comparado as outras atividades internas, porém os sistemas trabalhados por esse autor não contemplaram culturas agrícolas que de uma forma geral são culturas bastante empregadoras de mão-de-obra.

No modelo de SAF trabalhado apesar de utilizar culturas agrícolas no início do sistema, empregadora de mão-de-obra, ainda assim não pode ser considerado um sistema agroflorestal eficientemente empregador, devido essa empregabilidade ocorrer de forma sazonal não continuamente durante o ciclo, estando ligado esse fato ao modelo de SAF ser temporal e não permanente.

Sistemas agroflorestais permanentes como os trabalhados por Arco Verde (2008) além de demandarem permanentemente mão-de-obra no sistema apresentou maior necessidade de postos de trabalho (diárias/ha) quando comparado ao SAF em estudo, sendo necessárias na fase de implantação entre 86 -112 diárias/ha e na fase final (colheita madeireira) em torno de 40 diárias/ha, já o SAF com bracatinga nesses períodos apresentaram apenas 33 e 36 diárias/ha respectivamente.

No período compreendido entre os 3º e 5º anos não há empregabilidade no sistema, já que nesse período ocorre uma interrupção nas atividades, sendo aguardada pelo produtor a continuidade das atividades no talhão quando da maturação deste, período em que ocorrerá a colheita florestal.

Para suprir essa ociosidade nas atividades do sistema e conseqüentemente empregabilidade, o produtor em questão bem como a maioria dos produtores desse sistema na região adotam uma prática de manejo baseada na replicação anual do mesmo sistema dentro da propriedade, dessa forma a propriedade é dividida em talhões com mesma área e todos os anos é iniciada as atividades em um talhão distinto de modo que ao final de 7 anos a propriedade apresenta um talhão em cada estágio anual do ciclo, e na propriedade em estudo essa lógica vem se repetindo há aproximadamente 40 anos.

Essa logística permite dessa forma que em todos os anos haja empregabilidade de postos de trabalho na propriedade para trabalhos nos sistema

de bracatinga. Essa interrupção das atividades no sistema diferencia esse modelo de SAF que é temporário do demais SAFs cujas culturas agrícolas são permanentes e carece de mão-de-obra permanentemente. Dessa forma na flutuação do emprego de mão-de-obra o SAF em questão apresenta-se mais próximo a modelos de sistemas florestais em monocultivo, como o próprio sistema monocultural com pinus aqui trabalhado, do que sistemas agroflorestais em si.

A adoção de práticas de manejo que possibilitasse a permanência da mão-de-obra no sistema durante todo o seu ciclo, bem como a inclusão de culturas agrícolas que acompanhassem o sistema de forma permanente, poderia proporcionar do ponto de vista social maiores benefícios, já que poderia empregar a mão-de-obra de forma permanente sem a necessidade de dividir o bracatingal em talhões de múltiplas idades. Caso fossem adotadas essas práticas de manejo, poderia haver o aumento da remuneração no sistema, e isso em uma maior escala, poderia levar a manutenção das pessoas no campo, já que atualmente está havendo uma carência de mão-de-obra em função do êxodo das pessoas em busca de melhores oportunidades nos grandes centros ou nas cidades.

Com relação à mão-de-obra interna (familiar), segundo Porfírio-da-Silva *et al.* (2006) de uma forma geral nos bracatingais (SFT e SAFT) a mão-de-obra é composta pelo produtor rural, que na maioria dos casos apresenta uma faixa etária em idade de aposentadoria (em torno de 60 anos) sendo empregada ainda a mão-de-obra de um de seus filhos, que na maior parte das situações já se retirou ou está se retirando do meio rural para as cidades. As famílias entrevistadas por esse autor explicam esse êxodo crescente devido ao baixo custo de oportunidade que existe no setor para o pagamento da mão-de-obra rural.

O pouco interesse dos jovens em continuar no campo aponta para a importância de considerar esta questão em projetos e políticas para o meio rural, principalmente em áreas próximas as regiões industrializadas bem como grandes centros urbanos, como no caso deste estudo.

Com relação ao pagamento da mão-de-obra, assim como a distribuição dos postos de trabalho a distribuição da renda ponderada (FIGURA 21) também segue a mesma tendência, tendo o 7º ano como o ano de maior concentração da renda com 50,16% da renda, seguido pelo primeiro ano com 31,68% desta e apresentando déficit na geração de renda nos períodos compreendidos entre o ano 3 e o ano 5.

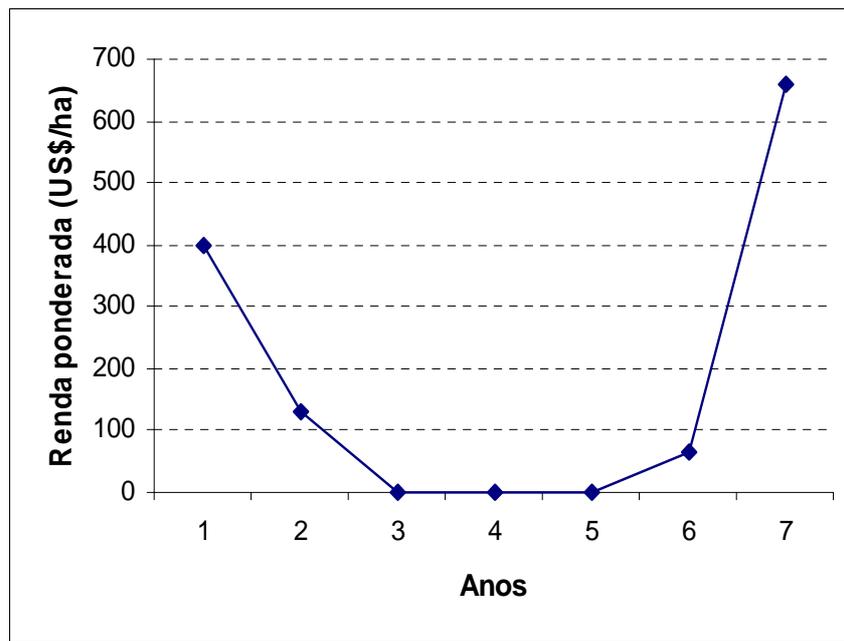


FIGURA 21 - DISTRIBUIÇÃO DA RENDA PONDERADA AO LONGO DO CICLO DO SAF COM BRACATINGA. Câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 1,87

FONTE: O AUTOR (2010)

A renda ponderada destinada à remuneração da mão-de-obra da bracatinga foi de US\$ 1.252,46/ha⁻¹. Rochadelli (1997), avaliando a contribuição sócio-econômica dos sistemas com bracatinga (SFT) observou que o 7º ano é o período em que há maior contribuição para os produtores em termos de renda gerada para esses, sendo esses dados coerentes com os apresentados neste trabalho. Laurent *et al.* (1990b) concluiu que o SAF com bracatinga na Região Metropolitana de Curitiba respondia por aproximadamente 70% da renda líquida, na época do seu estudo.

Na Figura 22 pode-se observar a distribuição da renda ponderada entre as atividades do SAF com bracatinga.

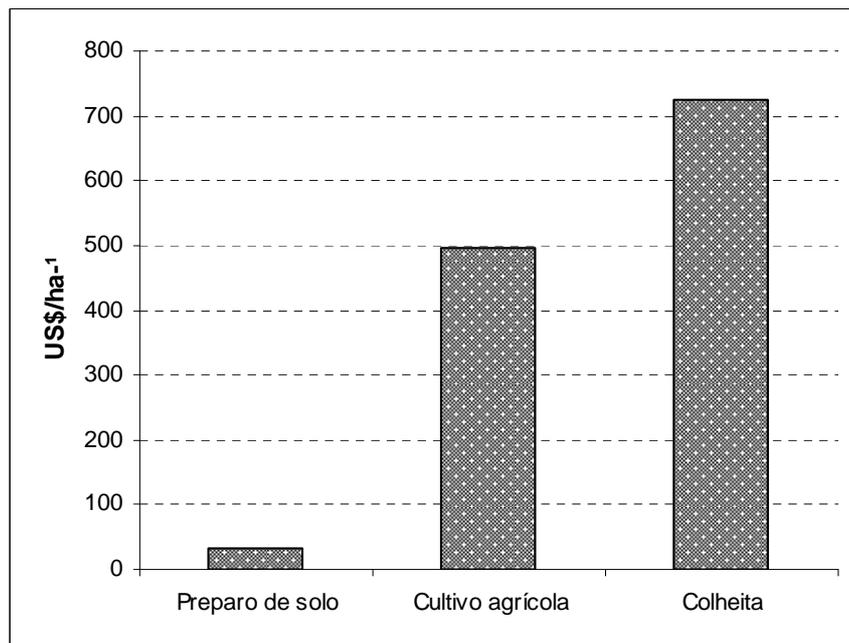


FIGURA 22 – DISTRIBUIÇÃO DA RENDA PONDERADA NAS ATIVIDADES DO SAF COM BRACATINGA. Câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 1,87

FONTE: O AUTOR (2010)

A colheita é a atividade que mais contribui para a geração da renda destinada a remuneração da mão-de-obra, estando essa coerente com a geração de postos de trabalho, também em maior quantidade nessa atividade. Assim como na contabilização dos postos de trabalho a renda ponderada ocorrida no período de colheita referente a remuneração da mão-de-obra externa também foi contabilizada como metade da remuneração do trabalhador efetivo subestimando dessa forma a renda ponderada ocorrida nessa atividade.

O indicador representativo do conforto cedido pelo sistema aos trabalhadores é representado pelo indicador de conforto laboral. Como pode ser observado na Figura 23.

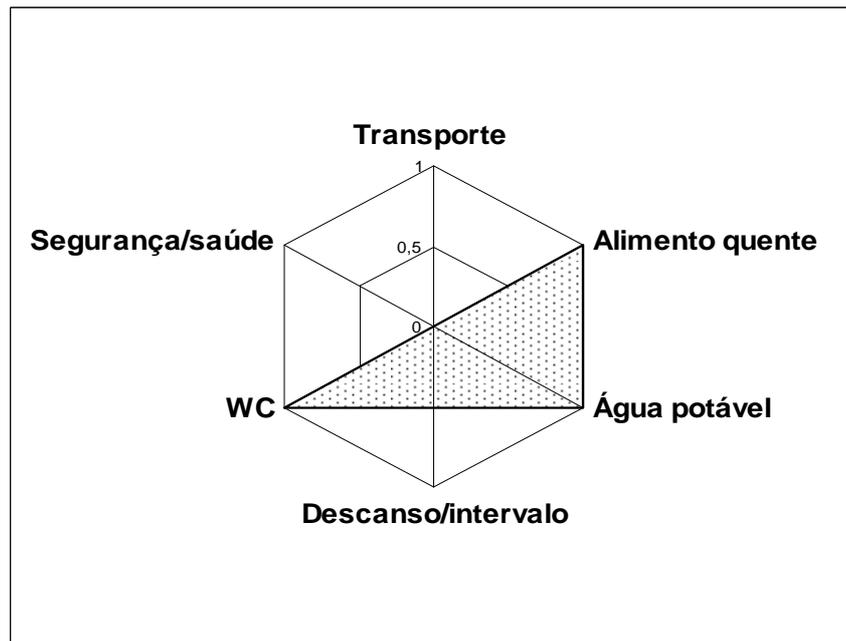


FIGURA 23 - CLASSIFICAÇÃO DO CONFORTO LABORAL CEDIDO NO SISTEMA DA BRACATINGA.

FONTE: O AUTOR (2010)

Pode-se observar que a concessão de alimento quente, água potável e banheiro foram os critérios que receberam o máximo de pontuação, ou seja considerados como suficiente para suprir as necessidades dos trabalhadores nesses quesitos. A concessão de alimento quente e banheiro foram favoráveis já que o sistema está localizado nos arredores da propriedade e os trabalhadores (o proprietário e diarista) terem acesso à comida e ao banheiro diretamente na casa do proprietário ou mesmo ter esse alimento entregue por um dos proprietários dentro do talhão. Com relação o acesso à água potável, essa se faz presente já que a água consumida na propriedade é proveniente de poço artesiano e de nascentes dentro da propriedade, portanto livre de contaminações.

A suficiência em relação aos intervalos dentro da jornada e descanso obteve metade da pontuação (0.5). As jornadas de trabalho dependendo do tipo de acordo feito entre o proprietário e o trabalhador (tarefa, diária etc) ou mesmo a própria meta imposta pelo trabalhador a ele mesmo observa-se que é comum o trabalhador rural estender seu período de trabalho por mais de 6 horas consecutivas ou mesmo reduzir seu intervalo de descanso, contrariando dessa forma o estabelecido na Lei 5.889 de 1973, porém na maioria dos casos essa decisão fica a critério do trabalhador, não estando esse obrigado a estender sua jornada.

Já os quesitos de segurança/saúde e transporte não obtiveram pontuação não sendo dessa forma fornecidos aos trabalhadores do sistema.

De uma forma geral existem diversas atividades no campo que se mostram com certo grau de periculosidade ou mesmo de insalubridade, dependendo do manejo, técnicas trabalhadas e/ou ferramentas e máquinas utilizadas, carecendo dessa forma de cuidados especiais com relação a segurança e a preservação da saúde do trabalhador.

O SAF com bracinga estudado está incluso dentro do contexto do trabalho rural propriamente dito, onde de acordo com Morello (2008) é caracterizado por relações de trabalho de curta duração, sendo observado altos índices de informalidade e à prática do trabalho precário, dessa forma não são utilizados equipamentos de segurança no trabalho, não pontuando nesse quesito.

A preocupação com as condições de trabalho rural está inclusa na própria Constituição Federal de 1988, artigo 7º, onde inclui que são direitos dos trabalhadores urbanos e rurais, além de outros que visem à melhoria de sua condição social: redução dos riscos inerentes ao trabalho, por meio de normas de saúde, higiene e segurança (inciso XXII); adicional de remuneração para as atividades penosas, insalubres e perigosas, na forma da lei (inciso XXIII) e seguro contra acidentes de trabalho, a cargo do empregador, sem excluir a indenização a que este está obrigado, quando incorrer em dolo ou culpa (inciso XXVIII).

Antes ainda da Constituição foi criado o Estatuto do Trabalhador Rural (Lei nº 5.889/73), estabelecendo, no artigo 13, que nos locais de trabalho rural serão observadas as normas de segurança e higiene estabelecidas em Portaria do Ministério do Trabalho e Previdência Social, sendo estabelecidas cinco normas referentes a essa portaria publicada em 1988: Disposições Gerais (NRR-1); Serviços Especializados em Prevenção de Acidentes do Trabalho Rural – SEPATR (NRR-2); Comissão Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho Rural – CIPATR (NRR-3) e Equipamentos de Proteção Individual – EPI (NRR-4) e de Produtos Químicos (NRR-5).

No item 1.7 dessas normas se estabelece que cabe ao empregador rural: a) cumprir e fazer cumprir as NRRs; b) expedir e divulgar ordens de serviço sobre segurança e higiene do trabalho rural, tendo em conta os riscos genéricos e específicos do estabelecimento e de cada atividade; c) orientar os trabalhadores sobre técnicas preventivas a serem adotadas, objetivando evitar acidentes do

trabalho e doenças profissionais; d) determinar os procedimentos que deverão ser adotados em caso de acidentes do trabalho rural e e) colaborar com as autoridades na adoção de medidas que visem à proteção dos trabalhadores rurais.

Dessa forma fica evidenciado que o trabalhador rural está amparado por lei com relação a sua segurança e ao seu bem estar no trabalho, porém dada a informalidade com que exercem o trabalho, sem sujeições a fiscalizações, ou mesmo o não conhecimento dos riscos a que estão submetidos em certas atividades, as pequenas propriedades rurais comumente infringem essas normas no seu cotidiano de trabalho, assim como constatado em pesquisa de Seifert e Santiago (2009) verificando que dos 209 produtores/trabalhadores rurais entrevistados no município de Londrina-PR, 62% não utilizam os EPI's.

De uma forma geral o indicador de conforto laboral atingiu 3,5 pontos no total, o que significa aproximadamente metade da pontuação máxima que poderia obter, dessa forma de acordo com os critérios de classificação adotados, essa pontuação o qualifica na categoria de insuficiente, ou seja o conforto laboral cedido no SAF com bracatinga estudado é insuficiente para suprir as necessidades dos trabalhadores.

O índice de sustentabilidade social ponderado (ISp) obtido para o SAF de bracatinga foi da ordem de 4.511,13, esse é um índice adimensional e refere-se à relação entre os indicadores obtidos para o sistema e os postos de trabalho ofertados. Para esse indicador pode-se fazer a analogia de quanto maior o valor do indicador melhor é o sistema do ponto de vista social. Dessa forma de acordo com a distribuição desse índice dentro do ciclo do sistema (TABELA 8), os períodos mais favoráveis do ponto de vista social ao SAF são o primeiro e o 7º ano. Dessa forma os índices finais de sustentabilidade social vão de encontro aos valores obtidos nos indicadores econômicos que também apontam esses períodos como os mais favoráveis.

TABELA 8 - INDICADORES SOCIAIS DO SISTEMA AGROFLORESTAL COM BRACATINGA.

Ano	ISp
1	4536,64
2	4611,98
3	0,00
4	0,00
5	0,00
6	4724,66
7	4521,81

FONTE: O AUTOR (2010)

Melo Neto & Froes (2001) considera um projeto socialmente sustentável quando se integram ações geradoras de emprego, renda e promotoras da cidadania e do bem estar humano. Dessa forma além dos benefícios econômicos que culminam com a melhoria social deve ser levado em consideração também o bem estar humano e nesse está incluso a satisfação pessoal no exercício da atividade, assim como colocado por Locke (1976, 1969), sendo esse um fator notável entre os proprietários do sistema em estudo.

Com relação ao contexto de desenvolvimento social que está inserido o Município de Bocaiúva do Sul de acordo com IPARDES (2010), esse município está inserido na região considerada a mais pobre do Estado do Paraná, o Vale do Ribeira e apresenta o índice de desenvolvimento humano do município, o IDH-M, no valor de 0,719, ou seja, abaixo da média nacional.

De acordo com Queiroz (2006), os pequenos e médios produtores rurais da Região Metropolitana de Curitiba–Norte, dependem diretamente do sistema agrossilvicultural da bracatinga para sua sobrevivência e continuidade no campo. Sendo assim, diante dos benefícios apresentados pelo sistema à sociedade como um todo, faz-se necessário e urgente o apoio político a projetos de fomento a tais atividades, de forma que possibilite a manutenção bem como o aumento dos seus benefícios a tais produtores.

5.1.3 Avaliação Ambiental do SAF com Bracatinga

5.1.3.1 Análise emergética do SAF com bracatinga

Após revisão de literatura e visitas ao sistema, bem como entrevista com os atores envolvidos, foi realizado o diagrama dos fluxos emergéticos do SAF com bracatinga (FIGURA 24).

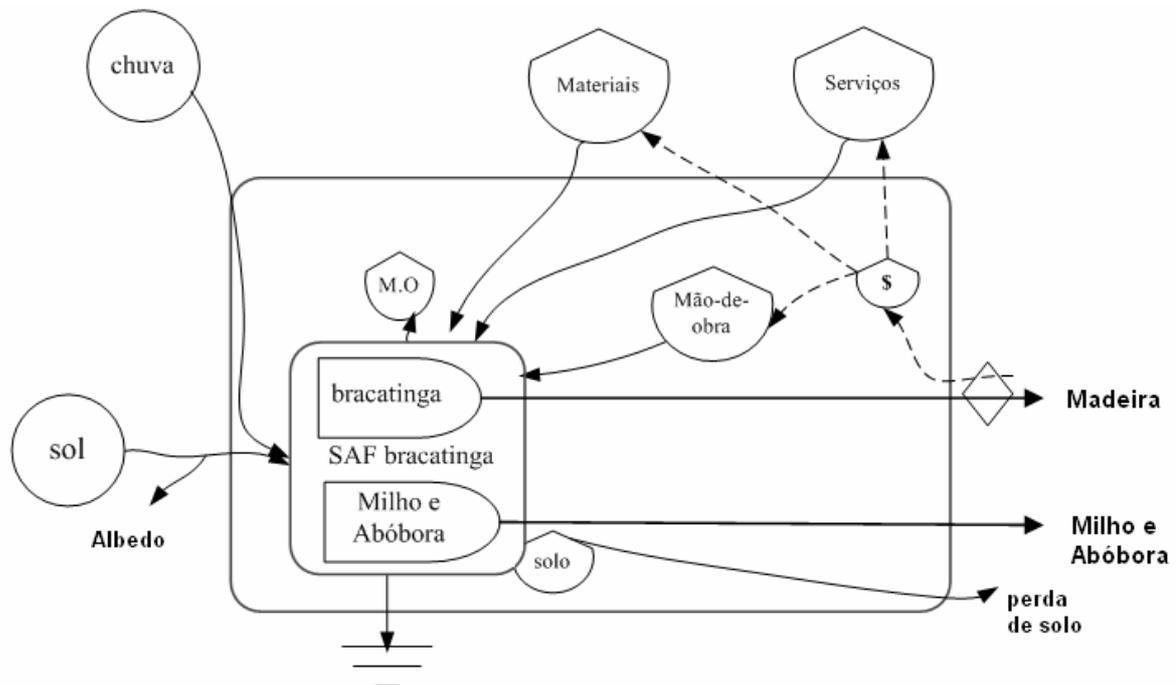


FIGURA 24 - DIAGRAMA DOS FLUXOS EMERGÉTICOS DO SAF COM BRACATINGA

FONTE: O AUTOR (2010)

Como recursos renováveis aplicados ao sistema de produção da bracatinga foram considerados o sol e a chuva, já que esses fatores são determinantes ao desenvolvimento do sistema desde a emergência das plântulas, em se tratando de uma espécie pioneira os recursos solares são imprescindíveis na germinação das sementes e posterior desenvolvimento das plantas.

Como recursos não renováveis da natureza foi considerada a perda de solo já que essa excede o processo de produção geológico (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1999). A perda de solo foi estimada de acordo com dados obtidos na literatura para esse modelo de cultivo com essa espécie e na região de estudo em declividade de 30% (POMIANOSKI, 2005). A mão-de-obra, em quase sua totalidade é familiar, sendo assim essa será dividida para fins de cálculo, em familiar e externa.

A partir da quantificação dos fluxos emergéticos baseados no diagrama foi construída a tabela de avaliação emergética (TABELA 9). O total de energia consumida pelo sistema foi $3,07E+16$ emjoules, tendo o potencial químico da chuva como a maior contribuição, com $1,52E+16$ sej/ano, sendo de longe, juntamente com a mão-de-obra ($1,24E+16$ sej/ano), a contribuição mais importante em gastos emergéticos do sistema, tendo a adubação como o mais expressivo dos *inputs* restantes, com $2,57E+15$ sej/ano.

TABELA 9 - AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DO SAF COM BRACATINGA.

Nota	Contribuição	Quantid.	Unidade	Transform. (Sej/unid.)	Energia Total	%
Recursos Naturais Renováveis :						
R1	sol	9558,25	kwh/m ² /ano	1	3,44E+14	1,12
R2	chuva	9,83	M ³ /m ² /ano	3,10E+04	1,52E+16	49,70
Recursos Naturais Não Renováveis (N):						
N1	perda de solo	52,36	kg/ha/ano	1,24E+05	5,87E+12	0,02
Contribuição da Economia (M, S):						
Atividades						
Preparo de solo						
M1	equipamentos e máquinas (ferro)	1,77	kg/ha	1,80E+12	3,20E+12	0,01
S1	mão-de-obra familiar	2,67E+07	J	1,10E+07	2,94E+14	0,95
Cultivo agrícola						
M1	equipamentos e máquinas (ferro)	1,98	kg/ha	1,80E+12	3,56E+12	0,01
M2	sementes	20,83	kg/ha	1,47E+12	3,06E+13	0,10
M3	esterco de galinha	9,7E+10	kg/ha	2,65E+04	2,57E+15	8,37
S1	mão-de-obra familiar	3,88E+08	J	1,10E+07	4,26E+15	13,90
Colheita florestal						
M1	equipamentos e máquinas (ferro)	1,98	kg/ha	1,80E+12	3,56E+12	0,01
M2	equipamentos e máquinas (aço)	7,2	kg/ha	6,70E+11	4,82E+12	0,02
M3	equipamentos e máquinas (madeira)	100,00	kg/ha	1,64E+11	1,64E+13	0,05
M5	Combustível	2,60E+07	J	1,11E+05	2,88E+12	0,01
S1	mão-de-obra familiar	4,89E+08	J	1,10E+07	5,38E+15	17,54
S2	mão-de-obra externa	2,28E+08	J	1,10E+07	2,51E+15	8,19
Energia Total (Y):					3.07E+16	100

FONTE: O AUTOR (2010)

Na Figura 25 é possível visualizar a distribuição dos fluxos emergéticos dentro do SAF com bracatinga, onde se pode observar que os recursos naturais renováveis têm a maior contribuição no sistema e entre os recursos da economia os maiores gastos são realizados na colheita florestal, onde a energia da mão-de-obra familiar tem grande contribuição.

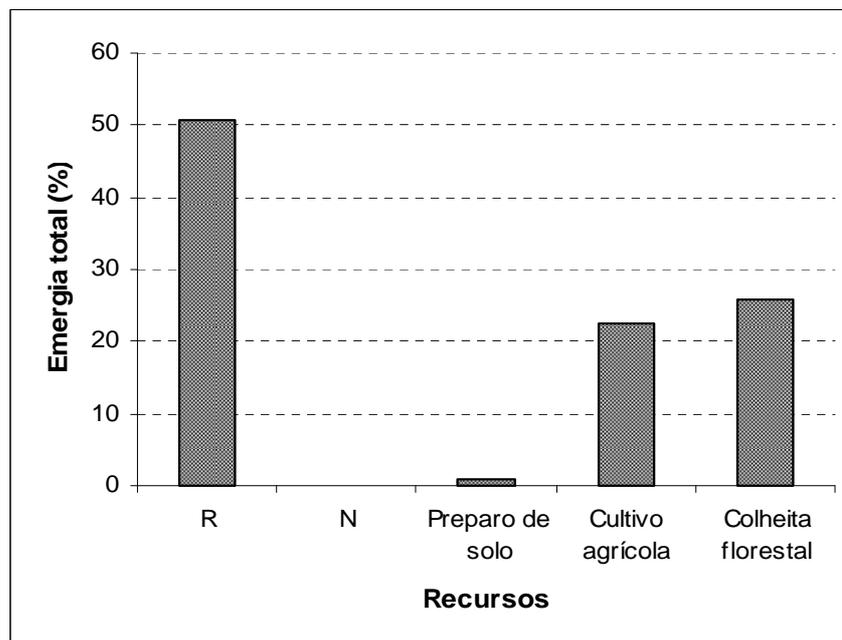


FIGURA 25 - DISTRIBUIÇÃO EMERGÉTICA DOS RECURSOS NATURAIS E DA ECONOMIA NO SAF COM BRACATINGA SENDO: R=RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (SOL E CHUVA); N= RECURSOS NATURAIS NÃO-RENOVÁVEIS(PERDA DE SOLO). ONDE: R= Recursos naturais renováveis da natureza; N= Recursos naturais não renováveis da natureza.

FONTE: O AUTOR (2010)

Os serviços mais demandantes de energia foram os ocorridos na colheita florestal, sendo a mão-de-obra familiar o maior *input* desse serviço com 17,54% do total se fazendo presente e representativa também na atividade de cultivo agrícola com 13,90% do total de fluxos. Pode-se ressaltar a importância da mão-de-obra familiar na contabilidade emergética do SAF com bracatinga que contribui dessa forma para a fixação do homem no campo. Outros autores avaliando emergeticamente sistemas em propriedades rurais também enfatizam o peso da mão-de-obra familiar na construção do sistema (CAVALETT & ORTEGA, 2007; ALBUQUERQUE, 2006; AGOSTINHO, 2005; COMAR, 1998).

Os materiais do cultivo agrícola têm seu maior *input* representado pelo adubo, a base de esterco avícola. Esse insumo, que em épocas anteriores não era utilizado no sistema, tem se tornado indispensável devido aos baixos valores de produtividade que o sistema vem apresentando, levando dessa forma os produtores a efetuarem adubações a fim de pelo menos manter níveis de produtividade técnico-economicamente viáveis. Essa queda de produtividade em sistemas produtivos devido a fatores edáficos são propiciadas tanto pelo desgaste natural que ocorre em qualquer sistema produtivo no qual tem seus nutrientes do solo exportados juntamente com os produtos comercializados, assim como pelo uso de técnicas inadequadas de manejo do solo acarretando em perdas por erosões e etc.

Com relação à exportação de nutrientes em sistemas com bracatinga Baggio & Capanezzi (1997) estima que são exportados apenas na lenha que é vendida da bracatinga $698,74\text{kg/ha}^{-1}$ de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S), ressaltando sobre a inviabilidade de reposição de todos esses nutrientes via adubação e sobre a necessidade de introduzir mudanças profundas nas práticas do sistema, no sentido de permitir equilibrar o balanço de nutrientes.

Entretanto o fato observado é que mesmo a bracatinga sendo eficiente na ciclagem de nutrientes do sistema (POGGIANI *et al.*, 1987), esse sistema vem diminuindo gradativamente seu potencial produtivo, devido entre outros fatores, a diminuição da qualidade do solo, o que acaba por requerer adição de nutrientes para manutenção da produtividade.

Na distribuição dos fluxos emergéticos (FIGURA 26) pode-se observar que pouco mais da metade da energia requerida na construção do sistema foi derivada de fontes internas (R e N), sendo, portanto gratuitas.

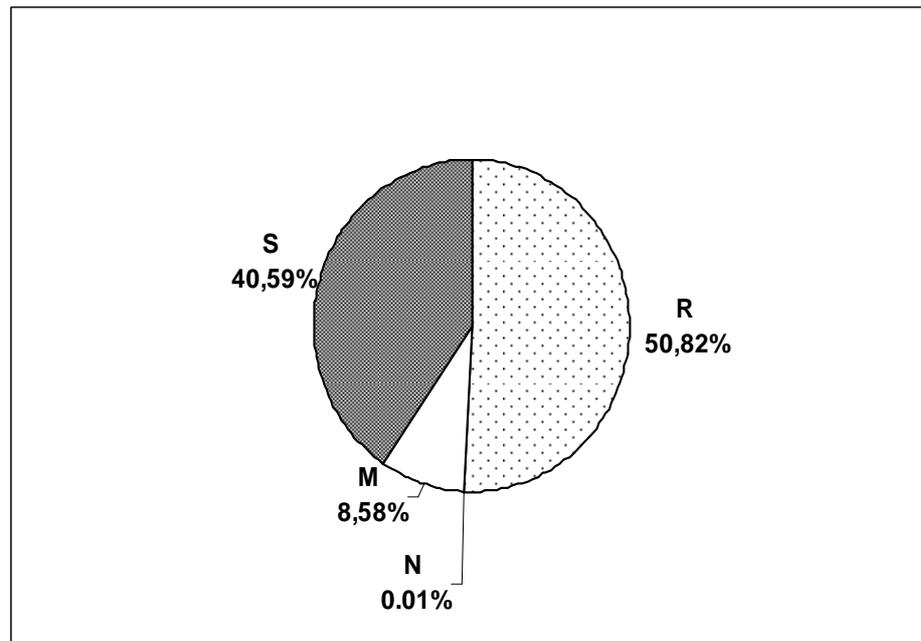


FIGURA 26 - PORCENTAGEM DOS FLUXOS EMERGÉTICOS DE ENTRADA EM RELAÇÃO A ENERGIA TOTAL DO SAF DE BRACATINGA. ONDE: R= Recursos naturais renováveis da natureza; N= Recursos naturais não renováveis da natureza; M= Materiais; S= Serviços.
FONTE: O AUTOR (2010)

Dentro dos recursos renováveis a energia renovável da chuva respondeu por 49,70% dos fluxos gastos e os fluxos não renováveis, representado pela perda de solo, demandaram apenas 0.01%, podendo esse baixo consumo emergético nesse item está associado ao fato de ter sido observado baixo volume de perdas de solo no sistema, $187 \text{ kg/ha.ano}^{-1}$, bem como esse item possuir uma transformidade mais baixa, quando comparada a da transformidade para obtenção do adubo utilizado.

De acordo com Agostinho (2005) quanto maior o número de transformações de energia que contribuem para a formação de um produto ou processo, maior será sua transformidade, sendo que em cada transformação, a energia disponível é usada para produzir uma quantidade menor de energia de outro tipo com o aumento da energia por unidade produzida.

O potencial químico da chuva teve grande peso nos fluxos do sistema, isso devido ao fato de ter considerado o ciclo completo da cultura, dessa forma os fluxos anuais que entram no sistema desse recurso, $1,40 \text{ m}^3/\text{ha.ano}$ de pluviosidade, foram multiplicados por sete anos. Pedroso (2009), avaliando emergeticamente uma floresta natural manejada para produção de madeira na Região Norte do País, com ciclo de 30 anos, encontrou altos valores para a contribuição da chuva no sistema

analisado, sendo que essa contribuiu com 99,23% da energia gasta no sistema.

Na Tabela 10 estão distribuídos os índices emergéticos com seus respectivos valores no sistema agroflorestal com bracatinga.

TABELA 10 - INDICADORES EMERGÉTICOS DO SISTEMA AGROFLORESTAL COM BRACATINGA.

Índice	Cálculo	Valor	Unidade
Transformidade	$TR = Y/E$	158,14	sej/J
Taxa de rendimento	$EYR = Y/F$	2,00	Adimensional
Taxa de investimento	$EIR = F/I$	0,98	Adimensional
Taxa de carga ambiental	$ELR = (N+F)/R$	0,98	Adimensional
Renovabilidade	$\%R = 100 * R/Y$	50,26	%
Taxa de intercâmbio	$EER = Y/(Kg/ha/ano) * (US\$/Kg) * emDolar$	4,12	Adimensional
Índice de sustentabilidade Emergética	$ESI = EYR/ELR$	2,03	Adimensional

FONTE: O AUTOR (2010)

A transformidade, que indica quanta energia solar equivalente que o sistema precisa para produzir uma unidade de energia (joule) de um determinado produto, pode ser considerada muito baixa (158,14 sej/J), quando comparada a outros sistemas de produção no País, tendo sido encontrado valores de 902 sej/J em sistemas de produção de eucalipto (ROMANELLI, 2007), 98.000 sej/J para sistemas agrosilvipastoris (ALBUQUERQUE, 2006) e 81.000 sej/J em sistemas produtivos de soja em pequenas propriedades (CAVALETT & ORTEGA, 2007), indicando dessa forma que o sistema com bracatinga é mais eficiente que esses na utilização dos recursos em nível de transformação emergética.

Assim, o SAF de bracatinga necessita de apenas 158,14 joules de energia solar equivalente (seJ) para produzir um joule de madeira (+ milho e abobora). De acordo com Cavalett (2004) a transformidade depende dos processos envolvidos na execução do sistema produtivo, podendo variar muito de acordo com as tecnologias e processos empregados na produção dos produtos. Assim, a transformidade pode ser utilizada para confrontar diferentes sistemas de produção que fabricam um mesmo produto.

O índice de rendimento emergético (EYR) mede a habilidade do processo de contribuir com o sistema econômico pela amplificação do investimento de energia. O menor valor desse rendimento ocorre quando os insumos da natureza são nulos

($R+N = 0$, resultando em $Y=F$ e $EYR=F/F=1$). A diferença acima do valor mínimo (unidade) mede a contribuição gratuita do ambiente para a produção.

Quanto maior o valor de EYR, maior é o retorno do investimento econômico feito no sistema produtivo e, portanto, mais vantajoso é este sistema. No SAF de bracatinga o EYR obtido (2.00) foi mais baixo do que o encontrado para espécies florestais para fins energéticos como o eucalipto que segundo Romanelli (2007) foi 2.54, sendo ainda mais próximo ao valor encontrado por Doherty (1995) para sistemas em floresta natural secundária.

Segundo Brown e Ulgiati (2002), processos que tenham rendimento emergético (EYR) menor que 2 não fornecem nenhuma contribuição que possa ser considerada como fonte de energia e atuam como produtos de consumo ou etapas na transformação das fontes de energia reais. Valores baixos de EYR (cerca de 2) são indicativos de baixo impacto ambiental. Dessa forma o sistema estudado apresenta uma taxa de rendimento favorável em relação a tornar disponíveis (na forma de madeira) recursos locais através do investimento em recursos externos e principalmente quando comparado a sistemas no qual pode competir, como o eucalipto.

A Taxa de Investimento Emergético (EIR) indica a relação entre a energia proveniente de sistemas econômicos externos (F) e a energia obtida nos ecossistemas locais (R+N). Quanto maior o valor de EIR, maior a dependência de recursos da economia. O valor obtido para o SAF com bracatinga (0.98) foi próximo porém maior que o valor obtido por Doherty (1995) para o sistema florestal natural, (0,79) Dessa forma esse índice aponta o sistema como pouco dependente dos recursos da economia (F).

A Razão de Carga Ambiental (ELR) é a razão da energia não renovável (N + F) pela energia renovável (R). Uma ELR baixa reflete carga ambiental relativamente pequena, enquanto uma ELR alta sugere uma carga maior.

A ELR reflete o “stress” ou a pressão ambiental potencial de um desenvolvimento quando comparada à mesma razão pela região e pode ser usada para calcular a capacidade de suporte. Os resultados ELR sugerem que o sistema de bracatinga utiliza quase uma vez mais recursos não renováveis (F+N) do que renováveis. De acordo com a escala de Ulgiati e Brown (2002), esse sistema é considerado causador de leve impacto ambiental ao meio, sendo considerado valores acima de 10 como de significativo impacto ambiental. De uma forma geral

quanto menor o valor desse índice mais sustentável ambientalmente é o sistema.

O índice de renovabilidade emergética (R) que expressa quantidade de energia renovável utilizada no sistema em relação à energia total, indicou que o sistema utilizou metade dos recursos 50.26% para a sua produção advindos da natureza, o seja de origem renovável. Dessa forma este valor mostra que a produção do SAF de bracatinga se apresenta dentro de um sistema renovável.

Segundo FERNANDES *et al.* (2006) o Índice de Intercâmbio Emergético- EER avalia se na venda dos produtos, o sistema está remunerando a energia empregada na produção, indicando se o produtor está cedendo mais energia do que está recebendo pela venda desses produtos, ou seja se a energia produzida pelo sistema não está sendo justamente paga. No SAF com bracatinga o produtor está recebendo aproximadamente 4 vezes menos do que está cedendo em energia pelos produtos do sistema, dessa forma os produtos do SAF deveria ter um preço mais alto para poder pagar pela energia usada para produzi-lo, já que os preços dos produtos do sistema estão abaixo do valor de suas contribuições ambientais.

O indicador de Sustentabilidade (ESI) desenvolvido por Ulgiati e Brown (1997), é obtido da relação entre o rendimento de energia (EYR) e o indicador de carga ambiental (ELR). O conceito de sustentabilidade está atrelado à maximização de EYR (rendimento) e a minimização de ELR (carga ambiental), ou seja, o máximo do aproveitamento do investimento com um mínimo de estresse dos recursos locais (BARRELLA *et al.*, 2005).

Valores de ESI menores que 1 são indicativos de produtos ou processos que não são sustentáveis em longo prazo. Sustentabilidade em médio prazo pode ser caracterizada por um ESI entre 1 e 5 enquanto produtos e processos com sustentabilidade em longo prazo têm ESI maiores. O índice de sustentabilidade obtido para o SAF com bracatinga foi maior que 1 e menor que 5 (2,03), dessa forma pode-se constatar que o sistema estudado apresentou-se sustentável em médio prazo.

5.1.3.2 Análise microbiológica e química do solo do SAF com bracatinga

A - Carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C)

Na Figura 27 pode-se observar o comportamento do carbono da biomassa microbiana no SAF com bracatinga e sua mata nativa nas diferentes profundidades analisadas.

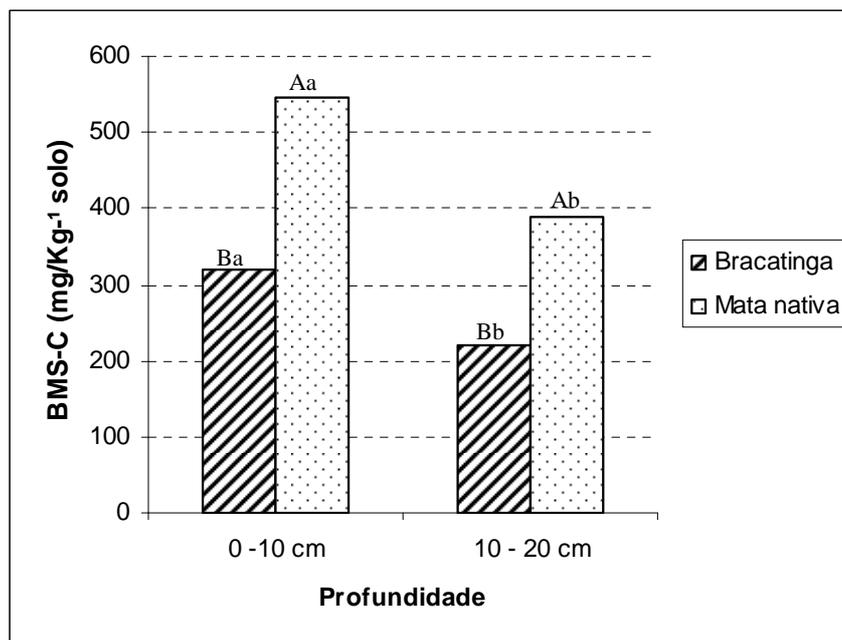


FIGURA 27 - CARBONO DA BIOMASSA MICROBIANA NO SAF COM BRACATINGA E SUA MATA NATIVA NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES. MÉDIAS SEGUIDAS DAS MESMAS LETRAS MAIÚSCULAS/MINÚSCULAS NÃO DIFEREM ESTATÍSTICAMENTE ENTRE SI PELO TESTE F ($P < 0,05$) ENTRE SISTEMAS E PROFUNDIDADES, RESPECTIVAMENTE.
 FONTE: O AUTOR (2010)

No SAF com bracatinga os teores de carbono da biomassa microbiana variaram entre as duas profundidades e entre esse sistema e sua mata nativa (FIGURA 40), sendo altamente significativo pelo teste F. O maior conteúdo ($545,55 \text{ mg/kg}^{-1}$ de solo) foi observado na profundidade de 0-10 na mata nativa, sendo este 41,42% maior que no SAF com bracatinga em mesma profundidade.

Esse maior incremento em carbono microbiano na área de mata nativa pode estar relacionado à diversidade de material na serapilheira aumentando assim a qualidade da mesma. Neste caso, a serapilheira seria mais facilmente decomposta que nas áreas de SAF de bracatinga, favorecendo dessa forma a biomassa microbiana. A biomassa microbiana sofre grande influência das espécies vegetais sendo que espécies diferentes em um mesmo tipo de solo, apresentam diferentes quantidades de biomassa microbiana (GONÇALVES *et al.*, 1999).

Pomianoski *et al.* (2006) atribui a diferença no conteúdo da biomassa microbiana do solo entre o SAF com bracatinga e sua mata nativa à prática do uso do fogo na condução da regeneração natural da bracatinga. Nesse mesmo estudo (*ibidem*) foram encontrados conteúdos similares de carbono microbiano entre o sistema com bracatinga que não fez uso de fogo e sua mata nativa.

Entre as profundidades dentro do mesmo sistema a maior diferença foi observada no SAF com bracatinga, 31,40% a mais de conteúdo de biomassa na profundidade de 0-10cm, sendo altamente significativo. De acordo com Gonçalves *et al.* (1999), como a camada mais superficial do solo acumula maior quantidade de material orgânico que é depositado pelas plantas e animais reflete em uma maior quantidade de BMS-C. Esse mesmo autor (*ibidem*) observou ainda que a diferença de conteúdo de carbono microbiano foi melhor observada em coletas na época de inverno, tendo apresentado diferença significativa nos sistemas analisados.

Luizão *et al.* (1991) relatam que assim como a menor disponibilidade de material orgânico facilmente decomponível a menor aeração do solo podem ser fatores de grande influência na diminuição da população microbiana na camada subsuperficial do solo em determinados sistemas, contribuindo assim para condições desfavoráveis ao desenvolvimento desses organismos.

B - Carbono orgânico total e relação entre C-microbiano e C-orgânico total

O teor de carbono orgânico no solo variou de 32,96 a 52 g kg⁻¹, com maior concentração na camada de 0-10 cm na mata nativa (TABELA 11).

TABELA 11 - C ORGÂNICO DO SOLO E PORCENTAGEM DO C MICROBIANO EM RELAÇÃO AO C ORGÂNICO DO SAF COM BRACATINGA E SUA MATA NATIVA EM DUAS PROFUNDIDADES.

Sistema	0 – 10 cm		10- 20 cm	
	C orgânico	(C microbiano/C orgânico)	C orgânico	(C microbiano/C orgânico)
	(g/kg)	X100 (%)	(g/kg)	X100 (%)
Bracatinga	40,90	0,78	32,96	0,67
Mata nativa	52,00	1,05	48,20	0,81

FONTE: O AUTOR (2010)

Em relação à distribuição em profundidade, os estoques de carbono orgânico foram maiores na camada de 0–10 cm em relação à camada de 10–20 cm, sendo essa tendência à mesma observada em relação ao carbono microbiano.

Ouriques *et al.* (2006), estudando o carbono em sistema agroflorestal com bracatinga, com oito anos de idade, encontrou a maior quantidade de carbono na

camada de 0-10 cm relacionando ao alto teor de biomassa depositada. Os autores comentam ainda sobre a importância desses sistemas agroflorestais no sequestro de carbono e, conseqüentemente, redução do efeito estufa no planeta.

Baretta *et al.* (2005) atribui as diferenças observadas em seu estudo entre sistemas naturais e sistemas antropizados em relação aos atributos químicos e biológicos do solo principalmente ao uso do fogo, explicando que imediatamente após a queima se constata a melhoria de alguns atributos químicos, porém esse fato permite que uma população de oportunistas se multiplique rapidamente, gerando desequilíbrio e, conseqüentemente, maiores perdas de C no sistema na forma de CO₂ e com o passar do tempo, a queima resulta em maiores teores e saturação de Al³⁺ e maior acidez potencial, bem como em menores teores de Mg⁺² na camada superficial do solo (HERINGER *et al.*, 2002; JACQUES, 2002), mostrando ser dessa forma a prática da queima deletéria ao sistema.

Madari *et al.* (2008) comentam que a matéria orgânica, em solos brasileiros, está em grande parte associada a CTC do solo, podendo essa contribuir para até 80% das cargas negativas do solo. No SAF com bracatinga estudado, essa tendência é evidenciada já que as maiores CTCs foram observadas na mata nativa, juntamente com os maiores valores de carbono orgânico e carbono da biomassa microbiana.

A variação na quantidade e qualidade da matéria orgânica pode causar grande efeito sobre as propriedades e processos que ocorrem no sistema solo, podendo ainda, desempenhar importantes papéis na ciclagem de nutrientes, sendo dessa forma o manejo da matéria orgânica visando à conservação e melhoria de sua qualidade mostra ser fundamental para a manutenção da sustentabilidade dos agroecossistemas tropicais (MADARI *et al.*, 2008).

A relação C_{mic}:C_{org} representa o acúmulo de carbono nos microrganismos sem alterações no estoque de carbono do solo, além de indicar a disponibilidade de substrato para a microflora edáfica (MOSCATELLI *et al.*, 2005). A maior relação entre o C_{mic}:C_{org} foi observada na mata nativa na profundidade 0-10cm (1,05%). O menor valor foi observado no SAF com bracatinga na profundidade de 10-20cm, (0,67%).

A biomassa microbiana representa de 1 a 5% (BALOTA *et al.*, 1998 citando

SPARLING, 1992; POWLSON & JENKINSON⁹, 1981) do C orgânico total do solo, sendo a relação $C_{mic}:C_{org}$ variando de 0,27 a 7,0%, de acordo com Anderson & Domsch (1989). O nível da relação $C_{mic}:C_{org}$ pode indicar se o carbono está em equilíbrio, se está acumulando ou diminuindo (ANDERSON & DOMSCH, 1989; INSAM, 1990).

Em sistemas florestais, além do armazenamento de C no solo, pode-se ter considerável estoque desse elemento na parte aérea das árvores, o que, ao longo do tempo, pode interagir com o solo pela decomposição da serapilheira, principalmente em espécies com facilidade na decomposição dessa fração, como a bracatinga.

Estudo na região de Curitiba, PR, verificou acúmulo de 60,9 mg ha⁻¹ de C na biomassa da bracatinga após oito anos (FEISTAUER *et al.*, 2004). Esses resultados evidenciam o potencial desses povoamentos em armazenar carbono no solo e na fitomassa, sendo conveniente tanto em termos econômicos quanto ambientais, especialmente pelo seu papel na conservação do solo e da água (FEARNSIDE, 2000).

5.2 SISTEMA MONOCULTURAL COM PÍNUS

5.2.1 Avaliação Econômica do Sistema Monocultural com Pínus

Foi considerado o produto madeira para serraria do sistema com pinus na composição do conjunto de receitas, sendo essa valorada diferentemente em três classes de diâmetro.

5.2.1.1 Custos e receitas do sistema monocultural com pínus

Nas Figuras 28, 29 e 30 estão distribuídos os custos e receitas do sistema com pinus, durante o ciclo de 17 anos.

⁹ POWLSON, D.S. & JENKINSON, D.S. A comparison of the organic matter, biomass, adenosine triphosphate and mineralizable nitrogen contents of ploughed and directdrilled soils. *J.Agric. Sci.*, 97:713-721, 1981.
SPARLING, G.P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. *Aust. J. Soil Res.*, 30:195-207, 1992.

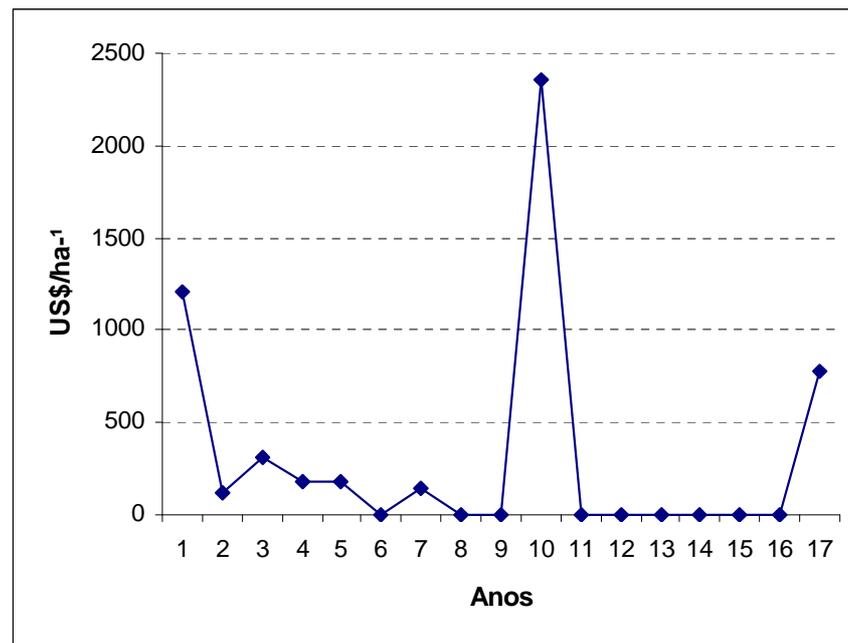


FIGURA 28 - CUSTOS DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS. Câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 1,87
 FONTE: O AUTOR (2010).

Os períodos em que se observam os maiores custos no sistema são o 10^o, 1^o e 17^o, respectivamente, correspondente as atividades de desbaste, implantação e corte raso. Como o sistema só apresenta as primeiras receitas no 10^o ano (FIGURA 30), através do desbaste, esse é um sistema em que há necessidade de grandes investimentos financeiros nos primeiros anos para a sua implantação e manutenção, sendo que o pagamento desses valores bem como os lucros do investimento só se darão a partir do 10^o ano do ciclo. Os custos totais obtidos no sistema foram de US\$ 5.265,30 ha⁻¹.

Por o sistema apresentar longo período de maturação, Kreuz (2003) recomenda que em pequenas e médias propriedades essa cultura seja implantada em áreas não propícias para as culturas anuais e com o uso de recursos financeiros de forma a não comprometer as demais atividades.

Rodigheri (2003), em análise econômica de sistemas florestais e agroflorestais com pinus aponta para uma maior rentabilidade dessa espécie quando em sistemas consorciados com culturas agrícolas como milho e feijão nos primeiros anos, sendo essa alternativa a mais economicamente viável para produtores rurais.

Os custos referentes aos insumos são os mais expressivos em quase todos os anos do sistema, como observado na Figura 29.

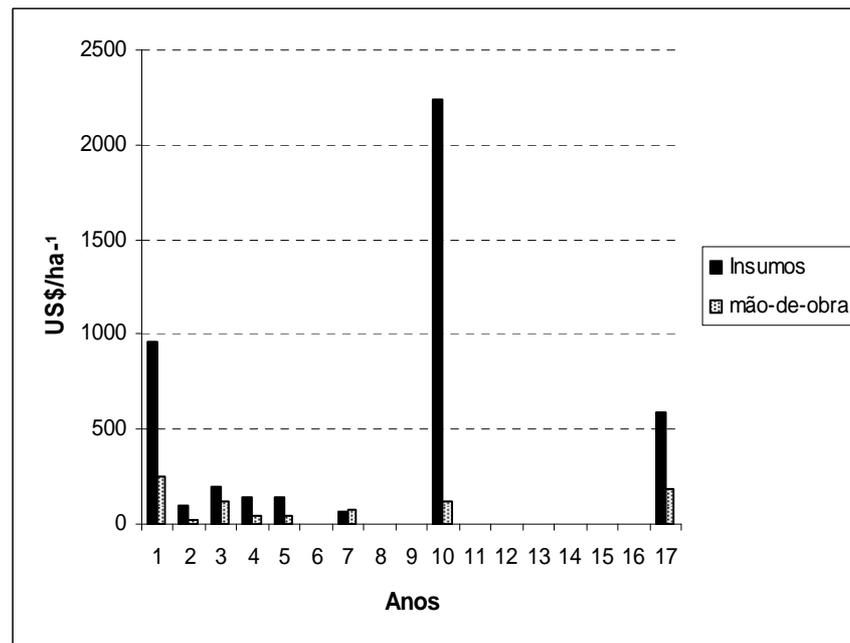


FIGURA 29 - CUSTOS REFERENTES À MÃO-DE-OBRA E INSUMOS DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS. Câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 1,87

FONTE: O AUTOR (2010)

O sistema monocultural com pinus possui notavelmente seus maiores custos relacionados à aquisição de insumos, quando no sistema em larga escala, apresentando baixo custo referente à mão-de-obra.

Dessa forma, como esse sistema em pequenas e médias propriedades não possui gastos com colheita, já que a venda é realizada em pé, tendo gastos com insumos reduzidos, os baixos custos com mão-de-obra podem ser tidos como fortes atrativos ao plantio nessas propriedades. Sawinski (2000) conclui que esse sistema é uma boa opção de geração de renda para capitalização de dinheiro em médio-longo prazo para o pequeno produtor, tido como “poupança verde”.

Na Figura 30 podem-se visualizar as épocas de receitas do sistema, bem como os seus valores, sendo dessa forma gerada 46% das receitas no 10^o ano. O valor total da receita gerada no ciclo de 17 anos foi de US\$ 21.526,22ha⁻¹.

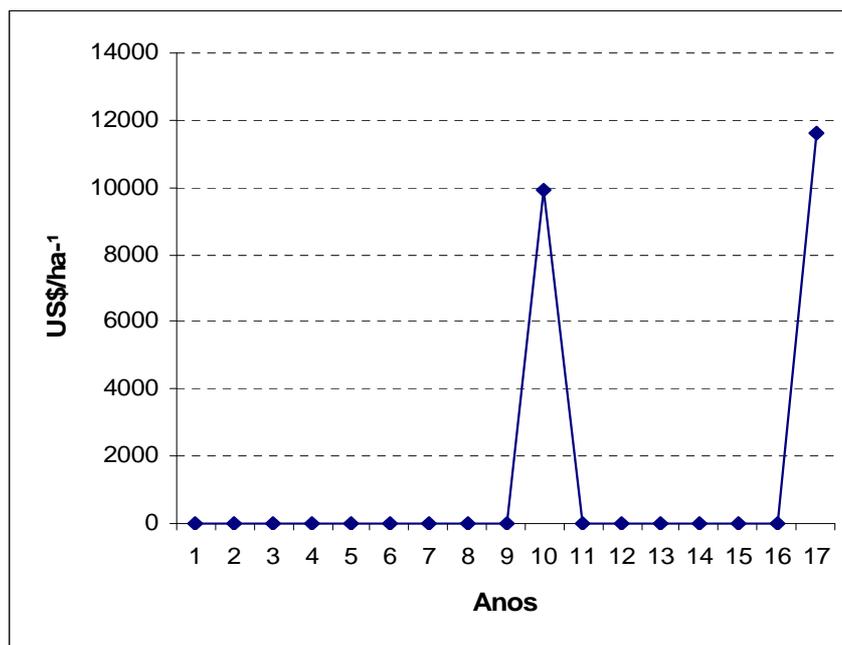


FIGURA 30 - RECEITAS DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS. Câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 1,87.
 FONTE: O AUTOR (2010)

Algumas outras empresas, assim como a própria avaliada, já utilizaram mais de um corte de desbaste, em alguns casos contabilizados até três desbastes antes da colheita final (REZENDE & OLIVEIRA, 2001).

A venda da madeira do sistema é direcionada ao setor de madeira serrada, sendo a principal demanda da região em que o sistema está inserido. De acordo com Dossa *et al.* (2002) da produção de pinus no País, a maior demanda é da indústria de madeira serrada, vindo a seguir a produção de celulose de fibra longa e de compensados.

5.2.1.2 Indicadores financeiros do sistema monocultural com pinus

Considerando uma TMA de 8,75% a.a a opção de investimento no sistema monocultural com pinus apresentou-se como uma opção viável em todos os critérios econômicos analisados (TABELA 12). Dessa forma pode-se dizer que entre empreender no sistema com pinus e manter o capital investido no mercado a 8,75% ao ano, a decisão pelo sistema apresenta maior ganho.

TABELA 12 - INDICADORES ECONÔMICOS OBTIDOS PARA O SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.

Indicador	Valor	Unidade
Valor presente líquido (VPL)	4062,93	US\$/ha ⁻¹
Razão benefício – custo (RB/C)	4,09	US\$/ha ⁻¹
Taxa interna de retorno (TIR)	10,00	%

Câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 1,87

FONTE: O AUTOR (2010)

O VPL apresentado para o sistema em questão (US\$ 4.062,93/ha⁻¹) apresentou-se pouco mais rentável do que o máximo valor estimado por Gonçalves (2004) para investimentos com pinus que foi de R\$ 6.106,78/ha⁻¹, equivalente a US\$ 3.265,65/ha⁻¹. De acordo com Rezende e Oliveira (2001) na escolha entre dois ou mais projetos distintos, o critério estritamente econômico consiste em dar preferência a aquele cujo valor atual dos lucros é maior.

O valor de retorno esperado por unidade de capital investido foi 4,09 ao longo dos 17 anos do sistema. Em valores relativos tem-se a expectativa de retorno adicional de 309% para cada unidade de capital investida no sistema, além do que se obteria aplicando uma unidade de capital em 17 anos à taxa de 8,75% ao ano.

A TIR como sendo a taxa que reduz o VPL do projeto a zero, obteve o valor de 10%, sendo dessa forma superior à TMA (8,75%).

A TIR pode ser observada como fator de rentabilidade e de risco, sendo assim é apontado que há rentabilidade no investimento no sistema com pinus, porém com grandes riscos já que a relação entre a TMA/TIR é de 0,87, sendo portanto próxima a 1. Gonçalves (2004) encontrou menores riscos nos sistemas com pinus avaliados, obtendo uma relação TMA/TIR entre 0,56 e 0,59, porém o sistema por esse autor analisado apresentou-se menos rentável que o sistema em questão.

5.2.1.3 Simulação de cenários econômicos no sistema monocultural com pinus

Na análise de sensibilidade do sistema com pinus nos cenários analisados pode-se observar que de uma forma geral houve pouca variação na rentabilidade do investimento com relação ao VPL e RB/C (TABELA 13).

TABELA 13 - ANÁLISE DA SENSIBILIDADE DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS FRENTE A POSSÍVEIS MUDANÇAS NA ATUAL SITUAÇÃO.

Cenários	Indicadores		
	VPL (US\$/ha)	RB/C (US\$/ha)	TIR (%)
Aumento da diária da mão-de-obra em 12,38 %	3892,42	4,04	9,00
Redução em 17% no preço de venda da madeira	3148,59	3,39	8,00
Aumento da TMA a 10,75 % a.a	2866,17	4,08	9,00

Câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 1,87

FONTE: O AUTOR (2010)

O cenário em que o sistema monocultural com pinus apresentou maior sensibilidade foi o referente à redução do preço da madeira sendo observado nesse cenário a redução de US\$ 914/ha⁻¹ no VPL, mostrando ainda que o sistema nesse cenário não é economicamente atrativo já que a TMA (8.75%) é maior que a TIR (8%).

A taxa interna de retorno caracteriza-se, pelos cenários analisados, como sendo um sistema de investimento de risco, já que em dois dos três cenários analisados ela se manteve abaixo da TMA considerada, sendo que no cenário em que ela se manteve acima da TMA, aumento da diária da mão-de-obra, foi muito próxima a essa última.

5.2.1.4 Outras valorações econômicas no sistema monocultural com pinus

Além das valorações referentes aos produtos madeireiros o sistema monocultural com pinus mesmo em monocultivo pode oferecer ainda outros produtos como a casca, que vem sendo cada vez mais valorizada na composição de substratos de mudas (MAIA, 1999), além de produção de resinas, sendo esse último produzido em menor quantidade pela espécie (ARESB, 2007).

No caso de serviços ambientais, o serviço em que esse sistema poderia ser valorizado seria o sequestro de carbono. No sistema em questão só a valoração através da biomassa da madeira (180 ton/ha⁻¹) poderia render o equivalente a US\$ 270,00/ha⁻¹ na comercialização do produto (BOLSA DO CLIMA DE CHICAGO – CCX, 2009), podendo esse valor ser bem maior quando consideradas a biomassa da copa.

Uma vantagem à exploração dessa espécie florestal, independente do modelo, se em monocultivo ou em SAF, diz respeito à não limitação legal a sua

exploração, fixada no Art. 12 do Código Florestal Brasileiro e por outras legislações posteriores (BRASIL, 2004; BRASIL, 1965).

5.2.2 Avaliação Social do Sistema Monocultural com Pinus

No sistema monocultural com pinus foram avaliados os indicadores sociais relacionados à quantificação de postos de trabalho, renda ponderada e conforto laboral (FIGURAS 31, 32, 33, 34) sendo construídos a partir desses indicadores os índices sociais ISp e IS (TABELA 11).

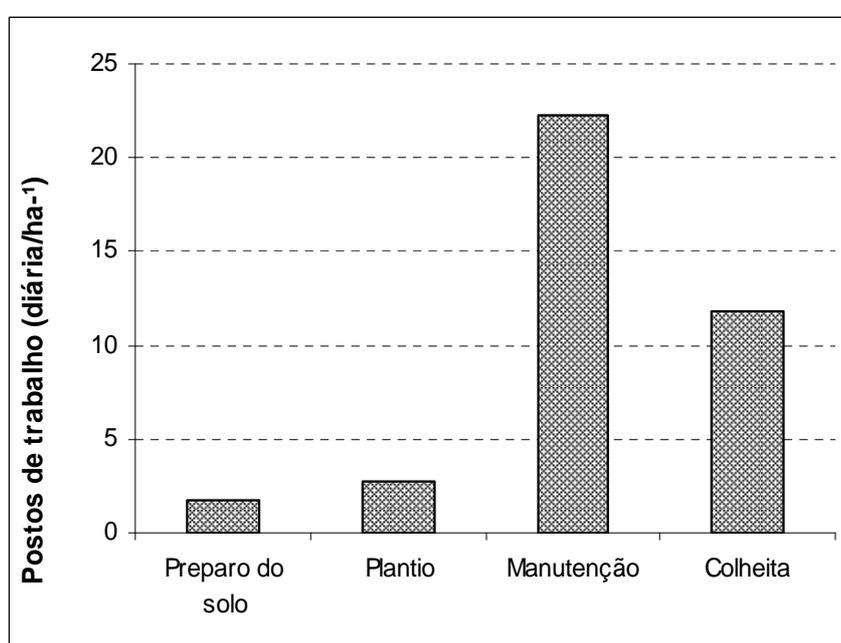


FIGURA 31 - DISTRIBUIÇÃO DOS POSTOS DE TRABALHO NAS ATIVIDADES DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.

FONTE: O AUTOR (2010)

Na Figura 31 pode-se observar que a atividade de manutenção foi à atividade que mais gerou postos de trabalho no sistema com 22,03 diárias/ha⁻¹. A manutenção é composta pelas atividades de controle de formigas cortadeiras, replantio, controle de mato competição (físico e químico) e pelas podas, sendo todas essas atividades manuais ou semi-mecanizadas.

O controle da mato competição ocupa a maior quantidade de postos de trabalho dentro da manutenção, 8,47 diárias/ha⁻¹, essa maior quantidade de postos de trabalho nessa atividade se justifica pelo longo período em que se faz necessárias intervenções no controle de ervas daninhas, indo desde o primeiro ano

até o quinto ano do ciclo da cultura, sendo utilizado o controle químico (1º a 2º ano) e o físico (3º a 5º ano), sendo o controle físico três vezes mais demandante em mão-de-obra.

O controle químico além de ser menos demandante em mão-de-obra, esse tipo de controle não é indicado por auditores na certificação pelo FSC (IMAFLORES/SMARTWOOD, 2004), já que polui o ambiente aumentando o impacto ambiental da atividade.

Colombi *et al.* (2009) trabalhando com povoamento florestal observou que 18% do tempo gasto com mão-de-obra na etapa de implantação foram oriundos da prática de capina. Dentre todas as práticas de manejo a serem adotadas visando à alta produtividade da floresta, o controle de plantas daninhas é uma das mais efetuadas, principalmente nos primeiros anos da plantação, sendo no desenvolvimento do pinus comparada sua eficiência a prática de fertilização.

O combate a formigas cortadeiras e replantio são atividades executadas pela mesma equipe e simultaneamente, ocupando juntas 7 diárias/ha⁻¹, ou seja a segunda maior concentração de postos de trabalho dentro da manutenção. Dossa *et al.* (2002) cita que no sistema monocultural com pinus são necessários no primeiro ano o replantio de 5 a 10% das mudas, ressaltando ainda que a produção de pinus é uma atividade que necessita de um grande esforço para combater as formigas, nos primeiros anos de sua condução.

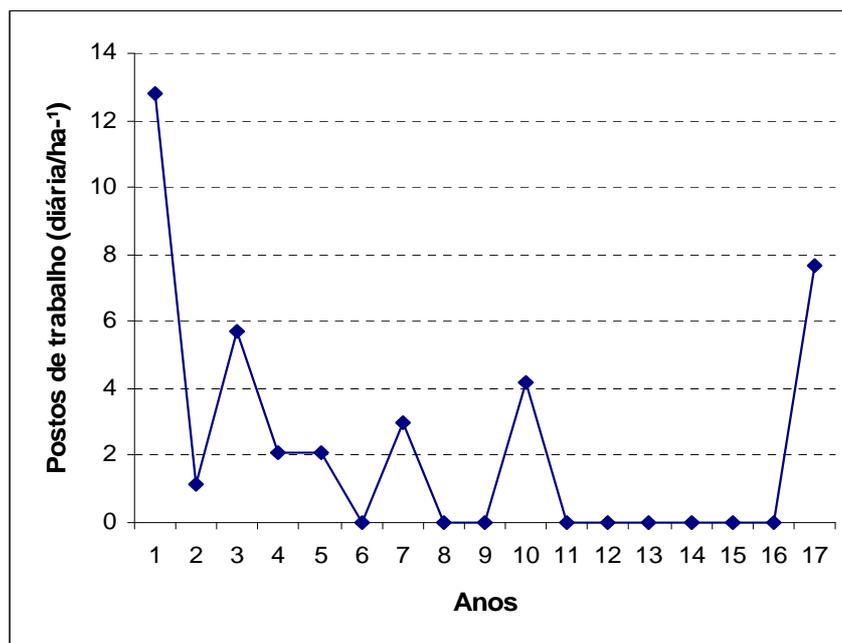


FIGURA 32 - DISTRIBUIÇÃO DE POSTOS DE TRABALHO AO LONGO DO CICLO DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.

FONTE: O AUTOR (2010)

Na Figura 32 pode-se observar que os períodos com maiores demandas por postos de trabalho foram o 17º e o 1º respectivamente, sendo que o 17º ano é composto apenas pela atividade de colheita em corte raso onde é finalizado o ciclo da cultura, sendo essa atividade em grande parte mecanizada.

O 1º ano é a época de implantação da cultura entrando nesse período atividades também relacionadas à manutenção, sendo que a maioria dessas atividades são manuais ou semi-mecanizada.

O sistema com pinus possui alguns períodos dentro de seu ciclo onde ocorre o cessamento das atividades, sendo contabilizado 9 anos sem atividade no talhão, ou seja mais da metade do ciclo do sistema não ocorrem atividades. Porém é adotada na Empresa, assim como em outros sistemas florestais, a prática de estratificação da áreas em talhões de múltiplas faixas etárias. Dessa forma, há sempre áreas com pinus em estágios que necessitam de intervenções e conseqüentemente sempre empregando mão-de-obra.

De uma forma geral foram criados 38,29 postos de trabalho (diárias/ha⁻¹), correspondendo a 2,24 diárias/ha.ano, sendo esse valor inferior ao encontrado por Geiser (2006) na Região de Lages no mesmo Estado que foi de 67 homens-dia, essa menor empregabilidade de mão-de-obra pode estar relacionada a grande

mecanização das atividades no sistema estudado, sendo dessa forma reduzida significativamente à necessidade de mão-de-obra e aumentada a remuneração a esta, já que passa a contratar mão-de-obra tecnicamente qualificada para a operação das máquinas.

Geiser (2006) coloca ainda que essa quantidade de homens-dia necessária às atividades do sistema com pinus é equivalente a um trabalhador com ocupação contínua para cada 82,7 hectares, questionando dessa forma sobre o baixo potencial da cultura do pinus para a manutenção e promoção de empregos no campo.

Rodigheri (1997), estudando diferentes sistemas florestais em monocultivo e em consórcio com culturas agrícolas, observou que para o sistema em monocultivo do pinus são criados em torno de 2,6 diárias/ha.ano⁻¹, o que corresponderia a 44,2 diárias/ha⁻¹ para um ciclo de 17 anos. Já no cultivo dessa mesma espécie consorciada com feijão e milho nos dois primeiros anos o autor observou um aumento em torno de duas vezes a mais no emprego de mão-de-obra. Dessa forma a introdução de componentes agrícolas em sistemas florestais poderia constituir em alternativa de aumento de emprego no setor florestal.

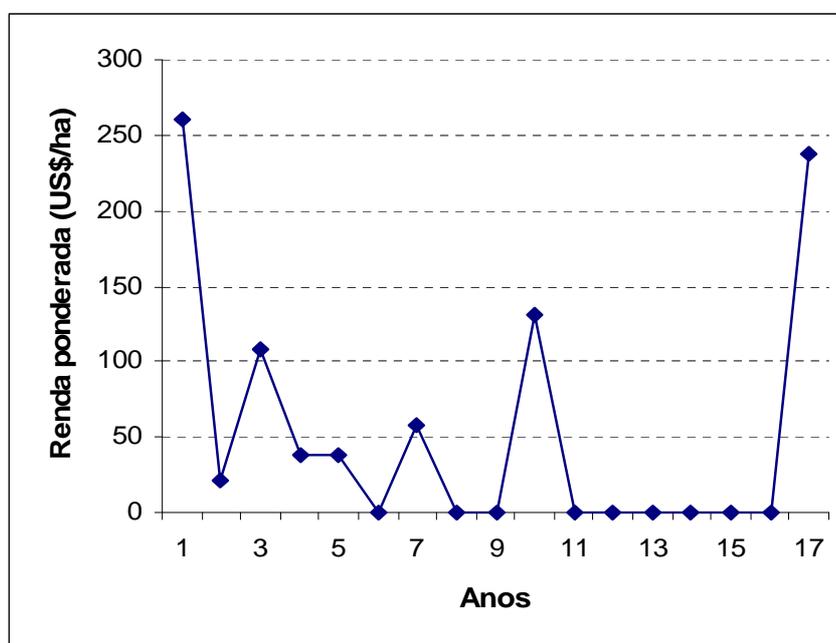


FIGURA 33 - DISTRIBUIÇÃO DA RENDA PONDERADA AO LONGO DO CICLO DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS. Câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 1,87

FONTE: O AUTOR (2010)

A renda ponderada obtida no sistema monocultural com pinus (FIGURA 31)

teve seus picos, assim como observado para os postos de trabalho, nos anos 17 e 1, respectivamente, sendo que o total de renda destinada a remuneração da mão-de-obra do sistema foi de US\$ 892,03/ha⁻¹, correspondendo a US\$ 52,47/ha.ano⁻¹.

Com relação à remuneração do trabalhador do sistema com pinus pode-se observar que a média da remuneração diária por trabalhador nas atividades foi de US\$ 26,30/dia (mínimo de US\$ 18,57/dia e máximo de US\$ 33,05/dia).

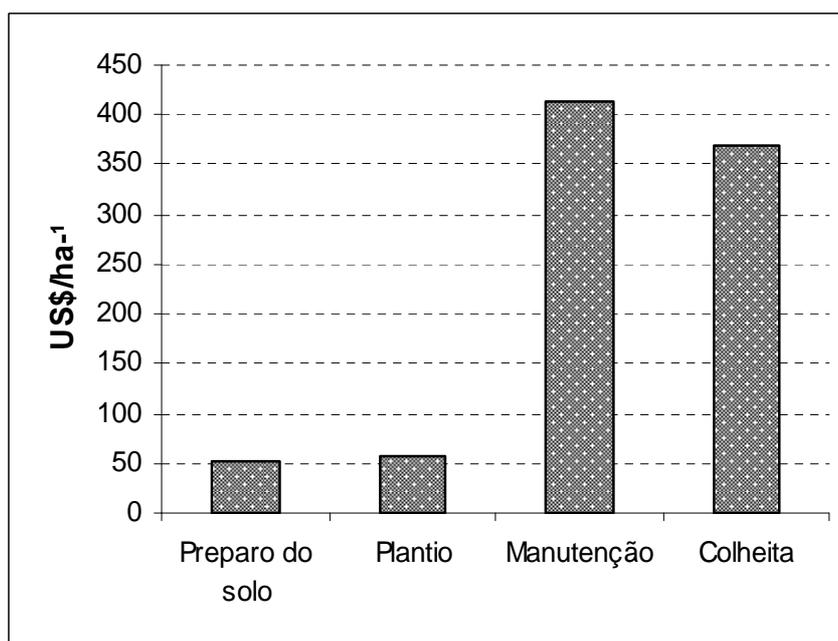


FIGURA 34 - DISTRIBUIÇÃO DA RENDA PONDERADA NAS ATIVIDADES DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS. Câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 1,87

FONTE: O AUTOR (2010)

Na distribuição da renda ponderada entre as diferentes atividades do pinus observamos que, assim como a distribuição dos postos de trabalho, as atividades de manutenção são as de maior contribuição também nesse item, sendo essa equivalente a US\$ 414,62/ha⁻¹. O pagamento da mão-de-obra nas atividades de manutenção de povoamentos florestais desde muito tempo tem mostrado ser um fator importante nos custos das empresas do setor (IPEF, 1976).

Na Figura 35 pode-se observar o conforto laboral no sistema pinus aos seus trabalhadores.

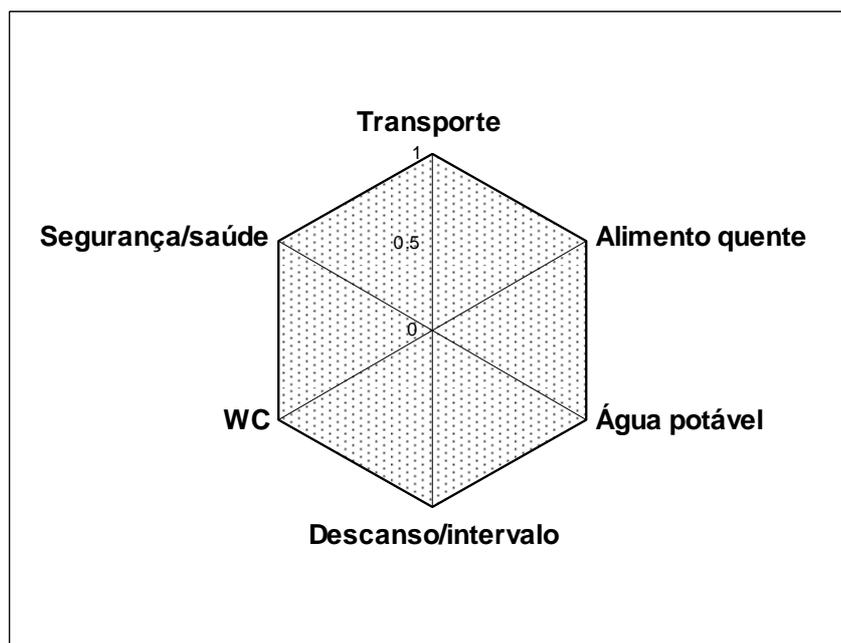


FIGURA 35 - CLASSIFICAÇÃO DO CONFORTO LABORAL CEDIDO NO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.

FONTE: O AUTOR (2010)

Como se pode observar, o conforto laboral do sistema com pinus (FIGURA 35) obteve pontuação máxima em todos os requisitos avaliados, obtendo nota 6,0 (na escala 0 - 6). Dessa forma pode ser considerado como sistema que oferece de forma satisfatória qualidade de vida no exercício do trabalho aos seus empregados. Os critérios avaliados nesse estudo também se fazem muito importantes para que a atividade florestal seja reconhecida como sustentável por certificadoras do setor.

Para que um sistema de produção possua um desempenho social satisfatório ele deve não só ser gerador de renda e empregos mas também que esses empregos gerados sejam executados de forma digna pelos seus trabalhadores, sendo preservados os seus direitos às condições básicas de trabalho e seu bem estar. Alguns dos quesitos avaliados nesse estudo são garantidos por lei aos trabalhadores rurais, como os quesitos de descanso/intervalo e segurança/saúde que estão fundamentados na lei 5.889 de 1973 que estatui normas reguladoras do trabalho rural (BRASIL, 1973).

O resultado geral da avaliação social do sistema com pinus é expresso através do ISp que obteve o valor de 6.691,81. A distribuição desse indicador ao longo do ciclo do sistema pode ser observada na Tabela 14.

TABELA 14 - INDICADORES SOCIAIS DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.

Ano	ISp
1	5739,52
2	6593,70
3	5583,54
4	5926,99
5	5926,99
6	0,00
7	5921,67
8	0,00
9	0,00
10	8876,44
11	0,00
12	0,00
13	0,00
14	0,00
15	0,00
16	0,00
17	8672,28

FONTE: O AUTOR (2010)

O sistema com pinus apresentou seus melhores índices sociais nos últimos anos do sistema, 10^o e 17^o ano, nas ocasiões das colheitas. Esse resultado pode estar relacionado ao fato de ocorrerem nesses anos duas das três melhores remunerações do ciclo com a colheita em desbaste e colheita em corte raso, contribuindo substancialmente para a melhoria dos índices nessas épocas.

A colheita possui operações mecanizadas por máquinas pesadas em quase sua totalidade sendo os funcionários desse tipo de operação os mais bem remunerados dentro do sistema produtivo do pinus na Empresa, fato que justificaria a obtenção desses índices nessas épocas.

O sistema com pinus está inserido em um Município cujo índice de desenvolvimento social apresentado pela SDM/SC (2000) o coloca dentro de uma faixa entre 0.5 – 0.64 classificando-o com um nível de eficiência nesse índice como médio, mostrando ser esse um município favorecido do ponto de vista social. Outro índice o índice de desenvolvimento humano do município-IDHM foi de 0,789, estando esse acima da média nacional que é de 0,764.

5.2.3 Avaliação Ambiental do Sistema Monocultural com Pínus

5.2.3.1 Análise emergética do sistema monocultural com pinus

Após revisão de literatura sobre o sistema composto por monocultivo de *Pinus taeda* e visitas ao sistema bem como entrevista com os atores envolvidos, foi realizado o diagrama dos fluxos emergético do sistema pinus (FIGURA 36).

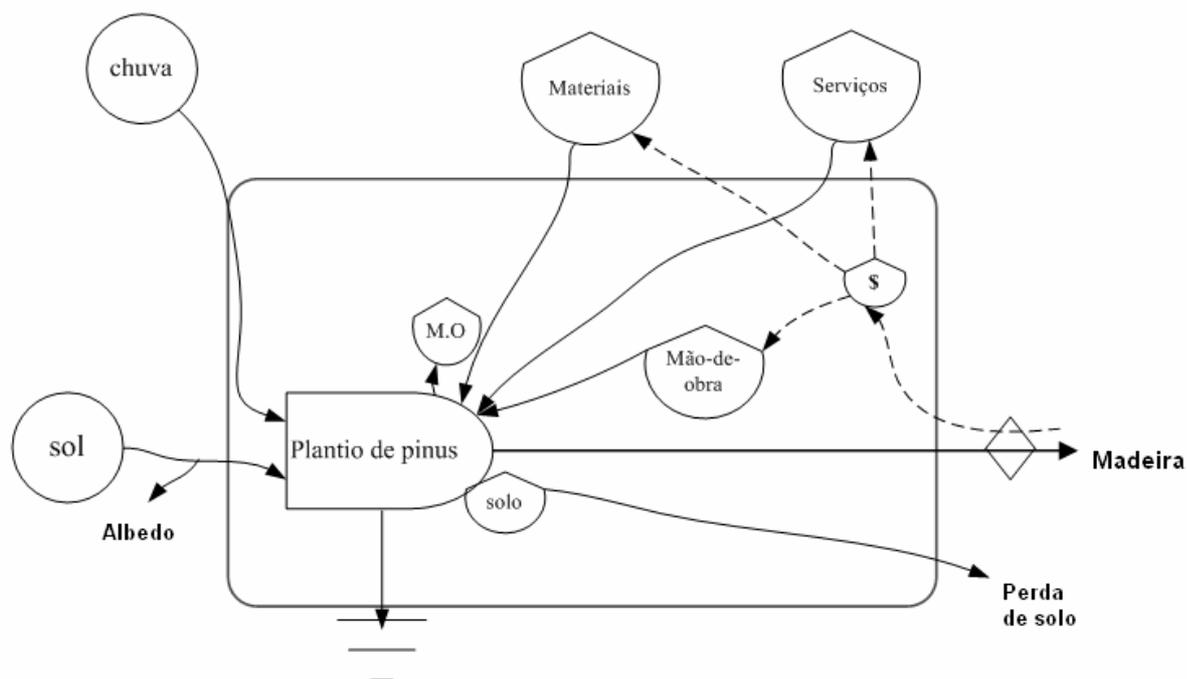


FIGURA 36 - DIAGRAMA DO FLUXO EMERGÉTICO DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.

FONTE: O AUTOR (2010)

Como recursos renováveis foram considerados apenas o sol e a chuva, já que são esses os recursos que têm influência efetiva no sistema em questão. Como recurso natural não-renovável foi considerada a perda de solo (erosão), que exerce forte influência na manutenção da sustentabilidade de um sistema florestal. Os dados para a quantificação da erosão do sistema foram obtidos na literatura referente a perdas em cultivos de *Pinus taeda* na região de estudo com plantio em covas (CAVICHIOLO, 2005).

Na Tabela 15 estão apresentados os valores dos fluxos emergéticos do sistema monocultural com pinus com seus devidos recursos, onde pode-se observar que foram gastos $5,48E+16$ sej/ano de energia para a construção do sistema.

TABELA 15 - AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.

Nota	Contribuição	Quantid.	Unidade	Transform. (Sej/unid.)	Energia Total	%
Recursos Naturais Renováveis :						
R1	sol	22.333,04	Kwh/m ² /dia	1	4,73E+13	1,44
R2	chuva	24,03	m ³ /m ² ano	31000	3,73E+16	67,09
Recursos Naturais Não Renováveis (N):						
N1	perda de solo	2.380,00	kg/ha.ano	1,24E+05	1,22E+14	0,48
Contribuição da Economia (M, S):						
Atividades						
Preparo de solo						
M1	herbicida	2,00	kg/ha	1,31E+15	2,62E+15	4,78
M2	pulverizador costal (plastico)	4,30	Kg/ha	4,30E+11	1,85E+12	0,00
M3	equipamentos e máquinas (aço)	5,69	kg/ha	1,13E+13	6,43E+13	0,00
M4	combustível (diesel + óleo lubrificante)	358.426.250,00	J	1,11E+05	3,98E+13	0,07
S1	mão-de-obra	1,58E+07	J	1,10E+07	1,73E+14	0,31
Plantio						
M1	mudas	192,00	US\$	1,55E+11	2,98E+13	0,05
M2	hidrogel	0,20	kg/ha	4,94E+12	9,88E+11	0,00
M3	equipamentos e máquinas (ferro)	12,00	kg/ha	1,80E+12	2,16E+13	0,03
M4	equipamentos e máquinas (aço)	1,03	kg/ha	6,70E+11	6,92E+11	0,00
M5	combustível (diesel+ óleo lubrificante)	136.962.114,50	J	1,11E+05	1,52E+13	0,02
S1	mão-de-obra	3,60E+07	J	1,10E+07	3,96E+14	0,71
Manutenção						
Controle de formigas cortadeiras						
M1	formicida	4,00	Kg/ha	2,49E+13	9,96E+13	0,17
S1	mão-de-obra	5,34E+07	J	1,10E+07	5,93E+14	1,06
Replantio						
M1	mudas	15,36	US\$	1,55E+11	2,38E+12	0,00
M2	equipamentos e máquinas (ferro)	5,40E-03	Kg/ha	1,80E+12	9,72E+09	0,00
S1	mão-de-obra	4,01E+07	J	1,10E+07	4,41E+14	0,79
Controle da mato-competição						
M1	herbicida	6,00	Kg/ha	1,31E+15	7,86E+15	14,15

M2	pulverizador costal (plastico)	4,30	kg	5,85E+12	2,52E+13	0,04
M3	equipamentos e máquinas (aço)	0,61	kg/ha	6,70E+11	4,11E+11	0,00
M4	combustível (gasolina + óleo lubrificante)	276.903.900,00	J	1,11E+05	3,07E+13	0,05
S1	mão-de-obra	1,13E+08	J	1,10E+07	1,24E+15	2,24
Poda						
M1	equipamentos e máquinas (ferro)	0,00	kg/ha	1,80E+12	1,41E+10	0,00
S1	mão-de-obra	8,62E+07	J	1,10E+07	9,49E+14	1,70
Colheita						
Colheita em desbaste						
M1	equipamentos e máquinas (aço)	38,92	kg/ha	6,70E+11	2,61E+13	0,04
M2	combustível (diesel + óleo lubrificante)	1.915.299.696,00	J	1,11E+05	2,13E+14	0,38
S1	mão-de-obra	1,16E+08	J	1,10E+07	1,28E+15	2,30
Colheita em corte raso						
M1	equipamentos e máquinas (aço)	36,09	kg/ha	6,70E+11	2,42E+13	0,04
M2	combustível (diesel + óleo lubrificante)	1.737.515.729,00	J	1,11E+05	1,93E+14	0,34
S1	mão-de-obra	83.604.541,23	J	1.10E+07	9.20E+14	1.65
Energia Total (Y):					5,48E+16	100

FONTE: O AUTOR (2010)

O maior *input* de energia para a construção do sistema foi derivado da energia do potencial químico da chuva $3,73E+16$ sej/ano, entrando com 67,94% de energia no sistema, mostrando ser o recurso mais importante juntamente com o herbicida que teve contribuição de $1,05E+16$ sej/ano.

Os valores emergéticos dos recursos renováveis do sistema com pinus são próximos, porém mais altos, do que os encontrados por Pedroso (2009), que avaliando emergeticamente um sistema com eucalipto, na Região Norte do País, com um ciclo de sete anos encontrou um fluxo emergético de $1,92E+16$ sej/ano, sendo esse representante de 62,6% do consumo emergético do sistema. Romanelli (2007) estudando a sustentabilidade energética na produção do eucalipto com ciclo de sete anos, incluiu como recurso renovável a evapotranspiração, representante do sol, vento e chuva, que representou 60,5% da energia total utilizada, seguida pelo combustível (10,5%), fertilizante (10,3%), calcário (8,6%) e mão-de-obra (7,0%).

Na Figura 37 estão distribuídos os gastos energéticos entre os recursos renováveis e os da economia nas diferentes atividades do sistema. Mais uma vez pode-se evidenciar a discrepância entre os gastos com recursos renováveis, representado em suma pela chuva, e os gastos com os recursos da economia, onde a atividade de manutenção apresenta maior demanda energética.

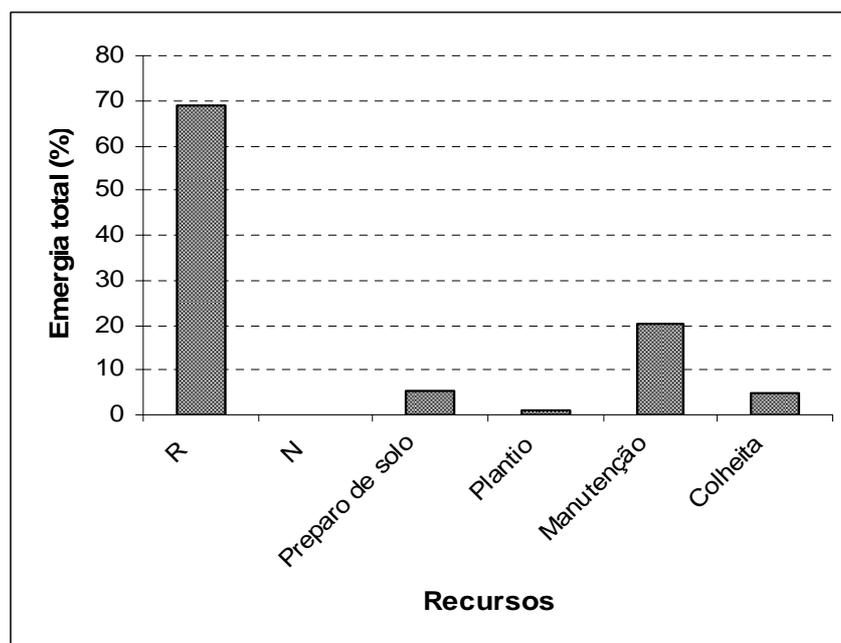


FIGURA 37 - DISTRIBUIÇÃO ENERGÉTICA DOS RECURSOS NATURAIS E DA ECONOMIA NO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS. SENDO: R=RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (SOL E CHUVA); N= RECURSOS NATURAIS NÃO-RENOVÁVEIS(PERDA DE SOLO).

FONTE: O AUTOR (2010)

Dentro da atividade mais demandante de energia, a manutenção, o controle de mato-competição com herbicida apresentou os maiores inputs, sendo esse o componente que possui maior valor de transformidade ($1,31E+15$ emjoules) fazendo com que esse componente represente 19% da energia requerida, sendo 4,7% na manutenção e 14,33% da energia requerida no preparo do solo. No estudo de Pedrosa (2009), entre os materiais da economia, o que contribui com maior gasto energético foi o fosfato, entrando com 25% de toda a energia necessária ao sistema com eucalipto.

A operação de colheita, apesar de apresentar-se altamente mecanizada por máquinas pesadas e composta por aço que possui transformidade alta ($6,70E+11$ emjoules), contribuiu com apenas 4,84% da energia despendida, sendo a maior

parte dessa proveniente da mão-de-obra, 4%, evidenciando assim a grande importância da mão-de-obra nessa atividade.

Os fluxos emergéticos detalhados para cada atividade do sistema monocultural com pinus sendo que as maiores contribuições no fluxo emergético total foram provenientes dos materiais da manutenção os materiais do preparo do solo e os serviços da colheita florestal.

A distribuição dos fluxos de acordo com os diferentes recursos utilizados pode ser observada na Figura 38.

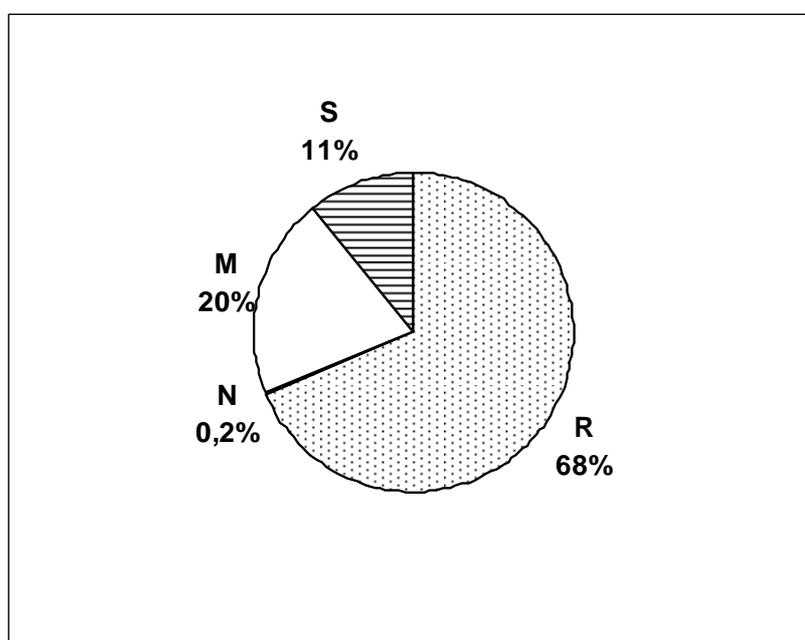


FIGURA 38 - PORCENTAGEM DOS FLUXOS EMERGÉTICOS DE ENTRADA EM RELAÇÃO A ENERGIA TOTAL DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.

FONTE: O AUTOR (2010)

Na Figura 38 observa-se que a maior parte da energia utilizada no sistema pinus (68%) é proveniente de fontes renováveis. A energia de fontes externas e pagas (M e S) representa 42% da energia consumida, sendo desse total 20,23% dos materiais (M) e 11% dos serviços (S).

Os indicadores emergéticos para o sistema com pinus podem ser observados na tabela 16.

TABELA 16 - INDICADORES EMERGÉTICOS DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS.

Índice	Cálculo	Valor	Unidade
Transformidade	$TR = Y/E$	25089,93	sej/J
Taxa de rendimento	$EYR = Y/F$	3,17	Adimensional
Taxa de investimento	$EIR = F/I$	0,46	Adimensional
Taxa de carga ambiental	$ELR = (N+F)/R$	0,47	Adimensional
Renovabilidade	$\%R = 100 * R/Y$	68,00	%
Taxa de intercâmbio	$EER = Y/(Kg/há/ano) * (US\$/Kg) * emDolar$	8,65	Adimensional
Índice de sustentabilidade Emergética	$ESI = EYR/ELR$	6,74	Adimensional

FONTE: O AUTOR (2010)

De acordo com Odum (2000) a transformidade mede a qualidade de energia e sua posição na hierarquia de energia universal. Dessa forma quanto maior a transformidade de um recurso mais ele estará distante da origem, já que há muito valor agregado embutido nele.

Doherty (1995) encontrou para a mesma espécie, *Pinus taeda*, nos Estados Unidos valores de transformidade da ordem de 18.552 Sej/J, sendo portanto mais baixo do que o encontrado nesse trabalho. Valores próximos a esse trabalho foram encontrado pelo mesmo autor (*Ibidem*) para *Eucalyptus sp.*, também nos EUA. Pedroso (2009), encontrou para eucalipto 20.000 sej/J, sendo portanto menor que a encontrada para o sistema com pinus.

Segundo Ortega (2004), valores da taxa de rendimento (EYR) para produtos agrícolas variam de 1 a 4, sendo o limite inferior referente quando a contribuição da natureza é nula. O EYR obtido para o sistema monocultural com pinus foi 3,17 (TABELA 15). Para um sistema com pinus *taeda* nos EUA foi encontrado um valor menor para esse mesmo indicador (2,57), sendo valores semelhantes encontrados para *Pinus elliotii* (DOHERTY, 1995).

O EIR para o sistema monocultural com pinus aponta esse sistema como pouco dependente de recursos externos sendo obtido o valor de 0,46. Esse indicador obtido para o sistema pinus nesse estudo é próximo aos valores encontrados na literatura para sistemas com pinus (0,55 para *Pinus elliotii*, 0,64 para *Pinus taeda* e 0,66 para *Pinus silvestris* (DOHERTY, 1995)

O índice ELR obtido sugere que o sistema com pinus (0,47) utiliza mais recursos renováveis do que não renováveis, sendo esse valor menor que o do SAF

com bracatinga. De acordo com Ulgiati e Brown (2004), valores de ELR abaixo de 2 indicam que o sistema produz impactos leves no meio ambiente ou dispõe de uma área de ecossistema local para diluir os impactos produzidos.

O índice de renovabilidade (R%) confirma que o sistema está dentro da categoria de sistemas renováveis, já que esse utilizou mais da metade da energia da forma renovável, 68%. De acordo com Agostinho (2001), sistemas com baixo percentual do índice de renovabilidade acarretarão em sérios problemas futuros já que os combustíveis fósseis estarão em escassez no futuro, sendo esse a base não-renovável desses sistemas.

O índice EER indica uma relação desfavorável à empresa do sistema de pinus, sendo que esse recebe menos energia na forma monetária do que necessita para produzir, já que esse índice foi maior que 1. De acordo com Odum (2001), o valor econômico e o emergético, geralmente não coincidem, sendo assim o preço no mercado costuma ser inferior ao valor emergético.

O índice de sustentabilidade emergética (ESI) obtido para o sistema com pinus foi 6,74. De acordo com Brown e Ulgiati (2002) valores maiores que 5 são representantes de processos sustentáveis em longo prazo.

Apesar do balanço emergético ter sido favorável no sistema com pinus, esse apresentou um alto consumo de energia dos recursos da economia. De acordo com Agostinho (2005), nas atuais tendências mundiais o uso de menos energia provinda de recursos não renováveis na construção de um sistema será mais vantajoso no futuro. Dessa forma quanto mais um sistema demandar energia dos recursos da economia (F) mais frágil será a manutenção deste.

Em sistemas de longos ciclos, como os florestais, a chuva têm mostrado ser um fator decisivo na renovabilidade emergética do sistema e conseqüentemente na sustentabilidade.

Sistemas mais longos como o pinus mesmo sendo altamente tecnificado com grandes *inputs* de recursos da economia, como maquinários e grandes quantidades de insumos derivados do petróleo, têm sua renovabilidade sustentada pelo seu maior ciclo, 17 anos, já que quanto maior o ciclo do sistema maior é a contribuição do potencial químico da chuva que é somado anualmente a este, tendo dessa forma os recursos derivados da economia diluídos entre os anos do sistema.

5.2.3.2 Análise microbiológica e química do solo do sistema monocultural com pinus

A - Carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C)

A biomassa microbiana do sistema com pinus e sua respectiva mata nativa pode ser observada na Figura 39.

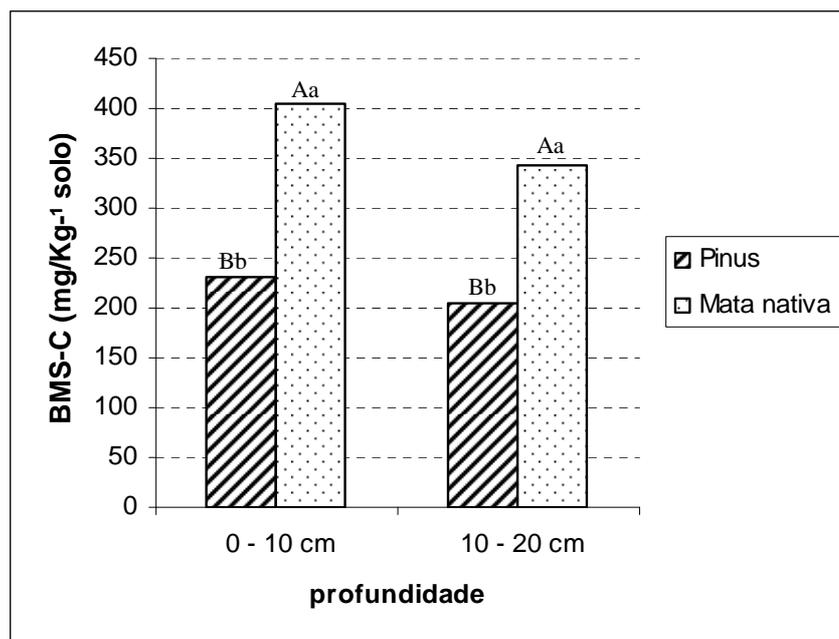


FIGURA 39 - CARBONO DA BIOMASSA MICROBIANA NO SISTEMA PINUS E SUA MATA NATIVA NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES. MÉDIAS SEGUIDAS DAS MESMAS LETRAS MAIÚSCULAS/MINÚSCULAS NÃO DIFEREM ESTATISTICAMENTE ENTRE SI PELO TESTE F ($P < 0,05$) ENTRE SISTEMAS E PROFUNDIDADES, RESPECTIVAMENTE.

FONTE: O AUTOR (2010)

A biomassa microbiana do carbono do solo (BMS-C) do sistema monocultural com pinus diferiu estatisticamente pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade do conteúdo de BMS-C da sua mata nativa, sendo que nessa última foram encontrados os maiores valores. Porém os sistemas não apresentaram diferença estatística entre os conteúdos de carbono microbiano nas profundidades, sendo a profundidade do pinus de 0-10cm com apenas 11,86% a mais de carbono microbiano do que a de 10-20cm e na mata nativa, essa mesma diferença foi de 15%, apresentando dessa forma conteúdo semelhante de carbono microbiano entre as profundidades estudadas.

Marchiori Jr. & Melo (2000), estudando a biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos observaram que não houve efeito

significativo entre os valores de biomassa microbiana entre as profundidades de 0-10cm e 10-20cm entre todos os tratamentos testados. Zinn (1998), em estudo com florestamento de pinus não verificou diferenças significativas nos teores de material orgânico nas profundidades superiores a 5cm, podendo dessa forma esse material ser influenciador do conteúdo da biomassa microbiana de acordo com Cattelan & Vidor (1990).

De acordo com Cerri *et al.*, (1985) o fato de não haver efeito significativo da profundidade sobre o carbono microbiano do solo pode ser consequência da maior parte da biomassa microbiana estar presente nos primeiros 15 cm superficiais do solo, e de a distribuição desta ser praticamente uniforme. Bayer (2003) cita a prática de revolvimento do solo como influenciadora da distribuição do material orgânico entre as diferentes camadas. Dessa forma solos que possuem nas suas técnicas de manejo o revolvimento podem não apresentar diferenças significativas dos teores de material orgânico entre as diferentes camadas revolvidas. Esse fato pode estar ocorrendo no sistema monocultural com pinus estudado, já que tem seu solo revolvido para o plantio.

O maior valor de biomassa microbiana foi observado na profundidade de 0-10 cm na mata nativa ($404,69 \text{ mg/kg}^{-1}$ de solo) sendo esse 42,84% maior que no sistema com pinus em mesma profundidade e significativamente diferente. Araujo *et al.* (2007) detectaram expressiva redução no carbono microbiano do solo em uma área com povoamento de pinus quando comparada à área nativa, explicando essa redução à possibilidade da ação de substâncias inibidoras da decomposição dos resíduos orgânicos, contidas nas acículas do pinus, e da alta relação C:N desses resíduos. Nogueira *et al.* (2006) relataram menor crescimento de fungos e tendência ao menor crescimento de bactérias em solos ocupados com monocultivos de eucalipto, também atribuindo esse resultado à relação C:N alta associada ao menor teor de N na biomassa.

Nos povoamentos de pinus são comumente observados grandes acúmulos de serapilheira, inclusive no povoamento estudado (FIGURA 40). Esse acúmulo em termos de ciclagem torna-se desfavorável ao sistema, podendo estar relacionado à menor atividade microbiana neste material (CARVALHO *et al.*, 2008).

Poggiani *et al.* (1987) realizou a quantificação da deposição de folheto em talhões experimentais de *Pinus taeda* e bracatinga, sendo observadas deposições semelhantes de folhedos entre as parcelas de pinus e bracatinga, porém sendo que

as maiores quantidades de nutrientes depositados pela queda das folhas caducas ocorreram nas parcelas de bracatinga.



FIGURA 40 - DETALHE DA CAMADA DE SERAPILHEIRA NO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS SOB TRADAGEM.

FONTE: O AUTOR (2010)

Souza (2005), estudando a diferença no conteúdo da biomassa microbiana entre povoamentos de pinus e suas áreas nativas adjacentes, observou que os campos nativos e a mata nativa apresentaram valores de biomassa microbiana 47% e 28%, respectivamente, superiores a média dos povoamentos de pinus. Baretta *et al.* (2005), estudando as diferenças em carbono da biomassa microbiana entre monocultivo de pinus e sua mata nativa na região do planalto sul catarinense, observaram variações de até 140% entre esses sistemas, tendo o maior conteúdo na mata nativa. Silva *et al.* (2009) observou que entre os reflorestamentos avaliados no seu estudo, o pinus promoveu a redução mais acentuada da qualidade do solo, inclusive nos atributos biológicos ligados a biomassa microbiana, quando comparada a sua área natural.

Souza (2005) observou valores maiores de carbono da biomassa microbiana em monocultivos de pinus quando comparados aos encontrados nesse estudo, com valores de 338,07 e 504,37 mg/kg⁻¹ solo para pinus com 12 e 20 anos, respectivamente, e na mesma estação estudada, inverno. Já Araujo *et al.* (2007) encontraram valores de biomassa microbiana associada ao carbono ainda menores do que o encontrado nesse trabalho em povoamentos de pinus na mesma região de

estudo, sendo observada média de 106,34 mg/kg.

B - Carbono orgânico total e relação entre C-microbiano e C-orgânico total

O carbono orgânico do sistema com pinus apresentou valores próximos entre as diferentes camadas analisadas (TABELA 17), mostrando comportamento semelhante ao do carbono microbiano, podendo esse fato estar relacionado aos fatores já discutidos no item anterior.

TABELA 17 - C ORGÂNICO DO SOLO E PORCENTAGEM DO C MICROBIANO EM RELAÇÃO AO C ORGÂNICO DO SISTEMA MONOCULTURAL COM PINUS E SUA MATA NATIVA EM DUAS PROFUNDIDADES.

Sistema	0 – 10 cm		10- 20 cm	
	C orgânico	(C microbiano/C orgânico)	C orgânico	(C microbiano/C orgânico)
	(g/kg)	X100 (%)	(g/kg)	X100 (%)
Pinus	36,26	0,64	37,83	0,53
Mata nativa	51,63	0,79	41,70	0,82

FONTE: O AUTOR (2010)

O teor de carbono orgânico no sistema monocultural com pinus foi entre 37,4 e 34 g/kg⁻¹ na camada de 0-10cm. Mafra *et al.* (2008) encontraram valores semelhantes no estoque carbono orgânico do solo, tendo encontrado 37,1 g/kg na camada 5-10 cm em povoamentos de pinus na mesma região em idade de 20 anos.

A contribuição do C microbiano para o C orgânico total variou de 0,53 a 0,82%, tendo igualmente essa relação comportamento similar ao do carbono microbiano, apresentando a mesma tendência, ou seja, a mata nativa teve a maior relação $C_{mic}:C_{org}$.

Durante o desenvolvimento do solo a proporção entre carbono microbiano e carbono orgânico, inicialmente, é submetida a mudanças rápidas e com o passar do tempo, converge para um valor de equilíbrio. Se este valor de equilíbrio for conhecido, esta razão pode fornecer uma indicação sobre quanto um solo está distante de seu estado de equilíbrio (INSAM & DOMSCH, 1988).

Uma maior relação $C_{mic}:C_{org}$ de acordo com Insam (1990) pode significar uma maior diversidade de microrganismos decompositores com maior eficiência na utilização do substrato, dessa forma valores baixos nessa relação, como os

encontrados nesse estudo apontam para uma ineficiência do sistema na disponibilização de carbono e manutenção do seu equilíbrio. Araujo *et al.* (2007) encontraram valores menores de carbono orgânico nos povoamentos de pinus estudados.

Os baixos valores obtidos na relação $C_{mic}:C_{org}$ podem indicar perdas de carbono do sistema, estando provavelmente o sistema carente de substrato para alimentação da biomassa microbiana. Com base nisso a porcentagem de carbono na biomassa microbiana do presente estudo, indicou perdas de carbono em todos os sistemas, sendo as maiores perdas na profundidade 10-20 cm do sistema com pinus.

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos chegou-se as seguintes conclusões:

O SAF com bracatinga é economicamente rentável e apresenta baixo risco de investimento e pouca sensibilidade às mudanças impostas.

O sistema monocultural com pínus é economicamente rentável apresentando-se com riscos de investimento e sensível aos cenários impostos.

Do ponto de vista social o sistema com bracatinga evidencia potencial para a geração de postos de trabalho, porém apresenta-se insuficiente na geração de qualidade de vida aos trabalhadores no exercício do trabalho.

Socialmente o sistema em monocultivo com pínus apresenta-se pouco empregador de mão-de-obra, porém concede aos trabalhadores boas condições de trabalho.

A análise emergética realizada aponta que o SAF com bracatinga tem balanço emergético positivo, sendo considerado sustentável em médio prazo.

O sistema monocultural com pínus apresenta balanço emergético favorável, apresentando-se sustentável em longo prazo.

Na qualificação microbiológica e química do solo o SAF com bracatinga apresenta-se inferior ao seu sistema natural.

A qualidade do solo do sistema monocultural com pínus apresenta-se inferior ao sistema referencial nativo.

7 RECOMENDAÇÕES

A fim de ser garantida maior sustentabilidade no SAF com bracatinga e conseqüentemente a viabilidade de sua permanência na região é recomendável que haja mudanças na sua atual forma de manejo e apoio de políticas públicas direcionadas a esse setor. Essas mudanças devem estar relacionadas com aumento na valoração econômica dos seus produtos; melhoria na qualidade de vida dos trabalhadores, principalmente relacionadas ao conforto laboral e menores desgastes na qualidade do solo.

No tocante aos indicadores de qualidade do solo recomenda-se sempre que possível à utilização de áreas referenciais em estágios de conservação o mais próximo possível do natural, evitando dessa forma áreas muito perturbadas.

REFERÊNCIAS

ACERBI, J; WEIMAR, F. Definição de regimes de desbaste poda economicamente ótimos para *Pinus taeda*. **Revista Cerne**, v.5, n.1, p.081-102. 1998.

AGOSTINHO, F. D. R.; ORTEGA, E. Estudo da Dinâmica dos Índices Emergéticos de Uma Unidade de Produção Agroecológica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, p.979-983, 2007.

AGOSTINHO, F. D. R.; **Uso de análise emergética e sistema de informação geográficas no estudo de pequenas propriedades agrícolas**. 252 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade de Campinas, Campinas, 2005.

ALBUQUERQUE, T. C. **Avaliação emergética de propriedades agrossilvipastoris do Brasil e da Colômbia**. 2006. 195 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp, Campinas.

ALMEIDA, E. **Reflorestar no Brasil é negócio atrativo**. Revista O Papel. Disponível em: [Http://www.revistaopapel.org.br/pesquisa.php?pagina=11&editoria=21&filtro_ordem=1&autor=&data=&tema=&busca=&is_ultimas=0](http://www.revistaopapel.org.br/pesquisa.php?pagina=11&editoria=21&filtro_ordem=1&autor=&data=&tema=&busca=&is_ultimas=0) . Acesso em: 08/02/2010.

ANDERSON, J.P.E.; DOMSCH, K.H. Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. *Soil Biology & Biochemistry*, v.21, n.4, p.471- 479,

1989.

ANDERSON, T.H. Physiological analysis of microbial communities in soil: applications and limitations. In: RITZ, K.; DIGHTON, J.; GILLER, K.E. (Ed.). **Beyond the biomass**. London: British Society of Soil Science, p. 67-76, 1994.

ANDREIV, J., FIRKOWSKI, C. Técnicas de Redução de Danos Causados por Roedores em Povoamentos de Pinus. **Revista Floresta**, v. 36, n.2, p. 305-310. 2006.

AQUINO, A.M; ASSIS,R.L. **Processos biológicos do sistema solo-planta “ferramentas para uma agricultura sustentável”**. Embrapa Agrobiologia. Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica, 368p. 2005.

ARAÚJO, R; Goedert, W; Lacerda, M.P.C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1099-1108. 2007.

ARCO-VERDE, M. F. **Sustentabilidade biofísica e socioeconômica de sistemas agroflorestais na Amazônia brasileira**. Curitiba: UFPR, 2008. 188p. (Tese. Doutorado em Ciências Florestais. Universidade Federal do Paraná).

ARAÚJO, R.; GOEDERT, W.J.; LACERDA, M.P.C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1099-1108, 2007.

ARESB - Associação dos Resinadores do Brasil. **Qualidade e produtividade em resina de pinus** – parte 1.Ed. numero 94. dez 2007. Disponível em:<http://www.aresb.com.br>. Acesso em: 08/08/2010.

ASSIS JUNIOR, S. L.; ZANUNCIO, J. C.; KASUYA, M. C. M. Atividade microbiana do solo em sistemas agroflorestais, monoculturas, mata natural e área desmatada. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, 2003.

BACHA, C. J. C.; BARROS, A. L. M. Reflorestamento no Brasil: evolução recente e perspectivas para o futuro. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p.191-203. 2004.

BAGGIO, A.J & CARPANEZZI, A.A. BIOMASSA AÉREA DA BRACATINGA (*Mimosa scabrella* Benth.) EM TALHÕES DO SISTEMA DE CULTIVO TRADICIONAL.

Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n.34, p.31-44, 1997a.

BAGGIO, A.J., CARPANEZZI, A.A. Estoque de nutrientes nos resíduos da exploração de bracatingais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.34, p.17-29, 1997b.

BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, A.A.; AYANZ, A.A. Equações estimativas do peso seco da biomassa aérea da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) na idade de corte. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.30/31, p.37-49, 1995.

BAGGIO, A.J. **Estudio sobre el sistema agroforestal tradicional de la bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) en Brasil: productividad, manejo de residuos y elaboracion de compost.** 242f Tese (Doutorado) - Universidad Politecnica de Madrid, Madrid, 1994.

BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, A.A., GRAÇA, L.R. & CECCON, E. Sistema agroforestal tradicional da bracatinga com culturas agrícolas anuais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, v.12, p.73-82. 1986.

BAHARUDDIN, H. G. **Timber certification: an overview.** Unasyuva, v.46, n.183. 1995. p.18-24.

BALOTA, E.L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D.S. & HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **R. Bras. Ci. Solo**, v.22, p.641-649, 1998.

BARRELLA, F.A., ALMEIDA, C.M.V.B., GIANNETTI, B.F. Ferramenta para tomada de decisão considerando a interação dos sistemas de produção e meio ambiente. **Revista Produção**, 15,87-101, 2005.

BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; FIGUEIREDO, S.R. & KLAUBERG-FILHO, O. Efeito do monocultivo de pinus e da queima do campo nativo em atributos biológicos do solo no Planalto Sul Catarinense. **R. Bras. Ci. Solo**, v.29, p.715-724, 2005.

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.** Curitiba. 214 p. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, p.100. 1999.

BATISTA, R.C. **Avaliação emergética da cultura do algodão colorido irrigado com água residuária em ambiente semi – árido**. 184f.Tese (Doutorado em Recursos Naturais) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2008.

BAYER, C. Aumento do estoque de matéria orgânica de um Cambissolo Húmico catarinense sob plantio direto. **R. Ci. Agrovet**, v.2, p.81-87, 2003.

BOGNOLA, I. A. **Unidades de manejo para *Pinus taeda* L. no planalto norte catarinense, com base em características do meio físico**. 180 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2007.

BOGNOLA, I.A; RIBEIRO JÚNIOR, P.J; SILVA, E.A.A; LINGNAU, C; HIGA, A.R. modelagem uni e bivariada da variabilidade espacial de rendimento de *Pinus taeda* L. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 2, abr./jun. 2008.

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

BOSSEL, H. **Indicators for sustainable development: theory, method, applications: a reporter to the Balaton Group**, International Institute for Sustainable Development. Canada, 1999.

BRASIL. 2006. Lei nº 11428, de 22 de dezembro de 2006. **Diário oficial da união**, 23.12.2006.

BRASIL, 2004. Ministerio do Meio Ambiente. **Instrução Normativa no 008/2004**.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. 2002. Resolucao no 310, de 05 de julho de 2002. **Diário oficial da união**, 06 de julho de 2002.

BRASIL. Lei 9.960, de 28 de janeiro de 2000. **Diário oficial da união**, 29.01.2000.

BRASIL. Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999. **Diário oficial da união**, 22.09.1999.

BRASIL. Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário oficial da união**, 13.02.1998.

BRASIL. 1993. Decreto nº 750, de 10 de fevereiro de 1993. **Diário oficial da união**, 11.02.1993.

BRASIL. 1973. Lei nº 5.889, de 8 de junho de 1973. **Diário Oficial da união**, 11. 06. 1973.

BRASIL. 1965. Lei nº 4471, de 15 de setembro de 1965. **Diário oficial da união**, 1965.

BROWN, M. T. & ULGIATI, S. Emergy evaluations and environmental loading of electricity production systems. **Journal of Cleaner Production**, v.10, p. 321–334. 2002.

BROWN, M.T., ULGIATI, S. Emergy-based indices and ratios to evaluate sustainability: monitoring economies and technology toward environmentally sound innovation. **Ecol. Eng.**, v.9, p.51–69. 1997.

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**. Tese (Doutorado). Rio Claro, UNESP. 1997.

CARPANEZZI, A.A.; CARPANEZZI, O. T. B.; BAGGIO, A. J. 1997a. Manejo de bracatingais. **In: GALVAO, A. P. M. Tópicos em manejo florestal sustentável**. Colombo, Embrapa-Cnpf, p 157-163.

CARPANEZZI, A.A.A. PEREIRA, J. C. D.; CARVALHO, P. E.C.; REIS, A.; VIEIRA, A. R. R.; ROTTA, E.; STURION, J. A.;RAUEN, M. de J.; SILVEIRA, R. A. S. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no estado de Santa Catarina**. Embrapa-CNPf, 113p. (EMBRAPA. CNPF. Documentos, 21). 1988.

CARRERA-FERNANDEZ, J; PEREIRA,R. **A cobrança pelo uso da água em bacias de domínio da União: o caso da Bacia do Vaza-Barris**. Fórum Banco do Nordeste de Desenvolvimento, VII Encontro Regional de Economia da ANPEC, 2004.

CARVALHO, A.M.X; VALE, H.M.M; FERREIRA, E.M; CORDERO, A.F.P; BARROS, N.F; COSTA, M.D. Atividade microbiana de solo e serapilheira em áreas povoadas com *Pinus elliottii* e *Terminalia ivorensis*. **R. Bras. Ci. Solo** (Número Especial). v.32, p.2709-2716. 2008.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: Embrapa-CNPQ; Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 640 p.

CASALINHO, D.H; MARTINS, S.R; SILVA, J.B; LOPES, A.S. Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de Agroecossistemas. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 195-203. 2007.

CASTANHO FILHO, E. P. **Reserva legal e leis agrícolas ultrapassadas. Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 1, n. 9, set. 2006. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=7311>>. Acesso: 22-10-2009.

CASTRO, R; MOKATE, K. **Evaluacion econômica y social de proyectos**. Ediciones Unidonde: Colômbia,. 200p. 1998.

CATTELAN, A.J. & VIDOR, C. Flutuação na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. **R. Bras. Ci. Solo**, v.14, p.133-142. 1990.

CAVALETT, O., ORTEGA, E. **Emergy and fair trade assessment of soybean production and processing in Brazil**. Management of Environmental Quality, v.18 (6): 657-667, 2007.

CAVALETT, O. **Análise emergética da piscicultura integrada à criação de suínos e de pesque-pagues**. 140 p. (Dissertação de mestrado) – UNICAMP - Campinas, SP. 2004.

CAVICHIOLO, S.R. **Perdas de solo e nutrientes por erosão hídrica em diferentes métodos de preparo do solo em plantio de *Pinus taeda***. 139f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Paraná. 2005.

CERRI, C.C.; VOLKOFF, B. & EDUARDO, B.P. Efeito do desmatamento sobre a biomassa microbiana em Latossolo Amarelo da Amazônia. **R. Bras. Ci. Solo**, v.9, p.1-4. 1985.

CHAMBERS, ROBERT, E CONWAY, GORDON R. Sustainable Rural Livelihoods: practical concepts for the 21st century. **Institute of development studies**, p.296, 1992.

COLOMBI, R; PLASTER, O.B; CHICHORRO, J.F. Análise de rendimento operacional para implantação de povoamentos de eucalipto no sul do estado do Espírito Santo. **In: XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba.** 2009. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/arquivos/1260_1474_01.pdf. Acesso em: 30/07/2010.

COMAR, M.V.; **Avaliação emergética de projetos agrícolas e agro-industriais no Alto Rio Pardo: a busca do Desenvolvimento Sustentável.** 209f. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade de Campinas. Campinas. 1998.

COSTA. J.G; CAMPOS. I.S; MORAES, R.N.S. **Novas variedades de milho recomendadas para o estado do Acre.** (Embrapa – Comunicado Técnico numero 79). 1997.

DEPONTI, C. M. **Indicadores para avaliação da sustentabilidade em contextos de desenvolvimento rural local.** Monografia (Especialização) – UFRGS. Programa de Pós- Graduação em Economia Rural, Porto Alegre. 155 p. 2002.

DOHERTY, S. J. **Emergy evaluations of and limits to forest production.** PhD. Dissertation. Department of Environmental Engineering Sciences, University of Florida. Gainesville. 1995.

DOSSA, D.; SILVA, H.; BELLOTE, A; RODRIGHERI, H. **Produção e rentabilidade de pinus em empresas florestais.** Colombo: Embrapa Florestas, (Embrapa florestas. Comunicado técnico, 82). P.6. 2002a.

DOSSA, D; SILVA, H.D; BELLOT, A.F.J; RODIGHERI, H.R. **Produção e Rentabilidade de Pínus em Empresas Florestais.** Colombo: Embrapa Florestas,. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico 82). p.6. 2002.

DIEESE – **Departamento intersindical de estatística e estudos socioeconômicos.** Disponível em: <http://www.dieese.org.br/rel/rac/salminMenu09-05.xml>. Acessado em: 22/03/2010.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo**

paradigma. São Paulo: Livros da Terra, p.178. 1996.

EIA- **Energy Information Administration.** Disponível em: <http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=pet&s=rwtc&f=d>. Acessado em: 22/03/2010.

EPAGRI. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA / CENTRO DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS AMBIENTAIS E DE HIDROMETEOROLOGIA DE SANTA CATARINA – EPAGRI / CIRAM. **Zoneamento agro-ecológico e socioeconômico.** 2006. Disponível em: <<http://ciram.epagri.rct-sc.br:8080/cms/zoneamento/zae.jsp>>. Acesso em: 02/09/2009.

EVANS, J. **Plantation forestry in the tropics.** Claredon Press, Oxford. Second Edition, p.403. 1992.

FARO, C. **Elementos de engenharia econômica.** São Paulo, 1979, Atlas, 328p.

FEARNSIDE, P. M. Uncertainty in land-use change and forestry sector mitigation options for global warming: Plantation silviculture versus avoided deforestation. **Biomass and Bioenergy**, v.18, n.6, p.457-468, 2000.

FERNANDES, E. N; MÜLLER, M. D. ; CARVALHO, G. R., **Índices emergéticos para avaliação da sustentabilidade sistemas de produção de leite.** 2006. Disponível em http://www.agrosoft.org.br/agrosoft_artigos.htm. Acesso em: 21/07/2010.

FEISTAUER, D. et al. Seqüestro de carbono de um sistema agroflorestal com bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) na região metropolitana de Curitiba, PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Embrapa Florestas, 2004. p.175-177. (Documentos, 98).

FERRAZ, J. M. G. As dimensões da sustentabilidade e seus indicadores *In:* MARQUES, J. F.; SKORUPA, L. A.; FERRAZ, J. M. G. **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas.** Jaguariúna: EMBRAPA, p. 17-35. 2003.

FREY, S.D.; ELLIOTT, E.T.; PAUSTIAN, K. Bacterial and fungal abundance and biomass in conventional and no-tillage agroecosystems along two climatic gradients. **Soil Biology and Biochemistry**, v.31, p.573-585, 1999.

FRIGHETTO, R.T.S. XVII. **Análise da biomassa microbiana em carbono: método**

de fumigação extração.In: FRIGHETTO, R.T.S., VALARINI, P.J. (Coords). Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p.157-166. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 21).

GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais.** Brasília: Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo; Embrapa Florestas, 2000. 351 p.

GEISER, G. C. **O polo madeireiro e suas implicações no desenvolvimento da região dos campos de Lages, Santa Catarina.** Dissertação (Mestrado). 2006.

GOEDERT, W.J.; LOBATO, E. O solo como base dos sistemas de produção agrícola. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 21., 1987, Campinas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988. p.101-108.

GONÇALVES, M. **Avaliação de investimento em reflorestamento de *pinus* sob condições de incerteza.** Curitiba. p113, Dissertação. (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia). Universidade Federal do Paraná, 2004.

GONÇALVES, A. S.; MONTEIRO, M. T.; BEZERRA, F. E. A.; GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H. **Estudo de Variáveis de Solo, Vegetação e Condicionamento de Amostras de Solo Sobre a Biomassa Microbiana do Solo no Estado do Rio de Janeiro.** Embrapa Agrobiologia, Seropédica. 18p. (Embrapa- CNPAB. Documentos, 90). 1999.

GRAÇA, L.R.; MENDES, J.B. Análise socio-econômica do Sistema de reflorestamento com bracatinga. **Boletim de Pesquisa Florestal.** Curitiba, v.14, p.54-63, 1987.

GRAÇA, L.R.; MENDES, J.B. Análise socio-econômica do Sistema de reflorestamento com bracatinga. **Boletim de Pesquisa Florestal.** Curitiba, v.14, p.54-63, 1987.

GRAÇA, L.R.; RIBAS, L.C. & BAGGIO, A.J. A rentabilidade econômica da bracatinga no Paraná. **Boletim de Pesquisa Florestal,** Curitiba. V.12, p.47-72.1986.

GRANATSTEIN, D.; BEZDICEK, D.F. The need for a soil quality index: local and regional perspectives. **American Journal of Alternative Agriculture**, v.7, n.1-2, p.12-16, 1992.

HERINGER, I. & JACQUES, A.V.A. Características de um Latossolo Vermelho sob pastagem natural sujeita à ação prolongada do fogo e de práticas alternativas de manejo. **Ci. Rural**, v.32, p.309-314. 2002.

HOFMAN, J.; DUSEK, L. **Biochemical analysis of soil organic matter and microbial biomass composition-a pilot study**. European Journal of Soil Biology, v.39, n.4, p.217-224, 2003.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 92p. (Manuais Técnicos em Geociências, n.1). 1992.

IMAFLOA/SMARTWOOD. **Resumo Público de Certificação FSC Programa SmartWood de Suzano Bahia Sul Papel e Celulose SA** (Certificado: SW-FM/COC-1377). Mucuri, 2004. 50 p.

INPE - **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Disponível em: <http://bancodedados.cptec.inpe.br/climatologia/Controller>. Acesso em: 02/10/2009.

INSAM, H. Are the soil microbial biomass and basal respiration governed by the climatic regime? **Soil Biology and Biochemistry**, v.22, p.525-532. 1990.

INSAM, H.; DOMSCH, K. H. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. **Microbial Ecology**, New York, v.15, p.177-188, 1988.

IPEF - INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS - IPEF. **Tratos culturais, controle de ervas daninhas**. Piracicaba, 7p. (Circular técnica), 1976.

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Diagnóstico socioeconômico do Território Ribeira**: 1.a fase: caracterização global / Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Curitiba, p.115. 2007. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/webasis.docs/territorio_ribeira.pdf. Acessado em: 18/08/2010.

JACQUES, A.V.A. A queima das pastagens naturais - efeitos sobre o solo e a vegetação. **Ci. Rural**, v.33, p.177-181. 2002.

KAMIYA, D.S. **Análise emergética on-line para diagnóstico de sistemas agrícolas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas. 2005.

KLEINE, H.J. Desenvolvimento Brasileiro em Fibra Longa. **O Papel**. São Paulo. V.63 n.5, p. 52-53. 2002.

KOBIYAMA, M., CHECCHIA, T., CORSEUIL, C. W., LINO, J. F. L., LOPES, N. H. Y., GRISON, F., CHAFFE, P. L.B., MALUTTA, S., RIBAS JUNIOR, U., LANGA, R., BASSO, S. **Forest hydrology project (UFSC MOBASA) for water resources management in Rio Negrinho City, Santa Catarina, Brazil**. IAHS-AISH Publication, v. 315, p. 250-257. 2007.

KOBIYAMA, M.; FRUET, D.; LIMA, R.T.; MARSCHNER, S.; GUIMARÃES, L.M.R.; CHAFFE, P.L.B. (2004). **Estudo hidrológico comparativo entre três pequenas bacias experimentais no município de Rio Negrinho - SC: (1) Descrição**. In: Encontro Sul-Americano de Geomorfologia (1: 2004: Santa Maria) Santa Maria: UFSM, Anais, (CD-rom) p.12, 2004.

KREUZ, C. L. **Análise da competitividade de atividades agrícolas na região de caçador, Santa Catarina**. Epagri, Florianópolis, 2003. 53p. (Série Documentos n. 209).

LARSON, W.E.; PIERCE, F.J. **The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management**. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, Soil Science Society of America Special Publication Number 35, p.37-51. 1994.

LAURENT, J.M.E.; CAMPOS, J.B.; BITTENCOURT, S.M. **Análise técnico-econômica do sistema agroflorestal da bracinga na Região Metropolitana de Curitiba – Paraná**. EMATER-Paraná, 72p. (PROJETO FAO-Curitiba. Curitiba: Serie Estudos Florestais. 1990.

LEMENIH, M.; KARLTUN, E.; OLSSON, M. Assessing soil chemical and physical property responses to deforestation and subsequent cultivation in smallholders farming system in Ethiopia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.105, p. 373–386. 2005.

LIMA, A. C. R. **“Soil quality assessment in rice production systems.” PhD Thesis**, Wageningen University, The Netherlands. 2007.

LIMA JR,V.B. **Determinação da taxa de desconto para uso na avaliação de projetos de investimentos florestais**. 90f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Viçosa: UFV, 1995.

LIMA, W.P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2.ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, p.301. 1996.

LOCKE, E. A. The nature and causes of job satisfaction. **In:** M. D. Dunnette (Ed.). *Handbook of industrial and organizational psychology*, Chicago: Rand McNally. p. 1297-1349.1976.

LOCKE, E. A. **What is job satisfaction? *Organizational Behavior and Human Performance***, v.4, n.4, p.309-336. 1969.

LOPES, S. B; ALMEIDA, J. Metodologia para análise comparativa de sustentabilidade em sistemas agroflorestais. **Revista Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBER)**, 2002. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/pgdr/textosabertos/artigo%20Revista%20Sober%20integral16.pdf>>. Acesso em: 20/11/2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, p.352. 1992.

LOURENÇO, M. S. Políticas públicas e desenvolvimento. **In:** SILVA, Christian Luiz da; MENDES, Judas Tadeu Grassi (Org.). *Reflexões sobre o Desenvolvimento Sustentável: agentes e interações sob a ótica multidisciplinar*. 1 ed. Rio de Janeiro, v. 1, p. 41-58. 2005.

LUIZÃO, R.C.; CAMPISTA, D. & COSTA, E.S. Efeito da idade e do manejo das pastagens da Amazônia Central sobre a biomassa microbiana e suas atividades no solo. **In:** Simpósio Brasileiro Sobre Microbiologia do Solo, 2., São Paulo, 1991, Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.49, 1991.

MAACK, R, **Geografia Física do Paraná**. 2.ed. Rio de Janeiro: J.Olimpio, p.450, 1981.

MACHADO, S.A, AGUIAR, L.P, FIGUEIREDO FILHO, A, KOEHLER, H.SS. Modelagem do volume do povoamento para *Mimosa scabrella* Benth. na Região Metropolitana de Curitiba. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.3, p.465-478. 2008.

MADARI, B.E; CUNHA, T.J.F; NOVOTNY, E.H; MILORI, D.M.B.P; MARTIN NETO,

L; BENITES, V.M; COELHO, M.R; SANTOS, G.A. **Matéria Orgânica dos Solos Antrópicos da Amazônia (Terra Preta de Índio): Suas Características e Papel na Sustentabilidade da Fertilidade do Solo.** p.17, 2008. Disponível em: http://www.biochar.org/joomla/images/stories/Cap_13_Beata.pdf. Acesso em: 04/04/2010.

MAFRA, A.L; GUEDES,S.F.F; KLAUBERG FILHO,O; SANTOS,J.C.P; ALMEIDA, J.A; ROSA, J.D. Carbono orgânico e atributos químicos do solo em áreas florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.2, p.217-224. 2008.

MAIA, C.M.B.F. Uso de casca de Pinus e lodo biológico como substrato para a produção de mudas de *Pinus taeda*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.39, p.81-92. 1999.

MALINOVSKI, R.A; BERGER, R; SILVA, I.C; MALINOVSKI, R.A; BARREIROS, R.M. Viabilidade econômica de reflorestamentos em áreas limítrofes de pequenas propriedades rurais no município de São José dos Pinhais – PR. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 2. 2006.

MAN YU, C. **Seqüestro Florestal de Carbono no Brasil – Dimensões Políticas, Socioeconômicas e Ecológicas.** Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

MARCHIORI JÚNIOR, M. & MELO, W.J. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. **Pesq. Agropec. Bras**,v. 35, p.1177-1182. 2000.

MATOS FILHO, A. M. **Agricultura orgânica sob a perspectiva da sustentabilidade : uma análise da região de Florianópolis – SC**, Brasil. Florianópolis, 117f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina. 2004.

MAZZA, M. C. M. ; RODIGHIERI, H. ; NAKASHIMA, T. ; ZILLER, S. R. ; AZZA, C.A.S. ; CONTO, A. J. ; SOARES, A. O. ; BAGGIO, A. J. . Potencial de aproveitamento medicinal de espécies do sub-bosque dos bracatingais da região de Curitiba, PR. **Documentos**, Colombo, p. 1-17, 2000.

MAZUCHOWSKI, J.Z. **Exploração da bracatinga.** Curitiba: Projeto FAO-GCP/BRA/025/FRA (Convênio BRASIL/Paraná-FRANÇA-FAO). 25 p,1989.

MELLONI, R.; MELLONI, E.G.P.; ALVARENGA, M.I.N.; VIEIRA, F.B.M. Avaliação da qualidade de solos sob diferentes coberturas florestais e de pastagem no sul de Minas Gerais. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2461-2470. 2008.

MELO NETO, F. de P.; FROES, C. gestão de responsabilidade social corporativa: o caso brasileiro. 2.ed. Rio de Janeiro: **Qualymark**, 2001a.

MELO, A.C.G.; REIS, M.S.; GORESTIN, B.G. Análise financeira de projetos de investimento sob enfoque de incertezas. **In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**, 1999, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu, p.1-6. 1999.

MOSCATELLI, M.C.; LAGOMARSINO, A.; MARINARI, S.; DEANGELIS, P.; GREGO, S. Soil microbial indices as bioindicators of environmental changes in a poplar plantation. **Ecological Indicators**, 5: 171-179. 2005.

NOGUEIRA, M. A.; ALBINO, U. B.; BRANDÃO-JÚNIOR, O.; BRAUN, G.; CRUZ, M. F.; DIAS, B. A.; DUARTE, R. T. D.; GIOPPO, N. M. R.; MENNA, P.; ORLANDI, J. M.; RAIMAN, M. P.; RAMPAZO, L. G. L.; SANTOS, M. A.; SILVA, M. E. Z.; VIEIRA, F. P.; TOREZAN, J. M. D.; HUGRIA, M.; ANDRADE, G. Promising indicators for assessment of agroecosystems alteration among natural, reforested and agricultural land use in southern Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 115, p. 237-247. 2006.

NOLASCO, F. **Avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas: um método fitotécnico**. 225f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1999.

ODUM, H.T. **Emergy of Global Processes**. Folio #2. *In: Handbook of Emergy Evaluation*, Gainesville: Center for Environmental Policy, Environmental Engineering Sciences, Univ. Florida, 2000.

ODUM, H.T. **Environmental Accounting, Emergy and Decision Making**. J. Wiley, NY, 1996, 370p.

OLIVEIRA, E.B; SCHREINER, E.J, GRAÇA, L.R; BAGGIO, A.J. Avaliação econômica da consorciação do milho (zea mays l.) com *Pinus taeda* L. no estado do Paraná. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 37, p. 19-30, Jul./Dez. 1998.

ORTEGA, E. **Indicadores de sustentabilidade sob a perspectiva da análise emergética**. *In: MARQUES, J. F.; SKORUPA, L. A.; FERRAZ, J. M. G. (Eds.) Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas*. Jaguariúna: Embrapa Meio

Ambiente, p.73-90. 2003.

ORTEGA, E.; QUEIROZ, J. F.; BOYD, C. E. E; FERRAZ, J. M,. **Análise emergética do cultivo de bagre no Alabama, EUA: uma visão geral.** 2004.

OURIQUES, M.. Seqüestro de carbono de um sistema agroflorestral com bracatinga (*Mimosa scabrella* Bertham) na região metropolitana de Curitiba – PR. In: **Sistemas Agroflorestrais e Desenvolvimento com Proteção Ambiental: Práticas e Tecnologia Desenvolvidas.** Colombo: Embrapa Florestas, p.107-118. 2006.

PEDROSO, K.B. **Sustainability assessment of two forest production systems in the Brazilian Amazon.** Faculty of Forest and Environmental Sciences University of Freiburg Master of Science in European Forestry Erasmus Mundus. p155. 2009.

PEREIRA , L.G. **Síntese dos métodos de pegada ecológica e análise emergética para diagnóstico da sustentabilidade de países - o brasil como estudo de caso.** 183f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas. 2008.

POGGIANI, F.; STAPE e GONÇALVES, J.L.M. **Indicadores de sustentabilidade das plantações florestais.** Piracicaba. SÉRIE TÉCNICA IPEF. V. 12, n. 31, p. 33-44, 1998.

POGGIANI, F.; ZAMBERLAN, E.; MONTEIRO, E.; GAVA, I.C. Quantificação da deposição de folhedeo em talhões experimentais de pinus, eucaliptos e bracatinga plantados em uma área degradada pela mineração do xisto betuminoso. **IPEF**, Piracicaba, n.37 p.21-29, 1987.

POMIANOSKI, D. J. W.; DEDECEK, R. A.; VILCAHUAMÁN, L. J. M. Perdas de solo e água no sistema agroflorestral da bracatinga (*Mimosa scabrella* Bertham) em diferentes declividades e manejos. In: **Sistemas Agroflorestrais e Desenvolvimento com Proteção Ambiental: práticas e tecnologia desenvolvidas.** Colombo: Embrapa Florestas, p.365, 2006.

POMIANOSKI, D.J. W. **Perdas de solo e água em sistemas agroflorestrais da bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) em diferentes declividades e manejos.** Dissertação (Mestrado em ciência do solo) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2005.

PORFÍRIO-DA-SILVA, W; MAZUCHOWSKI, J.Z; PINTO, A.F; MINIOLI NETTO, M. BECKER, J.C. **Memórias da Oficina Sobre Bracatinga no Vale do Ribeira**

Curitiba, PR. Documentos 134. Colombo : Embrapa Florestas, 2006. 1 CD-ROM. (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1679-2599 ; 134) ISSN 1517-526X (impresso). 2006.

QUEIROZ, D. **Avaliação de funções de afilamento e sortimentos para *Mimosa scabrella* bentham em povoamentos nativos da Região Metropolitana de Curitiba.** 134f. Mestrado (Ciências Florestais). - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 2006.

RÊGO, José Fernandes do (coord.). **Análise econômica de sistemas básicos de produção familiar rural no vale do Acre.** Rio Branco: UFAC, 53 p. (Projeto de Pesquisa do Departamento de Economia da UFAC). 1996.

REISSMANN, C. B.; WISNIEWSKI, C. **Aspectos nutricionais de plantios de *Pinus*.** Curitiba: UFPR, 2001. Disponível em: <<http://agrarias.ufpr.br/~mrlima/pesquisas/R001.htm>>. Acesso em: 23/01/2010.

RESOLUÇÃO CONJUNTA **IBAMA/SEMA/IAP 007** de 18/04/2008.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p.389. 2001.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Avaliação de projetos florestais.** Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, p.47. 1993.

RÍES, S. **Instituto de Estudos Superiores Financeiros e Fiscais - Seminário de "Sustentabilidade e Estratégia Empresarial".** Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Sustentabilidade_econ%C3%B3mica. Acesso em: 25-07-2010.

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

ROCHADELLI, R. **Contribuição sócio-econômica da bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham.) na Região Metropolitana de Curitiba- Norte (RMC-N).** 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1997.

RODIGHERI, H. R.; IEDE, E. T. Avaliação ambiental, econômica e social dos danos causados pelos pulgões-gigantes-do-pinus *Cinara spp.* em plantios de Pinus no Sul do Brasil. Colombo: Embrapa Florestas, p.3, 2004. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 110).

RODIGHERI, H. R. **Sistemas agroflorestais como alternativa de aumento de emprego e renda na propriedade rural.** In: SEMINÁRIO [SOBRE] SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2003, Campo Grande. [Anais.]. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. 1 CD-ROM. 2003.

RODIGHERI, H. R. **Florestas como alternativa de aumento de emprego e renda na propriedade rural.** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, (Circular técnica, n.42), p.13 .2000.

RODIGUERI, H.R.; GRAÇA, L.R. Análise econômica comparativa de dois sistemas de cultivo de erva-mate com o de rotação de soja-trigo no sul do Brasil. In: CONGRESSO DA SOBER, XXXIV, 1996, Aracajú, **Anais.** Aracajú: SOBER, p.1494-1504. 1996.

RODRIGUES, E.F.G.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. & DE-POLLI, H. Biomassa microbiana de carbono de solos de Itaguaí (RJ): Comparação entre os métodos fumigação-incubação e fumigação-extração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p.427-432. 1994.

ROEDER, R. **Bracatinga: Conflitos de legislação entre os estados do Paraná e Santa Catarina.** 135f. Dissertação (mestrado em desenvolvimento regional) Universidade do Contestado, Canoinhas. 2009.

ROMANELLI, T. L. **Sustentabilidade energética de um sistema de produção da cultura de eucalipto.** Piracicaba. 121 f. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz Universidade de São Paulo. 2007.

ROSS, S. A, WESTERFIELD, R. W., JORDAN, B. D. **Princípios de Administração Financeira – Essentials of Corporate Finance.** Tradução: Antonio Zoratto Sanvicente. São Paulo: Atlas, 1997.

RUFINO, R. C. **Avaliação da Qualidade Ambiental do Município de Tubarão (SC) através do uso de indicadores ambientais.** 113f. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2002.

SACHS, I. **Estratégia de desenvolvimento para o século XXI: Desenvolvimento**

e meio ambiente. Tradução de Magda Lopes. São Paulo. Studio Nobel, fundação do desenvolvimento administrativo.1993.

SACHS, I. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir.** São Paulo: Vértice, 1986.

SANTOS, A.J DOS; LEAL, A.C.; GRAÇA, L.R.; CARMO, A.P.C. Viabilidade econômica do sistema agroflorestal grevilea x café na região norte do Paraná. **Cerne**, v.6, n.1, p.089-100. 2000.

SANTOS, M. J. C. **Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia Ocidental.** Piracicaba, 75p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 2000.

SANTOS, M.J.C. **Viabilidade econômica em sistemas agroflorestais nos ecossistemas de terra firme e várzea no estado do Amazonas: um estudo de casos.** ". 158f. Tese. (doutorado em Recursos Florestais).Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2004.

SAWINSKI. J. J. **Rentabilidade econômica comparativa entre *Pinus*, Eucalipto, Erva-mate e as principais culturas agrícolas da microregião de Canoinhas – SC.** 103f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

SCHREINER, H.G. & BAGGIO, A.J. Culturas intercalares de milho (*Zea mays* L.) em reflorestamentos com *Pinus taeda* L. no Sul do Paraná. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, v8/9,p.26-49. 1984.

SEIFERT, A. L.; SANTIAGO, D. C. Formação dos profissionais das áreas de ciências agrárias em segurança no trabalho rural. **Ciência e Agrotecnologia. Lavras**, v.33, n.4, p.1131-1138, 2009.

SILVA, E.E. DA; AZEVEDO, P.H.S.; DE-POLLI, H. **Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C).** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 6p.(Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico 98). 2007.

SILVA, I. C. **Viabilidade agroeconômica do cultivo do cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.) com açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) e com pupunheira (*Bractris gasipaes* Kunth) em sistemas agroflorestais na Amazônia.** 143 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

SILVA, L.G.; MENDES, I.C.; REIS JUNIOR, F.B.; FERNANDES, M.F.; MELO, J.T.; KATO, E. Atributos físicos, químicos e biológicos de um Latossolo de cerrado em plantio de espécies florestais. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.44, n.6, p.613-620. 2009.

SOUZA, I.M.Z. **Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo em áreas reflorestadas comparadas ao campo e mata nativa no planalto dos campos gerais, SC.** 71f. Mestrado (Ciências do Solo) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Lages. 2005.

SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; PAULINO, H.B.; SILVA, C.A. & BUZETTI, S. Alterações nas frações do carbono em um Neossolo quartzarênico submetido a diferentes sistemas de uso do solo. *Acta Sci. Agron.*, 28:305-311, 2006b.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. Disponível em: <http://www.sbs.org.br/estatisticas.htm>. Acesso em: 08-03-2010.

SOUZA, A; CLEMENTE, A. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações.** São Paulo: Atlas, 1999.

SPARLING, G.P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. **Aust. J. Soil Res.**, v.30, p.95-207. 1992.

SCIUBBA, E; ULGIATIB, S. Emergy e análises do exergy: Métodos complementares ou opções ideológicas irreducíveis? **Energia.** V.30, p.1953-1988. 2005.

STEENBOCK, W. **Domesticação de bracatingais: perspectivas de inclusão social e conservação ambiental.** 281f. Tese (Doutrado em Recursos Genéticos Vegetais). Universidade Federal de Santa Catarina. 2009.

STURION, J. A.; TOMASELLI, I. Influência do tempo de estocagem de lenha de bracatinga na produção de energia. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 21, p. 37-47, dez. 1990.

THUESEN, H. G.; FABRYCKY, W. J.; TAVESSEN, G. J. **Ingeniería económica.** Madrid, p.592, 1991.

THEODOROVICZ, A., THEODOROVICZ, A. M. de, CANTARINO, S. da C. **Projeto**

Curitiba: atlas geoambiental da região metropolitana de Curitiba: subsídios ao planejamento territorial. CPRM. São Paulo. p.45.1999.

TONON, A.E.N. **Efeitos da densidade inicial e do sítio sobre o crescimento e a produção de bracatingais da região metropolitana de Curitiba.** Curitiba. 193 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 1998.

ULGIATI, S. & BROWN, M.T. **Quantifying the environmental support for dilution and abatement of process emissions - The Case of Electricity Production.** Journal of Cleaner Production 10. 335-348,2002.

VAN BELLEN, Hans Michel. **Indicadores de Sustentabilidade: Uma análise comparativa.** FGV Editora, 2.a ed, Rio de Janeiro, 2006.

VANCE, A.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology & Biochemistry.** Oxford, v.19, n.6, p.7033-707. 1987.

VARGAS, L. K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um Podzólico Vermelho-Escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, DF, v. 24, n. 1, p. 35-42, jan./fev. 2000.

VILAR, M.B. **Valoração econômica de serviços ambientais em propriedades rurais.** 171f. Dissertação (mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa. 2009.

WANDER, M. M.; TRAINA, B.R. Organic and conventional management effects on biologically active soil organic matter pools. **Soil Science Society of America Journal**, v.58, p.1130-1139. 1994.

WEBER, S.K. **Manejo da bracatinga (*Mimosa scabrella* benth.) baseado no crescimento diamétrico de árvores individuais.** 141f. Tese (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2007.

ZINN, Y.L. **Caracterização de propriedades físicas, químicas e da matéria orgânica de solos nos cerrados sob plantações de *Eucalyptus* e *Pinus*.** 85p. Tese (Mestrado) Universidade de Brasília. Brasília, 1998.

APÊNDICES

Apêndice A - Memória de cálculos emergéticos do sistema agroflorestal com bracatinga

Sol

	$(1569.5 \text{ kWh/m}^2.\text{ano}) \cdot (1-0.13) \cdot (7 \text{ anos})$		
Radiação solar	1569.5	KWh/m ² /ano	(a)
Albedo	0.13		(a)
Ciclo da cultura	7	anos	
Contribuição	9558.255	KWh/m ² /ano	
Transformidade	1	sej/J	(definição)

Chuva

	$1405 \text{ L/m}^2.\text{ano} \cdot (7 \text{ anos}) / 1000 \text{ litros}$		
pluviosidade	1405	L/m ² .ano	(b)
ciclo da cultura	7	anos	
conversão Litros/m ³	1000	litros	
Contribuição	9.835	L/m ² .ano	
Transformidade	31000	Sej/J	(c)

Perda de solo

	$(187 \text{ kg/ha.ano}) \cdot (0.04 \text{ kg M,O/kg solo}) \cdot (7 \text{ anos})$		
Perda de solo	187	Kg/ha/ano	(d)
materia orgânica	0.04	Kg M.O/Kg de solo	(e)
ciclo da cultura	7	anos	
Contribuição	52.36	Kg/ha/ano	
Transformidade	1.24E+05	sej/kg	(f)

ATIVIDADES

Preparo de solo

Equipamentos e máquinas (ferro)

depreciação	1.775	kg/ha	(g)
transformidade	1.80E+12	sej/kg	(h)

Mão-de-obra familiar

$(16 \text{ hora/homem}) \cdot (1670000 \text{ hora-homem})$

quantidade	16	hora/homem	(i)
fator de conversão hora-homem/J	1.67E+06	J/hora-homem	(j)
contribuição	2.67E+07	J	
transformidade	1.10E+07	sej/J	(l)

Cultivo agrícola

Equipamentos e máquinas (ferro)

depreciação	1.98	kg/ha	(g)
transformidade	1.80E+12	sej/kg	(h)

Sementes

quantidade	20.83 kg/ha	(i)
transformidade	1.47E+12 sej/kg	(m)

Esterco de galinha

$(6.61 \text{ m}^3/\text{há}) \cdot (700 \text{ kg}/\text{m}^3) \cdot (5000 \text{ kcal}/\text{kg}) \cdot (4186 \text{ J}/\text{kcal})$

Quantidade	6.61 m ³ /ha	(i)
densidade do esterco	700 kg/m ³	(n)
valor calorico	5.00E+03 kcal/kg	(o)
fator de conversão kcal/J	4186 J/kcal	
contribuição	9.684E+10 J/ha	
transformidade	2.65E+04 sej/J	(h)

Mão-de-obra familiar

$(232.08 \text{ hora}/\text{homem}) \cdot (1670000 \text{ hora-homem})$

quantidade	232.08 Hora/homem	(i)
fator de conversão hora-homem/J	1.67E+06 J/hora-homem	(j)
contribuição	3.88E+08 J	
transformidade	1.10E+07 sej/J	(l)

Colheita florestal**Equipamentos e máquinas (ferro)**

depreciação	1.601 kg/ha	(g)
transformidade	1.80E+12 sej/kg	(h)

Equipamentos e máquinas (Aço)

depreciação	7.2 kg/ha	(i)
transformidade	6.70E+11 sej/kg	(j)

Equipamentos e máquinas (madeira)

quantidade	100 kg/ha	(i)
transformidade	1.64E+11 Sej/kg	(h)

Combustível

$(8.27 \text{ litros}/\text{há}) \cdot (0.75 \text{ kg}/\text{L}) \cdot (1000 \text{ kcal}/\text{kg})$

consumo	8.27 litros/ha	(i)
densidade	0.75 kg/L	(p)
energia do combustível	1000 kcal/kg	(p)
Fator de conversão kcal/J	4186 J/kcal	
contribuição	6202.5 J	
transformidade	1.11E+05 sej/J	(l)

Mão-de-obra familiar

(292.8hora/homem)*(1670000hora-homem)

quantidade	292.8	Hora/homem	(i)
fator de conversão hora-homem/J	1.67E+06	J/hora-homem	(j)
contribuição	4.89E+08	J	
transformidade	1.10E+07	sej/J	(l)

Mão-de-obra externa

(136.8hora/homem)*(1670000hora-homem)

quantidade	136.8	Hora/homem	(i)
fator de conversão hora-homem/J	1.67E+06	J/hora-homem	(j)
contribuição	2.28E+08	J	
transformidade	1.10E+07	sej/J	(l)

Base consultada

- (a) NASA (2009)
- (b) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009)
- (c) Odum, 2000a e b
- (d) Pomianoski, 2005
- (e) Rodríguez et al., 2002
- (f) Brandt-Williams (2002) p.07
- (g) pesquisa de mercado
- (h) Ortega, 1998. Extraído de <http://www.unicamp.br/fea/ortega/curso/transformid.htm> 23/11/2009
- (i) dados originais do produtor
- (j) Extraído de <http://www.unicamp.br/fea/ortega/curso/d1.htm>
- (l) Odum 1996
- (m) Extraído de <http://www.unicamp.br/fea/ortega/curso/c1.htm>
- (n) Hermes, 2005
- (O) Agostinho, 2005
- (p) Cavalett, 2004.

Apêndice B - Memória de cálculos emergéticos do sistema monocultural com pinus

Sol

$(1492.85 \text{ kWh/m}^2.\text{ano}) \cdot (1-0.12) \cdot (17 \text{ anos})$

Radiação solar	1492.85	KWh/m ² /ano	(a)
Albedo	0.12		(a)
Ciclo da cultura	17	anos	
Contribuição	22333.04	KWh/m ² /ano	
Transformidade	1	sej/J	(definição)

Chuva

$1414 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{ano} \cdot (17 \text{ anos}) / 1000 \text{ litros}$

pluviosidade	1414	L/m ² .ano	(b)
ciclo da cultura	7	anos	
conversão Litros/m ³	1000	litros	
Contribuição	24,03	m ³ /m ² .ano	
Transformidade	31000	Sej/J	(c)

Perda de solo

$(3500 \text{ kg/ha.ano}) \cdot (0.04 \text{ kg M,O/kg solo}) \cdot (17 \text{ anos})$

Perda de solo	3500	Kg/ha/ano	(d)
matéria orgânica	0.04	Kg M.O/Kg de solo	(e)
ciclo da cultura	17	anos	
Contribuição	2380	Kg/ha/ano	
Transformidade	1.24E+05	sej/kg	(f)

ATIVIDADES

Preparo de solo

Herbicida

Quantidade	2	kg/ha	(g)
Transformidade	1.31E+15		(h)

pulverizador costal (plastico)

quantidade	4.3	kg/ha	(i)
transformidade	4.30E+11		(j)

equipamentos e máquinas (aço)

quantidade	5.69	kag/ha	(i)
transformidade	6.70E+11		(l)

Combustível

$(114.16 \text{ litros/há}) * (0.75 \text{ kg/L}) * (1000 \text{ kcal/kg}) * 4186$

quantidade	114.16667	(g)
densidade	0.75 kg/L	(m)
energia do combustível	1000 kcal/kg	(m)
Fator de conversão kcal/J	4186 J/kcal	
contribuição	358426250 J	
transformidade	1.11E+05 sej/J	(n)

Mão-de-obra

$(9.44 \text{ hora/homem}) * (1670000 \text{ hora-homem})$

quantidade	9.44 Hora/homem	(g)
fator de conversão hora-homem/J	1.67E+06 J/hora-homem	(l)
contribuição	1.58E+07 J	
transformidade	1.10E+07 sej/J	(h)

Plantio

Mudas

$(2000 \text{ unidades}) * (0.096 \text{ US\$})$

quantidade	2000 unidades	(g)
preço	0.096 US\$	(g)
contribuição	192 US\$	
Transformidade	1.55E+11 sej/US\$	(o)

Hidrogel

Quantidade	0.2 kg/ha	(g)
transformidade	4.94E+12	(o)

equipamentos e máquinas (ferro)

quantidade	12.00 kg	(i)
transformidade	1.80E+12 sej/kg	(p)

equipamentos e máquinas (aço)

quantidade	1.03 kg	(i)
transformidade	6.70E+11 sej/kg	(l)

Combustível

$(43.62 \text{ litros/há}) * (0.75 \text{ kg/L}) * (1000 \text{ kcal/kg}) * 4186$

quantidade	43.625455	(g)
densidade	0.75 kg/L	(m)
energia do combustível	1000 kcal/kg	(m)
Fator de conversão kcal/J	4186 J/kcal	
contribuição	136962115 J	
transformidade	1.11E+05 sej/J	(n)

Mão-de-obra

(21.81hora/homem)*(1670000hora-homem)

quantidade	21.812727	Hora/homem	(g)
fator de conversão hora-homem/J	1.67E+06	J/hora-homem	(l)
contribuição	3.64E+07	J	
transformidade	1.10E+07	sej/J	(h)

Manutenção

Controle de formigas cortadeiras

Formicida

quantidade	4	kg/ha	(g)
transformidade	2.49E+13		(q)

Mão-de-obra

(32.291hora/homem)*(1670000hora-homem)

quantidade	32.29	Hora/homem	(g)
fator de conversão hora-homem/J	1.67E+06	J/hora-homem	(l)
contribuição	5.39E+07	J	
transformidade	1.10E+07	sej/J	(h)

Replanteio**Mudas**

(160unidades)*(0.096US\$)

quantidade	160	unidades	(g)
preço	0.096	US\$/unidade	(g)
contribuição	15.36	US\$	
transformidade	1.55E+11		(o)

equipamentos e máquinas (ferro)

quantidade	1.0327996	kg	(i)
transformidade	1.80E+12	sej/kg	(p)

Mão-de-obra

(24hora/homem)*(1670000hora-homem)

quantidade	24	Hora/homem	(g)
fator de conversão hora-homem/J	1.67E+06	J/hora-homem	(l)
contribuição	4.01E+07	J	
transformidade	1.10E+07	sej/J	(h)

Controle de mato-competição**Hebicida**

Quantidade	6	kg/ha	(g)
Transformidade	1.31E+15		(h)

pulverizador costal (plastico)

quantidade	4.3		(i)
transformidade	5.85E+12		(j)

equipamentos e máquinas (aço)

quantidade	0.61 kg	(i)
transformidade	6.7E+11 sej/kg	(l)
Combustível (84litros/há)*(0.75kg/L)*(1000kcal/kg)*4186		
quantidade	84	(g)
densidade	0.75 kg/L	(m)
energia do combustível	1000 kcal/kg	(m)
Fator de conversão kcal/J	4186 J/kcal	
contribuição	263718000 J	
transformidade	111000 sej/J	(n)

Mão-de-obra

(67.73hora/homem)*(1670000hora-homem)

quantidade	67.76 Hora/homem	(g)
fator de conversão hora-homem/J	1670000 J/hora-homem	(l)
contribuição	113159200 J	
transformidade	11000000 sej/J	(h)

Poda**equipamentos e máquinas (ferro)**

quantidade	0.01 kg	(i)
transformidade	1.80E+12 sej/kg	(p)

Mão-de-obra

(52.51hora/homem)*(1670000hora-homem)

quantidade	52.51 Hora/homem	(g)
fator de conversão hora-homem/J	1670000 J/hora-homem	(l)
contribuição	87690308 J	
transformidade	11000000 sej/J	(h)

Colheita**Colheita em desbaste****equipamentos e máquinas (aço)**

quantidade	38.93 kg	(i)
transformidade	6.7E+11 sej/kg	(l)

Combustível

(606.94litros/há)*(0.75kg/L)*(1000kcal/kg)*4186

quantidade	606.94439	(g)
densidade	0.75 kg/L	(m)
energia do combustível	1000 kcal/kg	(m)
Fator de conversão kcal/J	4186 J/kcal	
contribuição	1.906E+09 J	
transformidade	111000 sej/J	(n)

Mão-de-obra

(52.71hora/homem)*(1670000hora-homem)

quantidade	52.71	Hora/homem	(g)
fator de conversão hora-homem/J	1670000	J/hora-homem	(l)
contribuição	88026685	J	
transformidade	11000000	sej/J	(h)

Colheita em corte raso

equipamentos e máquinas (aço)

quantidade	36.09	kg	(i)
transformidade	6.7E+11	sej/kg	(l)

Combustível

(558.3litros/há)*(0.75kg/L)*(1000kcal/kg)*4186

quantidade	558.30709		(g)
densidade	0.75	kg/L	(m)
energia do combustível	1000	kcal/kg	(m)
Fator de conversão kcal/J	4186	J/kcal	
contribuição	1.753E+09	J	
transformidade	111000	sej/J	(n)

Mão-de-obra

(50.06hora/homem)*(1670000hora-homem)

quantidade	50.06	Hora/homem	(g)
fator de conversão hora-homem/J	1670000	J/hora-homem	(l)
contribuição	83604541	J	
transformidade	11000000	sej/J	(h)

Base consultada

- (a) NASA (2009)
- (b) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009)
- (c) Odum, 2000a e b
- (d) Pomianoski, 2005
- (e) Rodríguez *et al.* (2002)
- (f) Brandt-Williams (2002) p.07
- (g) dados originários da Empresa
- (h) Odum 1996
- (i) Pesquisa em mercado
- (j) Brown & Burakarn (2003)
- (l) Extraído de <http://www.unicamp.br/fea/ortega/curso/d1.htm>
- (m) Cavalett, 2004.
- (n) Brandt-Williams., 2002
- (o) Coelho *et al.*(2003)
- (p) Ortega, 1998. Extraído de <http://www.unicamp.br/fea/ortega/curso/transformid.htm> 23/11/2009
- (q) Brandt-Williams (2002) p.06

ANEXOS

Anexo 1 – Resultado da análise estatística da biomassa microbiana do carbono do solo (BMS-C) entre o sistema com bracatinga e sua mata nativa e entre o sistema com pínus e sua mata nativa.

ANÁLISE DE VARIÂNCIA ENTRE O SISTEMA COM BRACATINGA E SUA MATA NATIVA

FV	GL	SQ	QM	Fc Pr>Fc
TRAT	1	354576.581344	354576.581344	101.475 0.0000
PROFUN	1	147115.716544	147115.716544	42.103 0.0000
TRAT*PROFUN	1	6810.100544	6810.100544	1.949 0.1726
PROFUN*TRAT	1	6810.100544	6810.100544	1.949 0.1726
erro	31	108320.774478	3494.218532	
Total corrigido	35	623633.273456		
CV (%) =	16.04			
Média geral:	368.6261111	Número de observações:	36	

Sendo: TRAT = tratamentos: bracatinga e mata nativa; PROFUN = Profundidades: 0-10cm e 10-20cm

ANÁLISE DE VARIÂNCIA ENTRE O SISTEMA COM PÍNUS E SUA MATA NATIVA

FV	GL	SQ	QM	Fc Pr>Fc
TRAT	1	218853.993003	218853.993003	19.789 0.0001
PROFUN	1	18121.198225	18121.198225	1.639 0.2100
TRAT*PROFUN	1	2735.813025	2735.813025	0.247 0.6224
PROFUN*TRAT	1	2735.813025	2735.813025	0.247 0.6224
erro	31	342846.639686	11059.569022	
Total corrigido	35	585293.456964		
CV (%) =	35.58			
Média geral:	295.5680556	Número de observações:	36	

Sendo: TRAT = tratamentos: pínus e mata nativa; PROFUN = Profundidades: 0-10cm e 10-20cm

Anexo 2 - Resultado da análise de fertilidade do solo em todos os sistemas estudados

AMOSTRA	Profundidade (cm)	PH		Al+3	H+Al+3	Ca+2	Mg+2	K	SB	T	P	C	V	m	Ca/Mg	Argila
		CaCl2	SMP									mg/dm3	g/dm3	%	%	
Braca1	0-10	3.7	4.8	2.2	12.1	2.5	0.9	0.11	3.51	15.61	15.9	43.3	22	39	2.8	550
	10-20	3.6	4.8	3.2	12.1	1.9	0.5	0.09	2.49	14.59	9.9	38.6	17	56	3.8	550
Braca2	0-10	3.5	4.8	3.1	12.1	0.5	0.4	0.1	1	13.1	7.9	39.7	8	76	1.3	475
	10-20	3.4	4.7	4.8	13.1	0.5	0.2	0.06	0.76	13.86	3.6	31.8	5	86	2.5	475
Braca3	0-10	3.3	4.4	5.1	16.3	0.5	0.3	0.08	0.88	17.18	3.8	39.7	5	85	1.7	450
	10-20	3.3	4.4	5.2	16.3	0.3	0.2	0.07	0.57	16.87	3.2	28.5	3	90	1.5	450
Mata da braca	0-10	3.5	4.3	3.9	17.6	1.9	0.9	0.14	2.94	20.54	5.7	52	14	57	2.1	500
	10-20	3.5	4.2	4.8	19	1.3	0.5	0.11	1.91	20.91	4.8	48.2	9	72	2.6	550
Pinus 1 e 2	0-10	3.6	4.6	4.5	14.1	0.2	0.1	0.09	0.39	14.49	5.7	37.4	3	92	2	375
	10-20	3.6	4.7	4.2	13.1	0.1	0.1	0.08	0.28	13.38	4.2	35.1	2	94	1	375
Pinus 3	0-10	3.6	4.4	5.6	16.3	0.3	0.1	0.07	0.47	16.77	3.6	34	3	92	3	525
	10-20	3.6	4.3	5.7	17.6	0.1	0.1	0.08	0.28	17.88	3.2	43.3	2	95	1	525
Mata do pinus 1 e 2	0-10	3.3	4.5	4.5	15.2	0.3	0.1	0.13	0.53	15.73	11.4	48.2	3	89	3	300
	10-20	3.4	4.4	4.8	16.3	0.2	0.1	0.1	0.4	16.7	7	39.7	2	92	2	300
Mata do pinus 3	0-10	3.2	4.2	5.2	24.5	0.4	0.1	0.11	0.61	25.11	9.6	58.5	2	90	4	325
	10-20	3.3	4.3	6.1	17.6	0.2	0.1	0.1	0.4	18	8.1	45.7	2	94	2	375

Sendo: Braca 1, 2 e 3 correspondentes as amostras de solo coletadas no sistema artificial de bracinga nos terços superior, médio e inferior, respectivamente; Mata da braca corresponde ao sistema natural da bracinga; Pinus 1,2 e 3 correspondentes as amostras do sistema artificial do pinus das três áreas de coleta; Mata do pinus 1,2 e 3 correspondentes as amostras coletadas nas três áreas naturais do pinus.