

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ANÁLISE DOS DISPÊNDIOS ENERGÉTICOS E ECONÔMICOS DA
IMPLANTAÇÃO DE EUCALIPTO.**

EDSE AMANDA BERTALHA GATIN

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para a obtenção de título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU - SP
Dezembro - 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ANÁLISE DOS DISPÊNDIOS ENERGÉTICOS E ECONÔMICOS DA
IMPLANTAÇÃO DE EUCALIPTO.**

EDSE AMANDA BERTALHA GATIN

Orientador: Prof. Dr. Osmar de Carvalho Bueno
Co-orientadora: Profa. Dra. Maura Seiko Tsutsui Esperancini

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para a obtenção de título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU - SP
Dezembro - 2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

G261a Gatin, Edse Amanda Bertalha, 1974-
Análise dos dispêndios energéticos e econômicos da implantação de eucalipto. / Edse Amanda Bertalha Gatin. - Botucatu : [s.n.], 2010

xvi, 120 f. : gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2010
Orientador: Osmar de Carvalho Bueno
Co-orientador: Maura Seiki Tsutsui Esperancini
Inclui bibliografia.

1. Eucalipto. 2. Dispêndios energéticos. 3. Dispêndios econômicos. I. Bueno, Osmar de Carvalho. II. Esperancini, Maura Seiki Tsutsui. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. IV. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU**

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: “ANÁLISE DOS DISPÊNDIOS ENERGÉTICOS E ECONÔMICOS DA
IMPLANTAÇÃO DE EUCALIPTO”**

ALUNA: EDSE AMANDA BERTALHA GATIN

ORIENTADOR: PROF. DR. OSMAR DE CARVALHO BUENO

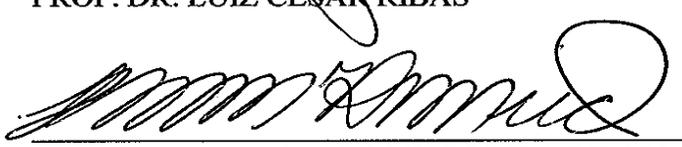
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. OSMAR DE CARVALHO BUENO



PROF. DR. LUIZ CESAR RIBAS



PROF. DR. LUIS CARLOS FERREIRA DE ALMEIDA

Data da Realização: 09 de dezembro de 2010.

Ao meu amado esposo **Carlos Gatin**, pela compreensão, amor e incentivo em todos os meus momentos, e ao meu filho **Enzo** pela razão da minha vida.

À minha mãe **Sandra** pelo apoio e amor em todos os momentos de minha vida.

À Deus pelo dom da vida e por sempre iluminar meus caminhos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus pela oportunidade.

À minha família Sandra, Karina, Biro, Neusa, Roberto e Nadir pela amizade, carinho, amor e principalmente pelo incentivo nos momentos difíceis. Meus agradecimentos.

Ao Prof. Dr. Osmar de Carvalho Bueno, meu orientador, exemplo de conduta, dedicação, paciência durante o desenvolvimento deste trabalho, mas acima de tudo pelo apoio, confiança e amizade. Muito obrigado.

À Profa. Dra. Maura Seiko Tsutsui Esperancini, pela co-orientação, atenção, sugestões e ensinamentos na elaboração da dissertação. Obrigado.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, pela oportunidade. Agradeço.

À Seção de Pós-Graduação e ao Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial pela atenção e cordialidade.

Aos docentes responsáveis pelas disciplinas do curso de pós-graduação em Agronomia, programa Energia na Agricultura, pelos ensinamentos recebidos, que me possibilitaram enriquecimento técnico e profissional.

Aos membros da banca examinadora Prof. Dr. Luis Carlos Ferreira de Almeida e Prof. Dr. Luiz Cezar Ribas, pelas excelentes sugestões, as quais foram de grande valia para o enriquecimento das informações contidas nessa dissertação. Sou muito agradecida.

Ao Prof. Dr. José Roberto Corrêa Saglietti e equipe do Departamento de Física do Instituto de Biociências – UNESP – Campus de Botucatu, pela colaboração na realização dessa pesquisa.

À Empresa Eucatex Florestal, e ao gerente Hernon José Ferreira pela oportunidade e apoio na realização desse projeto de vida e pelas valiosas informações que resultaram nesse trabalho.

Ao Fábio Túlio Lima Cró, coordenador na Eucatex, pela compreensão, confiança e apoio, sem os quais seria impossível a conclusão desse trabalho.

Ao supervisor na Eucatex, Márcio Rogério Mainardes por todo o apoio e atenção prestados, meu muito obrigada.

Aos profissionais e amigos da Eucatex e à prestadora de serviço JFI pelo apoio e colaboração em todas as etapas dessa dissertação.

Aos amigos da Eucatex Florestal, unidade Botucatu, anjos que, mesmo sem asas, em todos os momentos me ajudaram e incentivaram para a conclusão deste trabalho. Agradeço.

Ao meu esposo e companheiro Carlos Gatin pelo companheirismo, atenção e amor que foram essenciais para a finalização deste trabalho.

Ao meu filho Enzo que me fortaleceu a cada momento desta caminhada, agradeço a Deus por ter me enviado este ser, que é a razão da minha vida.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. Agradeço.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE APÊNDICES	XII
LISTA DE ABREVIATURAS	XIII
1 RESUMO	1
2 SUMMARY	3
3 INTRODUÇÃO	5
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
4.1 Setor florestal brasileiro	8
4.1.1 Eucalipto	10
4.2 Rendimentos operacionais	11
4.3 Análise energética	12
4.3.1 Classificação das energias	13
4.3.1.1 Energias renováveis e não renováveis	14
4.3.1.2 Em função de seu destino ou utilização	15
4.3.1.3 Segundo a forma que se apresentam na natureza	15
4.3.1.4 Segundo a origem	15
4.3.2 Os fluxos de energia	16
4.3.2.1 Composição do fluxo de energia	17
4.3.3 Índices energéticos ou calóricos	18
4.3.4 Delimitação da matriz energética	19
4.3.5 Entradas energéticas	19
4.3.5.1 Energia direta de origem biológica.....	20
4.3.5.2 Energia direta de origem fóssil	22
4.3.5.3 Energia indireta de origem industrial	23
4.4 Análise energética e econômica	27
4.5 Análise econômica	29
4.5.1 Custo de produção	29

6.1.3	Subsolagem	55
6.1.4	2º Adubação de cobertura mecanizada	56
6.1.5	Capina química na entrelinha	57
6.1.6	Adubação e coveta lateral	58
6.1.7	Capina química pré-plantio	59
6.1.8	Limpa trilho	60
6.2	Dispêndios econômicos por operação	66
6.2.1	2º Adubação de cobertura mecanizada	66
6.2.2	Subsolagem	67
6.2.3	Irrigação com gel	68
6.2.4	1º Adubação de cobertura manual	69
6.2.5	Limpa trilho	70
6.2.6	3º Adubação de cobertura mecanizada	71
6.2.7	Capina química na entrelinha	72
6.2.8	Plantio	73
7	CONCLUSÃO	79
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
	APÊNDICE	91

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Dispêndio de energia dos agricultores por tipo de trabalho agrícola em fração correspondente ao GER	40
2	Recomendação da análise de solo indicada para os talhões estudados.....	44
3	Porcentagem média de importação de alguns fertilizantes no Brasil, 2009	45
4	Coefficiente para conversão de unidades físicas em unidades energéticas..	46
5	Valores dos salários da função diarista e tratorista	47
6	Preços praticados de óleo diesel, óleo lubrificante e graxa	48
7	Preços praticados dos insumos utilizados na implantação de eucalipto	50
8	Entrada de energia por tipo, fonte e forma, em MJ . ha ⁻¹ , e participações percentuais na operação de 1º adubação de cobertura manual	53
9	Entrada de energia por tipo, fonte e forma, em MJ . ha ⁻¹ , e participações percentuais na operação de 3º adubação de cobertura mecanizada	54
10	Entrada de energia por tipo, fonte e forma, em MJ . ha ⁻¹ , e participações percentuais na operação de subsolagem	55
11	Entrada de energia por tipo, fonte e forma, em MJ . ha ⁻¹ , e participações percentuais na operação de 2º adubação de cobertura mecanizada	56
12	Entrada de energia por tipo, fonte e forma, em MJ . ha ⁻¹ , e participações percentuais na operação de capina química na entrelinha	57
13	Entrada de energia por tipo, fonte e forma, em MJ . ha ⁻¹ , e participações percentuais na operação de adubação e coveta lateral	58
14	Entrada de energia por tipo, fonte e forma, em MJ . ha ⁻¹ , e participações percentuais na operação de capina química pré-plantio	59
15	Entrada de energia por tipo, fonte e forma, em MJ . ha ⁻¹ , e participações percentuais na operação de limpa trilho	60
16	Participação das operações do itinerário técnico na implantação de eucalipto (2008/ 2009).....	61

17	Entrada de energia, por tipo, fonte e forma, em MJ . ha ⁻¹ , e suas respectivas participações na implantação de eucalipto	63
18	Custo operacional, por tipo, fonte e forma, em R\$. ha ⁻¹ , e participações percentuais na operação de 2º adubação de cobertura mecanizada.....	66
19	Custo operacional, por tipo, fonte e forma, em R\$. ha ⁻¹ , e participações percentuais na operação de subsolagem	67
20	Custo operacional, por tipo, fonte e forma, em R\$. ha ⁻¹ , e participações percentuais na operação de irrigação com gel	68
21	Custo operacional, por tipo, fonte e forma, em R\$. ha ⁻¹ , e participações percentuais na operação de 1º adubação de cobertura manual	69
22	Custo operacional, por tipo, fonte e forma, em R\$. ha ⁻¹ , e participações percentuais na operação de limpa trilho	70
23	Custo operacional, por tipo, fonte e forma, em R\$. ha ⁻¹ , e participações percentuais na operação de 3º adubação de cobertura mecanizada	71
24	Custo operacional, por tipo, fonte e forma, em R\$. ha ⁻¹ , e participações percentuais na operação de capina química na entrelinha	72
25	Custo operacional, por tipo, fonte e forma, em R\$. ha ⁻¹ , e participações percentuais na operação de plantio	73
26	Participação das operações nos custos da implantação de eucalipto (2008/ 2009)	74
27	Custos relativos ao tipo, fonte e forma de energia	76

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Localização da área de estudo	34
2	Localização e área dos talhões estudados	36
3	Operações realizadas na implantação de eucalipto	37
4	Dispêndios energéticos por operação da implantação de eucalipto	66
5	Participação, por hectare, dos tipos de energia na implantação de eucalipto	64
6	Participação, por ha, das diversas formas de energia na implantação de eucalipto	65
7	Dispêndios econômicos por operação da implantação de eucalipto	75
8	Participação dos custos, por hectare, dos tipos de energia na implantação de eucalipto	77
9	Participação econômica percentual nas diversas formas de energia na implantação de eucalipto	78

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice		Página
AP1	Massa, altura, idade e GER dos agricultores envolvidos nas operações do itinerário técnico da implantação de eucalipto. Itatinga/SP, 2008/2009	92
AP2	Cálculo de necessidades calóricas referentes a 24 horas para cada agricultor estudado	96
AP3	Jornada de trabalho, coeficientes de tempo de operação, mão-de-obra utilizada, modelo de máquina e/ou implemento, consumo de óleo diesel, lubrificante e graxa, e outros dados de referência por operação do itinerário técnico da implantação de eucalipto em Itatinga/ SP, por hectare	102
AP4	Determinação do consumo de óleo diesel, lubrificante e graxa para a implantação de eucalipto analisado	109
AP5	Valor calórico total por hectare dos insumos utilizados no sistema de implantação de eucalipto. Itatinga-SP, 2008/2009	110
AP6	Peso de embarque dos tratores e pesos dos implementos e pneus utilizados na implantação de eucalipto. Itatinga/SP	111
AP7	Massa dos contrapesos	114
AP8	Locais de lubrificação, volume utilizado, especificação do lubrificante e momento de troca por trator utilizado no itinerário técnico do agroecossistema eucalipto. Itatinga/SP, implantação 2008/2009	115
AP9	Vida útil e horas por ano de máquinas e implementos agrícolas	116
AP10	Matriz de coeficiente técnico. Custos operacionais	117

LISTA DE ABREVIATURAS

AMBICI	Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAF	Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas
ANDA	Associação Nacional para Difusão de Adubos
BEN	Balanco Energético Nacional
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
BRACELPA	Associação Brasileira de Celulose e Papel
BRDE	Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul
COE	Custo Operacional Efetivo
COT	Custo Operacional Total
CTP	Custo Total de Produção
CUSTAGRI	Sistema Integrado de Custos Agropecuários
<i>E.</i>	Eucalipto
EBio	Energia biológica
EDir	Energia direta
EEl	Energia hidroelétrica
EFos	Energia fóssil
EFA	Energia final aproveitável da agricultura
EIA	Energia injetada na agricultura
EInd	Energia indireta
EPA	Energia produzida pela agricultura
EPrim	Energia primária
ESec	Energia secundária
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura
FISQP	Ficha de informação de segurança de produto químico
GER	Gasto Energético no repouso
GJ	Gigajoule
h	hora
ha	hectare

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA	Instituto de Economia Agrícola
K ₂ O	óxido de potássio
kg	quilograma
km ²	quilômetros quadrados
l	litros
MB	Metabolismo Basal
MJ	Megajoule
N	nitrogênio total
NPK	nitrogênio, fósforo e potássio
P ₂ O ₅	pentóxido do fósforo
PCS	Poder Calorífico Superior
PIB	Produto interno bruto
Pronaf	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
Propflora	Programa de Plantio Comercial de Florestas
SBS	Sociedade Brasileira de Silvicultura
t	tonelada
TIR	Taxa Interna de Retorno
TPL	horas pagas em operações com trator de pneu leve (4x2)
VPL	Valor Presente Líquido

1 RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo analisar e comparar os dispêndios energéticos e econômicos da implantação de eucalipto, região de Botucatu, no município de Itatinga, estado de São Paulo. Comparando-se os gastos energéticos com o econômico, pode haver divergência, segundo seu tipo, fonte e forma, pois a análise energética capta as relações estruturais da produção, e a econômica, situações conjunturais de mercado. Utilizaram-se dados de fontes primárias e secundárias. A construção do itinerário técnico e informações da implantação de eucalipto foram obtidos em pesquisas realizadas em campo, diretamente com os técnicos e responsáveis pela operação. De fontes secundárias foram coletados dados referentes aos salários dos diaristas e tratoristas e os valores de maquinários e implementos agrícolas. A implantação de eucalipto é um conjunto de operações com investimentos em máquinas, consumo de combustível e de lubrificante, insumos e mão-de-obra, representando dispêndios energéticos e econômicos. Nesta análise a entrada energética foi classificada e quantificada conforme o seu tipo, energias diretas e energias indiretas, sendo a direta dividida em energia biológica e fóssil e a indireta em energia industrial. A análise econômica foi realizada separando as energias segundo seu tipo, fonte e forma, igualmente a análise energética. Pela análise energética o sistema quantificou um dispêndio de 21.831,76 MJ . ha⁻¹, sendo que os fertilizantes químicos foram os que tiveram maior participação (56,05%). Pela análise econômica os dispêndios da implantação de eucalipto foram de R\$ 3.884,18 . ha⁻¹, os fertilizantes participaram deste dispêndio com cerca de 36,48%.

Comparando a análise energética com a econômica, verificou-se que a energia direta fóssil tem uma participação na vertente energética de 18,97% e na vertente econômica de 5,24%. No longo prazo este sistema pode ter implicações do ponto de vista da sustentabilidade energética, dada a dependência de fontes não-renováveis, como também pode ter seu custo elevado frente a grande utilização destas energias, onde seu valor é determinado pelo mercado.

Palavras-chaves: dispêndios energéticos; dispêndios econômicos; eucalipto.

ENERGY AND ECONOMIC COSTS ANALYSES FROM EUCALYPTUS IMPLEMENTATION. Botucatu, 2010. 117p.

Dissertation (Master in Agronomy / Energy in the Agriculture) – Faculty of Agronomy Sciences, State University Paulista.

Author: EDSE AMANDA BERTALHA GATIN

Adviser: OSMAR DE CARVALHO BUENO

Co-adviser: MAURA SEIKO TSUTSUI ESPERANCINI

2 SUMMARY

This report aims to analyze and compare economic and energy costs from eucalyptus implementation, Botucatu region, Itatinga town, São Paulo state in Brazil. Comparing the economic costs with the energy costs, there can be differences about type, source and format because the energy analysis gets production structure relation, and the economic checking is related to market movements. It was used in this, data from second and first kind of sources. The building of the technical itinerary and eucalyptus implementation information were obtained from researches made in the field, directly with technicians and people responsible for the operation. From second sources, it was collected data refer to salary of daily and tractor drivers and the also values from agricultural machinery and machinery in general. The implementation of the eucalyptus is a group of operations with investments in machines, fuels use and lubricants, inputs and labor, which brings economic and energy costs. In this analysis the energy was classified and quantified by its own type, direct and indirect energy; so that the direct energy was divided in fossil and biological and the indirect to industrial energy. The economical analysis was done in the same way as the energy. By the economic analysis the system quantified a cost of 21.831,76 MJ. ha⁻¹, in a way that the chemical fertilizers had the biggest role (56,05%). By the economic analysis the cost of the eucalyptus implementation was R\$ 3.884,10 . ha⁻¹, the fertilizes were about 36,48%. Comparing those analysis, it was checked that direct energy from fossil has a great role in energetic aspect of 18,97% and in the economic aspect of 5,24%. In a long term this system

may have implications in the energetic sustainable view because it depends on non-renewable sources as well as a high cost when using these energies where its value is determined by the market.

Keywords: Energy costs; economic costs; eucalyptus.

3 INTRODUÇÃO

O eucalipto é nativo da Austrália e evidências mostram que a introdução do gênero *Eucalyptus* no Brasil ocorreu no início do século XIX, sendo que as primeiras árvores teriam sido plantadas em 1825, no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Até o início de século XX o eucalipto foi plantado apenas com a finalidade de ornamentação ou para servir de quebra-ventos, pelo seu extraordinário desenvolvimento.

O engenheiro agrônomo Edmundo Navarro de Andrade foi o responsável pela introdução de plantio de eucalipto em escala comercial, várias espécies nativas e exóticas foram pesquisadas entre os anos de 1904 e 1909, dentre os experimentos, o eucalipto se destacou e passou a suprir a demanda de lenha para combustíveis das locomotivas e dormentes para trilhos da Companhia Paulista de Estradas de Ferro. Além disso, era utilizado para a produção de mourões de cercas e postes margeando a ferrovia, fornecendo ainda o madeiramento para a construção das estações e vilas.

Entre 1909 e 1966 haviam sido plantados 470.000 hectares de eucalipto em todo o Brasil, 80% situavam-se no Estado de São Paulo.

Em meados dos anos 1960 passou a vigorar a Lei 5.106 dos incentivos fiscais ao reflorestamento, voltados para as grandes indústrias siderúrgicas e de papel e celulose. Essas indústrias, que estavam em franca expansão, eram obrigadas por força de lei a manter áreas próprias para sua produção de matéria-prima. A partir de então, foram plantados 3,2 milhões de hectares.

Em 1987, foram abolidos tais incentivos. Contudo, a tecnologia desenvolvida neste período encontrava-se fortalecida e completamente absorvida pelas indústrias florestais.

A madeira de eucalipto tem-se prestado a uma série de finalidades. Além dos usos tradicionais, como lenha, estacas, mourões, carvão vegetal, celulose e papel, chapas de fibras e de partículas, há uma forte tendência em utilizá-la, também, para usos mais nobres, como fabricação de casas, móveis e estruturas, especialmente nas regiões Sudeste e Sul. Dos plantios florestais podem ser obtidos outros produtos, como resinas, óleos essenciais e medicamentos, além de colaborarem para o seqüestro de carbono e contribuírem para a conservação das florestas naturais.

O setor industrial de base florestal tem sido marcado por um processo de utilização crescente de madeiras provenientes de reflorestamento, o que coloca o Brasil em sintonia com a ordem mundial, que enfatiza a preservação das florestas naturais e incentiva a implantação de florestas renováveis.

Motivados pela demanda e pela pressão da sociedade, para que o uso de fontes energéticas seja renovável e ambientalmente correto, o aperfeiçoamento das atuais tecnologias e a busca de novas rotas tecnológicas e de produtos energéticos tornou-se imprescindíveis.

O reconhecimento deste mercado em potencial traz vantagens competitivas ao Brasil, que tem a melhor tecnologia de plantio de florestas somadas às características naturais do país, solo e o clima, tendo assim, em relação ao plantio um tempo curto para a colheita. Com este potencial, o país obtém vantagens econômicas. Do ponto de vista social e ambiental, esta expansão florestal fixa o homem no meio rural e contribui para a preservação de florestas nativas e ecossistemas remanescentes.

O Brasil é a nação mais competitiva para a produção de madeira por meio de florestas plantadas, que estão distribuídas em 19 Estados da Federação, sendo o principal produtor o estado de Minas Gerais, seguido por São Paulo, Bahia, Rio Grande do Sul e Espírito Santo. O agronegócio florestal tem participação equivalente a 4% do produto interno bruto.

Atualmente existem algumas linhas de crédito para produtor florestal, sendo, a Propflora e Pronaf Florestal destinadas a produtores de pequeno e médio porte,

BNDES Florestal destinado a pessoas jurídicas, estes e alguns outros programas incentivam o plantio comercial e a recuperação de florestas.

A análise das fontes de energia necessária para a produção de eucalipto é importante no sentido de avaliar, posteriormente, a sustentabilidade da implantação do agroecossistema, do ponto de vista energético e compará-lo às entradas de recursos monetários ou custos de produção, que assume importante papel no processo de decisão do empresário, visando uma possível gestão mais sustentável, na primeira fase desta cultura.

O objetivo do presente trabalho foi determinar os indicadores das entradas energéticas e o custo operacional da fase de implantação da cultura de eucalipto, identificando o grau de dependência, frente à utilização dos insumos, classificando-os energética e economicamente por tipo, fonte e forma.

Utilizou-se como hipótese central à dependência energética e econômica da implantação de eucalipto frente a insumos energéticos de fonte industrial.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo está dividido em cinco seções. Primeiramente, é abordado o setor florestal brasileiro. Os rendimentos operacionais se encontram na segunda seção. A análise energética é o objetivo da terceira seção. A quarta seção trata da análise energética e econômica. Por fim, a quinta seção se refere da análise econômica.

4.1 Setor florestal brasileiro

Desde a descoberta do Brasil, o país sofreu redução superior a 90% nas áreas originais de Mata Atlântica, 50% nas de Cerrado e 20% nas da Amazônia. Ainda assim, dois terços de toda a madeira consumida são provenientes de florestas nativas (PINHEIRO, 2006).

Baena (1994) e Marcelino (2004) afirmaram que, com as devastações das florestas nativas brasileiras e para atender as crescentes demandas por produtos florestais, tornou-se necessário plantar ou reflorestar áreas já exploradas.

Em 2009 a área total de florestas plantadas de eucalipto e pinus no Brasil apresentou um crescimento de 2,5 % em relação ao total de 2008, considerado modesto tendo em vista o crescimento médio anual de 5,5 % no período de 2005 a 2008. Essa redução da taxa de crescimento em 2009 decorreu da crise financeira internacional que afetou a

economia mundial, reduzindo significativamente a demanda dos mercados compradores dos produtos das cadeias produtivas baseadas em madeira (ABRAF, 2010).

No Brasil de acordo com dados do IBGE, a área total absoluta é de aproximadamente 8.514.877 km² (851,4 milhões de hectares). Deste total, 477,7 milhões ha correspondem a florestas naturais e 5,98 milhões ha florestas plantadas, sendo 3,75 milhões com eucalipto; 1,80 milhão com pinus e 425,2 mil de outras espécies, ocupando apenas 0,7 do território nacional (SBS, 2008).

O Brasil é um dos maiores produtores e consumidores de carvão vegetal do mundo. Em 2005 a produção nacional foi de 5,5 milhões de toneladas. Desse total, 2,5 milhões de toneladas foram oriundos de florestas plantadas. O principal estado produtor é Minas Gerais, com uma produção de 1,74 milhão de toneladas, representando 69% do total (IBGE, 2005).

Dados do levantamento publicado no Anuário Brasileiro da Silvicultura (ABRAF, 2009) mostram que a cultura expandiu-se de modo significativo em todo território brasileiro; em 2007 a área cultivada com a espécie de eucaliptos foi de 3.969.711 ha, sendo que em 2008 foi de 4.258.704 ha. Minas Gerais é o maior produtor da cultura (30%) do total cultivado, seguido por São Paulo (22%) e Bahia (14%).

Em termos econômicos, o setor de base florestal contribuiu em 2001 com US\$ 2 bilhões em impostos e participou com, aproximadamente, 4% na formação do PIB, teve uma participação equivalente a 10% na composição das exportações do país (BRDE, 2003). Em 2007 sua participação no PIB foi de 3,5% e nas exportações foi de US\$ 8,8 bilhões correspondendo a 5,5% do total (ABIMCI, 2008).

Segundo Pinheiro (2006) o setor florestal em 2005 era formado por cerca de 60 mil empresas, proporcionando 2,5 milhões de empregos diretos e indiretos – algo em torno de 11% da população economicamente ativa do país e com contribuições que chegaram a US\$ 3,8 bilhões anuais na arrecadação de impostos.

No mercado internacional, os produtos florestais brasileiros tiveram participação de 1% em 1990, sendo que em 2005 essa taxa chegou a 5% (PINHEIRO, 2006).

O Brasil, também, foi o maior exportador mundial de celulose de fibra curta, em 2006. Esse tipo de celulose representou, aproximadamente, 90% do total exportado pelo país, naquele ano (BRACELPA, 2007).

O setor brasileiro de celulose e papel tem todas as condições para continuar ocupando a posição de maior produtor e exportado mundial de celulose de fibra curta, conquistar novos mercados e, com isso, contribuir ainda mais para o desenvolvimento sócio-econômico do país, pois as empresas brasileiras de celulose são competitivas devido à alta produtividade dos reflorestamentos, em razão das condições climáticas favoráveis à atividade florestal no país, possibilitando ciclos de crescimento rápido e de alta qualidade, e ao baixo custo de produção em relação aos outros países. Além disso, tem-se a aceitabilidade da celulose brasileira de eucalipto no mercado internacional, devido à sua alta qualidade (VALVERDE ; SOARES; SILVA, 2006).

4.1.1 Eucalipto

Conforme as florestas nativas foram sendo devastadas por conta da demanda crescente, espécies de rápido crescimento passaram a ser cultivadas como substituição natural. Entre essas espécies estavam o eucalipto, o *pinus* e a acácia. Assim, a atividade florestal tomou novos rumos. Com a implantação de florestas homogêneas de espécies exóticas de rápido crescimento e a verticalização das empresas de grande porte, o Brasil está se tornando um importante exportador de papel, celulose e outros produtos derivados da madeira (FENNER, 1991; MARCELINO, 2004).

O eucalipto é a árvore mais plantada no mundo, com mais de 17,8 milhões de hectares, sendo o Brasil o segundo maior país em área plantada, com cerca de 3 milhões de hectares, ultrapassado apenas pela Índia, cujos plantios totalizam 8 milhões de hectares, aproximadamente (SBS, 2005).

Enquanto na Índia o plantio é extensivo e de baixa produtividade, no Brasil a eucaliptocultura é intensiva e baseada principalmente em florestas clonais formadas com materiais-elite e de elevada produtividade média, chegando a atingir valores 45 a 60 m³ . ha⁻¹ . ano⁻¹ (MORA; GARCIA, 2000).

O eucalipto adaptou-se bem as condições climáticas do país, em virtude de seu alto potencial de crescimento. O uso de sua matéria prima, a madeira, vem aumentando diariamente, principalmente nas áreas de siderurgia e carvão vegetal, celulose e papel, madeiras e móveis (SBS, 2005).

Dentre as espécies de eucalipto mais plantadas se destacam o *grandis*, *saligna*, *camaldulensis*, *urophylla*, *citriodora* (gênero *Corimbia*), *viminalis*, *dunnii*, e *pellita*, bem como diversos híbridos (GARCIA; PIMENTEL-GOMES, 1992) e clones de alta produção e destinos específicos. A espécie *grandis* compõe mais de 50% do total deste gênero plantado.

O Brasil possui a melhor tecnologia de implantação, condução e colheita de florestas de eucalipto, que estão entre os ecossistemas mais produtivos do mundo. Pode-se se esperar também que o setor contribua para potencializar a balança comercial brasileira, com o aumento das exportações de produtos de base florestal, ou que deles se utilizam como o ferro-gusa, assim como diminuir as importações de produtos que podem ser substituídos pela madeira, principalmente os energéticos (COUTO; MULLER; TSUKAMOTO, 2002).

4.2 Rendimentos operacionais

As atividades desenvolvidas pelos trabalhadores florestais, quando comparadas com as atividades de outros setores são consideradas pesadas e extenuantes.

Trabalhando ao ar livre o empregado fica exposto às intempéries do clima e suas conseqüências, sofrendo com o calor ou frio, com a umidade e com os ventos. Muitas vezes o local de trabalho fica distante de sua residência, obrigando o trabalhador a dispendar tempo e energia no trajeto, correndo o risco de sofrer acidentes e também prejudicar o seu rendimento operacional (FENNER, 1991).

Ainda segundo Fenner (1991), essas características por si só formam um quadro bastante desfavorável. Entretanto, existem ainda os fatores econômicos, sociais e culturais da mão-de-obra que é empregada no setor florestal. Geralmente essa mão-de-obra possui baixo nível de escolaridade e baixo poder aquisitivo. Em decorrência desses fatores é razoável prever que estes trabalhadores tenham uma baixa produtividade e, devido às características de seu trabalho, percebam salários considerados baixos, quando comparados a outros setores.

Segundo Ferreira (2001), os custos associados à mão-de-obra são fator limitante ao crescimento do setor. De um modo geral, deve-se considerar, que a produção é

influenciada pela produtividade da força de trabalho e pela eficiência do gerenciamento, características que também variam com o local. Os custos são específicos para cada região ou local, podendo haver diferenças significativas, consoante às condições do local de exploração.

4.3 Análise energética

A análise energética fundamenta-se como instrumento complementar na avaliação do processo produtivo, principalmente no tocante ao item sustentabilidade.

Hart (1980), ao desenvolver uma metodologia para análise energética em sistemas agrícolas, classificou as entradas energéticas em dois tipos: energia em forma de radiação solar e energia contida nos insumos culturais. As saídas energéticas foram consideradas produtos provenientes da produção agrícola e animal.

A análise energética quantifica, de maneira estimada, a energia diretamente consumida e, ou indiretamente utilizada (como parte integrante do fluxo energético global), em pontos previamente estabelecidos de um determinado sistema produtivo (HESLES, 1981).

Destacando a importância da análise energética, Risoud (1999) afirmou que a análise energética do setor agrícola pode ser apresentada em diferentes escalas, desde países como um todo, passando por cadeias agro-alimentares específicas de exploração agrícola, até por itinerário técnico por produto.

Os estudos de eficiência energética expressam os resultados em Joule (J) e seus múltiplos, que atualmente são os mais utilizados, principalmente o Megajoule (MJ), o que permite comparações entre diversos estudos. Os coeficientes energéticos, bem como os resultados deste trabalho estão em Megajoule (MJ), sendo que 1 caloria é igual a 4,1855 joule.

Segundo Bueno; Campos; Campos (2000), o balanço de energia é obtido pela subtração do total da energia produzida das energias consumidas durante o processo produtivo como um todo ou em suas etapas, podendo também ser representado por um índice que relacione as entradas com as suas saídas energéticas.

A percepção da importância e utilidade do balanço de energia tem feito com que vários pesquisadores, em todo mundo, utilizem desse instrumento para avaliação de

sistemas e atividades agrícolas nas mais diversas proporções, com distintas fronteiras (delimitações) do sistema (CAMPOS, 2001).

Para Bueno (2002), a análise energética pode ser vista como um processo de avaliação das entradas e saídas de energia dos agroecossistemas, para posteriores e concomitantes interações com análises em outros campos do conhecimento. Dentro da mesma abordagem, Hart (1980) afirma que avaliação da estabilidade de um agroecossistema é dada pelas entradas de energia, associadas às suas saídas, em forma de calor e biomassa.

Alguns autores como Bueno; Campos; Campos (2000), Jiménez; Jiménez (1980), e Mello (1986), consideram que a análise energética pode ser melhor compreendida quando se aceita a contabilização da radiação global como insumo e quantificador da eficiência do sistema de produção na captação da energia solar. Em face de dificuldades de obtenção de dados mais precisos a respeito da incidência de radiação solar nos sistemas de produção e sua consideração como fonte gratuita de energia, a maioria dos autores desconsidera essa contabilização (BEBER, 1989; CAMPOS, 2001; CAMPOS .., 2000; CARMO; COMITRE; DULLEY, 1988; COMITRE, 1993; HART, 1980).

Ortega (2005), ao analisar a dicotomia da agricultura a qual ele denomina da “nova revolução verde”, para obter gradualmente a independência das fontes não-renováveis, enfatiza que a agricultura, como todos os sistemas, depende de fontes de energia, que podem ser internas ou externas, renováveis ou não. Ainda segundo esse autor, é da proporção da energia renovável usada em relação à energia total consumida que se pode obter o índice da sustentabilidade energética, através de uma análise energética, avaliando o processo das entradas e saídas de energia em um determinado agroecossistema, podendo ser renováveis ou não.

4.3.1 Classificação das energias

Antes de classificar a energia, deve-se entender o conceito e uso da palavra energia que se refere "ao potencial inato para executar trabalho ou realizar uma ação". As fontes de energia utilizadas nos agroecossistemas podem ser limitantes a sua sustentabilidade devido à pelo menos dois aspectos: se forem renováveis ou não e poluidoras ou não do meio ambiente (BASSO, 2007).

Zanini et al. (2003) afirmaram que a maioria dos autores que trabalham com balanço energético de sistemas agrícolas classifica a energia consumida no processo produtivo, sob duas formas: direta e indireta (CASTANHO FILHO; CHABARIBERY, 1983; COMITRE, 1993; e CAMPOS, 2001). A energia direta utilizada no processo produtivo inclui o combustível fóssil utilizado e outras formas de energia derivadas do petróleo, tais como aquelas contidas nos lubrificantes, nos adubos e nos defensivos agrícolas. Os autores também afirmaram que, para um estudo completo da energia investida, devem-se considerar as energias de origem biológica, como o trabalho humano e animal e aquela contida nas sementes e mudas. A energia indireta utilizada na agricultura é aquela empregada na fabricação de maquinários, de construções e de outros *inputs* necessários à produção.

Segundo alguns autores, a energia se apresenta no agroecossistema de formas diferenciadas, sendo assim, pode-se classificar a energia das seguintes formas:

4.3.1.1 Energias renováveis e não-renováveis

A FAO (1976) classificou os recursos energéticos em renováveis e não renováveis. Os recursos energéticos renováveis englobam os produtos originários do processo fotossintético, como biomassa em geral, lenha e dejetos agrícolas; energia solar, hídrica, eólica, e geotérmica. Os recursos energéticos não renováveis compreendem os combustíveis fósseis, tais como: carvão mineral, petróleo e gás natural, e os combustíveis nucleares.

FAO assinalou, ainda, a conveniência de estabelecer outra diferença entre os recursos energéticos comerciais e não comerciais. Os primeiros compreendem: combustível fóssil, combustível nuclear, a energia eólica, a energia hídrica, energia das marés, energia geotérmica, além daquela resultante da conversão da energia solar em energia mecânica ou elétrica, assim como produtos florestais se convertidos em carvão e dejetos agrícolas, quando utilizados na produção de combustível; a lenha, os resíduos agrícolas e dejetos animais, quando consumidos diretamente como combustível; e, o combustível nuclear. Os segundos englobam a energia humana e animal.

4.3.1.2 Em função de seu destino ou utilização

Junqueira; Criscuolo; Pino (1982) consideraram a energia consumida na agricultura de três formas. Energia não utilizada diretamente no processo produtivo, sendo aquela relacionada ao agricultor e seu bem-estar e energia contida nas operações pós-colheita. Energia utilizada nas operações agrícolas, que são relacionadas ao processo produtivo sem fazer parte do produto final (trabalho realizado pelos agricultores, animais de trabalho e máquinas e equipamentos; combustíveis; agrotóxicos; etc.). Energia utilizada e convertida no produto final do processo agrícola (às entradas da energia solar, dos fertilizantes, dos nutrientes do solo e alimentos, quando se tratar de animais).

4.3.1.3 Segundo a forma que se apresentam na natureza

Macedônio; Picchioni (1985) discorreram sobre as formas de manifestação de energia apresentada na natureza, dividindo-as em energia primárias e secundárias. As autoras compreendem energia primária, “(...) *as fontes provindas pela Natureza na sua forma direta, como a energia luminosa provinda do Sol, a energia química provinda do petróleo, a energia mecânica provinda do vento ou da água, e outras*”. Energia secundária, por sua vez, “(...) *é considerada como aquela derivada da energia primária que passa por um centro de transformação, ... como no caso do óleo Diesel que é energia química secundária derivada da energia química primária do petróleo encontrado na Natureza*”

4.3.1.4 Segundo a origem

Carmo; Comitre (1991) consideraram os recursos energéticos segundo a sua origem, sendo energia biológica, energia fóssil e energia industrial. O primeiro item compreende a energia humana, animal, resíduo de animais e da agroindústria, material genético de propagação, alimentos para os animais, adubação verde e cobertura morta. O segundo item engloba os produtos e subprodutos do petróleo, como combustíveis, lubrificantes, graxa, adubos químicos e agrotóxicos. Como terceiro item os autores

consideraram a energia contida nos tratores e equipamentos agrícolas (tração mecânica e animal) e energia elétrica.

Esse tipo de classificação, ainda que com algumas alterações, foi utilizada nos trabalhos de Bueno (2002), Zanini et al. (2003), Romero (2005), Campos et al. (2005), entre outros, servirá para a estruturação das formas energéticas no presente trabalho por permitir criar bases de comparações com esses autores.

4.3.2 Os fluxos de energia

Malassis (1973) considerou que os fluxos de energia existentes no processo de produção agrícola são três: fluxos externos, internos e perdidos ou reciclados.

Na utilização deste mesmo marco referencial, Comitre (1993) afirma que existem dificuldades práticas para a quantificação do fluxo perdido ou reciclado, assim como compensações entre as energias perdidas e as recicladas. Para a autora, o fluxo externo é aquele aplicado aos ecossistemas agrícolas, constituindo-se de dois tipos básicos de energia, a saber: energia direta e energia indireta. O fluxo interno é a energia contida na produção, ou seja, gerada pelo próprio ecossistema agrícola. O fluxo perdido ou reciclado é formado pelas energias não utilizadas durante o processo produtivo, mais aquelas não aproveitadas pelo homem.

Ulbanere (1988) analisando energeticamente a cultura de milho no Estado de São Paulo classificou os fluxos energéticos em energias direta e indireta. A energia direta é o conteúdo energético dos combustíveis e lubrificantes. A energia indireta: o conteúdo dos demais insumos e maquinaria, tais como: sementes, corretivos, fertilizantes, agrotóxicos, tratores, colheitadeiras, implementos e equipamentos. O trabalho humano não foi contabilizado em seu trabalho.

Para Bueno (2002), as análises de fluxos energéticos devem se dar em nível de ecossistemas; isto é, enfoques de avaliação da estabilidade de agroecossistemas pelas entradas de energia associadas às suas saídas, em forma de calor e biomassa produzida. Baseou os seus estudos na classificação de fluxos energéticos adotada por Comitre (1993), em que as formas de entrada de energia no agroecossistema como mão-de-obra, sementes e trabalho animal, são de origem biológica; óleo diesel, lubrificante e graxa, são de origem

fóssil; e, que, ambas: biológica e fóssil, são consideradas energia do tipo direta. Máquinas, implementos, corretivo de solo, adubos químicos e agrotóxicos foram considerados formas de energia de origem industrial do tipo indireta.

4.3.2.1 Composição dos fluxos de energia

A composição dos fluxos de energia segue a orientação de Castanho Filho; Chabaribery (1983). Os fluxos são estimados conforme se pode observar nos subitens a seguir:

Energia injetada na agricultura (EIA) ou fluxo externo

A energia injetada na agricultura (EIA) e, ou fluxo externo, na operação de produção, é constituída basicamente pelas energias direta e indireta. A energia direta (EDir) é constituída de energia biológica (EBio), obtida no trabalho humano e animal e nas sementes e mudas, energia fóssil (EFos) do petróleo e energia hidroelétrica (EEI). A energia indireta (EInd) é a energia utilizada na construção de imóveis e fabricação de equipamentos agrícolas, sendo estimada pela “depreciação energética”, segundo os dias de utilização e em função da vida útil desses bens. Devendo constar, também, os adubos, corretivos e agrotóxicos.

Energia produzida pela agricultura (EPA) ou fluxo interno

A energia produzida pela agricultura (EPA) e, ou fluxo interno, é iniciada pela absorção da energia solar, indo até a utilização, pelo consumidor, dos diferentes produtos obtidos, passando por uma série de transformações bioquímicas. Na base do processo encontra-se um vegetal, captador de energia solar, que, pela fotossíntese, converte essa energia em energia utilizável pela transformação de matéria mineral em matéria orgânica, ou seja, a energia produzida pela agricultura é o resultado composto das energias finais de origem primária (EPrim), produzidas pelos vegetais, e das energias de origem secundária, produzidas pelos animais (ESec), constituindo-se na energia final aproveitável da agricultura ou energia agrícola (EFA).

O fluxo perdido ou reciclado

O Fluxo Perdido ou Reciclado é formado pelas energias não utilizadas durante o processo produtivo, mais aquelas não aproveitadas pelo homem.

4.3.3 Índices energéticos ou calóricos

Recomenda-se a construção de índices energéticos no sentido de mensurar e comparar relações e grandezas que “entram” e “saem” de agroecossistemas (MELLO, 1986).

Para Hart (1980) são dois os tipos de “entradas” energéticas nos agroecossistemas: energia em forma de radiação solar e energia contida nos insumos culturais. As “saídas” energéticas são aquelas provenientes de lavouras ou animais.

Segundo Bueno (2002), os índices mais utilizados na literatura são eficiência e produtividade cultural, e eficiência e produtividade ecológica. A diferença entre eles se caracteriza pela inclusão ou não da radiação solar como insumo energético a ser contabilizado nos agroecossistemas. Para o autor, foi necessário delimitar o sistema consumidor de energia, optando-se pela não inclusão dos dados de incidência solar, face a, dificuldades de obtenção de dados mais precisos e, também, a sua consideração como fonte gratuita de energia.

Vários são os autores que optaram pela não observação da incidência solar em seus trabalhos, são eles: Pimentel et al. (1973), Leach (1976), Hart (1980), Pimentel (1980), Ulbanere (1988), Beber (1989), Comitre (1993), Campos et al. (2000), Campos (2001), e Pinto (2002). Este trabalho segue esta mesma linha de raciocínio.

Segundo Pinto (2002), através da relação EFA/EIA pode-se avaliar como a agricultura transforma a energia externa em energia aproveitável. Outro índice para aferição do desempenho energético dos sistemas agrícolas, que mede o rendimento do processo biológico agrícola ou a eficiência da transformação energética, é obtido a partir da relação E_{Prim}/EFA .

É possível conhecer também o saldo energético pela diferença entre a EFA e a EIA. Decompondo a EIA em energia biológica, energia fóssil e energia industrial é

possível determinar as quantidades de energia renovável e não-renovável aplicadas na agricultura.

4.3.4 Delimitação da matriz energética

Como a análise energética quantifica a energia diretamente consumida a indiretamente utilizada em pontos previamente estabelecidos de um determinado sistema produtivo, torna-se necessária a definição da matriz energética: “entradas” (*inputs*) e “saídas” (*outputs*) de energia, no agroecossistema em estudo.

Para Bueno (2002), uma vez escolhidos os índices a serem utilizados, a definição das “entradas” e “saídas” de energia do agroecossistema tem início pela descrição e quantificação das exigências físicas do sistema produtivo, isto é, as unidades de massa, volume e tempo (quilogramas, litros, horas de trabalho etc), que devem ser correlacionadas às unidades dimensionais de área (metro, hectare, alqueire etc). A partir de então, os índices obtidos devem ser convertidos em unidades ou coeficientes energéticos e incluídos nos fluxos de energia estabelecidos, determinando, assim, a matriz energética do agroecossistema estudado.

Adotado este procedimento, a seguir serão expostos os conteúdos energéticos apenas dos componentes das “entradas”.

4.3.5 Entradas energéticas

As formas de “entrada de energia” (*inputs*) que compõem a matriz energética são as seguintes: mão-de-obra e mudas (origem biológica); óleo diesel, lubrificante e graxa (origem fóssil); ambas as origens: biológica e fóssil, são consideradas energia de entrada do tipo direta. As máquinas, implementos, corretivos de solo, fertilizantes químicos e agrotóxicos são consideradas formas de entrada de energia de origem industrial do tipo indireta. Conseqüentemente, as energias direta e indireta, somadas, compõem o fluxo externo (EIA) das operações de produção desta matriz energética.

Romero (2005) em seu estudo da cultura de algodão em Leme – SP, evidenciou o gasto energético de 66% para a energia indireta industrial, sendo que os inseticidas tiveram a maior contribuição.

Pracucho (2006) mostrou, na estrutura dos dispêndios energéticos de dois sistemas de produção de milho, que o gasto energético foi maior na energia indireta industrial com 65%. Os fertilizantes químicos participaram destes custos energéticos em 47%.

O gasto energético empregado no preparo de solo da implantação de eucalipto foi de 3,3 GJ . ha⁻¹, observou-se que 83,41% constituiu-se de energia de fonte industrial, 16,54% de energia fóssil, e, por fim, 0,05% de energia de fonte biológica, o resultado mostrou a participação da fonte industrial como determinante no preparo de solo da implantação da cultura de eucalipto (BUENO; QUINTANA, 2004).

Moreira (2004) em seu trabalho caracterização energética e nutricional do cultivo de eucalipto, obteve o resultado da conversão energética do tratamento com composto uma demanda energética de 4.387 MJ . ha⁻¹, e do tratamento sem composto um dispêndio energético de 2.935 MJ . ha⁻¹. Destes, 41,76% foram devido ao composto, principalmente, em função do transporte da usina de compostagem à fazenda.

Segundo Oliveira Júnior (2005), o investimento energético das atividades de silvicultura mecanizada foi de 17.995,60 MJ . ha⁻¹. O maior investimento energético foi na atividade de transplante, devido a baixa produtividade do conjunto trator mais transplantadora e a de menor investimento foi a atividade de manejo e cultivo. Os insumos (fertilizantes, herbicidas e formicidas) participaram do custo energético em 63,4%.

4.3.5.1 Energia direta de origem biológica

Mão-de-obra

Zanini et al. (2003) e Campos et al. (1998), utilizaram o mesmo valor energético para o trabalho humano na agricultura. O valor considerado foi o do consumo médio de 0,02 MJ . h⁻¹, para a energia empregada na produção de silagem.

Ulbanere (1988), ao estudar os custos e receitas sob os aspectos econômicos e energéticos para a produção de milho no Estado de São Paulo, incluindo perdas pré, durante e pós-colheita, no transporte interno e no armazenamento, não considerou a

energia contida na atividade humana para fins da montagem da matriz de cálculo energético. A justificativa do autor para a exclusão foi que em nível estadual existe pouca participação calórica de mão-de-obra frente ao dispêndio de energia fóssil e presença majoritária de tração mecanizada na cultura.

Campos et al. (2004) questionaram a lógica de se buscar uma conversão do trabalho humano para unidades de energia. Citaram que o consumo de energia pelo trabalho humano é uma parte interessante no contexto dos balanços energéticos da produção agrícola, porém controvertida, uma vez que os autores na área, muitas vezes, possuem idéias e argumentos diferenciados; entretanto, os mesmos afirmam que medidas da energia proveniente de mão-de-obra têm sido vastamente utilizadas devido ao valor de energia intrínseco que o trabalho muscular possui, ao conteúdo energético do alimento consumido pelo trabalhador, e a mão-de-obra, que em muitos casos, é substituída por outras fontes de entrada de energia do sistema produtivo.

Bueno (2002) na busca de referenciais energéticos para a conversão do trabalho humano, citou inúmeras referências de autores nacionais e internacionais, não encontrando consenso. Segundo o autor, toda a variação observada nos coeficientes referentes ao gasto calórico do trabalho humano, no agroecossistema, deriva da aplicação de diferentes metodologias e análises, referente à sua quantificação.

O autor ressalta, ainda, autores que mensuraram esse gasto calórico com exclusividade à fase de trabalho (valores mais inferiores). Outros que incluíram atividades extra-laborativas, e outros que incorporaram o GER (Gasto Energético no Repouso). Além daqueles que incluíram outras variáveis (o custo energético da produção e reprodução da força-de-trabalho em várias escalas e limites). Somada a estas variações, existem outras dentro do próprio grupo de trabalhadores de uma mesma atividade, de culturas e localidades diferentes. Devido a isto, Bueno (2002) conclui: quanto mais próximos da realidade e detalhados forem os cálculos, maior exatidão apresentará os coeficientes energéticos relativos ao dispêndio calórico do trabalho humano.

Muda

Segundo Moreira (2004) o coeficiente energético da muda de eucalipto, foi baseado na intensidade energética do produto nacional bruto, em MJ por valor monetário (MJ US\$⁻¹). Dados oficiais do Balanço Energético do Estado de São Paulo, setor agrícola, ano base/2000 (Beesp, 2001), indicaram um valor foi de 15,35 MJ US\$⁻¹, ou seja, parte-se do princípio que as mudas possuem a mesma intensidade energética de outros bens e serviços, tendo um coeficiente de 0,35 MJ . unid.⁻¹

Oliveira Júnior (2005), em seu trabalho de sustentabilidade energética de um sistema de produção da cultura de eucalipto, utilizou o valor calórico da muda de 0,77 MJ . unid.⁻¹, este valor foi utilizado por Romanelli (2007).

4.3.5.2 Energia direta de origem fóssil

Óleo diesel, óleo lubrificante e graxa

Segundo Bueno (2002), os pesquisadores em sua maioria adotam coeficientes calóricos para o óleo diesel, óleo lubrificante e a graxa, correspondentes ao valor intrínseco destes produtos, ou seja, não contabilizando os custos energéticos de sua extração e refino.

Existe a necessidade de se acrescentar 14% ao poder calorífico da gasolina e do óleo diesel, devido aos custos calóricos para seus processamentos (CAMPOS, 2001).

Os trabalhos nacionais utilizam-se em grande escala do poder calorífico destes produtos, os quais são anualmente publicados no BEN (Balanço Energético Nacional).

Romero (2005), ao analisar o agroecossistema algodão em sistemas agrícolas familiares na região de Leme, Estado de São Paulo, utilizou os dados de óleo diesel, lubrificante e graxa constantes em Brasil (2000; 2004), ou seja, o coeficiente energético para o óleo diesel foi igual a 35,84 MJ . l⁻¹ ; para os óleos lubrificantes, 37,74 MJ . l⁻¹ e para graxa, 43,36 MJ . kg⁻¹.

4.3.5.3 Energia indireta de origem industrial

Máquinas e implementos

A FAO (1976) afirmou ser preciso um total de 87,10 MJ para fabricação de cada kg de trator e demais maquinarias agrícolas, levando em consideração a intensidade do valor de absorção energética necessária.

Serra et al. (1979), discutindo trabalho de Doering e Peart (1977) no que diz respeito ao cálculo da energia contida no maquinário e implementos agrícolas, avaliou positivamente o conceito de valor adicionado, no qual o coeficiente calórico final não inclui o valor energético da matéria prima adquirida pela fábrica.

Doering III (1980) classificou em três categorias a energia requerida para o cálculo de energia contida numa máquina agrícola. Sendo a soma destas, a energia contida na matéria-prima, energia de fabricação da maquinaria e energia contida nas peças de reparo e manutenção durante a vida útil da máquina é o equivalente ao total calórico contido num determinado trator agrícola. Beber (1989), adaptando a equação proposta por Hoffmann et al. (1984) para o cálculo de depreciação econômica, determinou o valor dos quilogramas depreciados para máquinas, equipamentos e implementos agrícolas partindo da massa, vida útil e tempo de utilização de cada um na propriedade, a qual foi expressa na seguinte equação:

$$\text{kg depreciados} = \text{massa}(\text{kg}) - 10\%(\text{kg}) \cdot \text{vida útil}(\text{h})^{-1} \cdot \text{tempo de utilização}(\text{h}) \quad \text{Eq. 1}$$

Campos (2001), para a obtenção de valores energéticos contidos nas máquinas, equipamentos e implementos agrícolas, utilizaram metodologia desenvolvida por Doering e Peart (1977), empregada por diversos autores (BEBER, 1989, CAMPOS et al., 2000; CASTANHO FILHO; CHABARIBERY, 1983; COMITRE, 1993; MACEDÔNIO; PICCHIONI, 1985; ULBANERE, 1988), que consistiu na aplicação de um método baseado na depreciação energética das máquinas durante a sua vida útil, e com base em suas massas.

Semelhantemente, Bueno (2002) adotou o método citado, conforme Comitre (1993). Computou como energia indireta de origem industrial para máquinas, colheitadeira e implementos agrícolas somente a energia relativa ao valor adicionado na

fabricação, 5% referente a reparos e um acréscimo de 12% para manutenção. Os coeficientes energéticos para trator e colheitadeira foram $14.628,68 \text{ MJ} \cdot \text{t}^{-1}$ e $13.012,57 \text{ MJ} \cdot \text{t}^{-1}$, respectivamente.

Implementos e outros equipamentos o valor foi de $8.628,99 \text{ MJ} \cdot \text{t}^{-1}$ para aqueles utilizados em todas as operações até o plantio ou semeadura (denominado cultivo primário), e $8.352,67 \text{ MJ} \cdot \text{t}^{-1}$ para as demais operações pós-plantio ou semeadura (cultivo secundário) (DOERING III, 1980). Para pneus usou-se o coeficiente de $85.829,4 \text{ MJ} \cdot \text{t}^{-1}$ (DOERING; PEART, 1977; CASTANHO FILHO; HABARIBERY, 1983). A equação utilizada por Comitê (1993) para o cálculo das máquinas e implementos foi a seguinte:

$$\text{Depreciação energética} = (a + b + c + d) \cdot \text{Vida útil}^{-1} \quad \text{Eq. 2}$$

Onde,

a = peso das máquinas e implementos . coeficientes energéticos correspondentes

b = 5% de "a"

c = número de pneus . peso . coeficientes energético de referência

d = 12% de (a + b + c)

Vida útil = em horas.

Corretivos de solo, fertilizantes químicos e agrotóxicos

Corretivos de solo

A calagem é uma operação de correção de acidez do solo pela aplicação de calcário. No entanto, apesar de possuir baixo conteúdo energético, a quantidade de calcário utilizada justifica, segundo Mello (1986), a sua contabilização calórica nas matrizes energéticas.

Pimentel (1980), utilizando a cal como corretivo de solo, adotou o valor de $1,32 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. Beber (1989) utilizou o mesmo valor, porém para o calcário. Macedônio; Picchioni (1985), calcularam como necessidade energética para o calcário na

extração: $0,04 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, na moagem: $0,13 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, perfazendo um total de $0,17 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. O valor calórico, calculado por quilo, aplicado no solo foi de $0,56 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Campos (2001) considerando que o transporte onera muito energeticamente definiu para o calcário um valor calórico igual a $0,23 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, considerando uma distância percorrida de 60 km, ou seja, $0,004 (\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}) \cdot \text{km}^{-1}$.

Pinto (2002), ao propor planejamento e execução de sistemas agrossilviculturais em comunidade indígena, analisando-os econômica e energeticamente, também adotou como coeficiente calórico para o calcário $0,17 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, calculado por Serra et al. (1979), e utilizado por Castanho Filho; Chabariberi (1982) e Comitre (1993).

Fertilizantes químicos

Os nutrientes comercializados no país vêm agregados sob a forma de matéria seca e misturados entre si. As formulações ofertadas no mercado são comercializadas como fertilizantes contendo “NPK”, e são quantificadas conforme cada elemento, expresso em kg, contido em 100 kg do produto (MACEDÔNIO; PICCHIONI, 1985).

Segundo Campos (2001), para a determinação do conteúdo energético do fertilizante, deve-se multiplicar as quantidades efetivas dos elementos ativos (N, P_2O_5 e K_2O , em kg) pelo valor energético correspondente. Zanini et al. (2003) utilizaram valores semelhantes.

Pimentel; Berardi; Fast (1983) forneceram valores referentes ao custo de 1 kg dos elementos produzidos e processados, tais como: $80,39 \text{ MJ}$ de N; $14,07 \text{ MJ}$ de P_2O_5 ; e, $9,04 \text{ MJ}$ de K_2O .

Bueno (2002) adotou os seguintes índices: $62,51 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ de N (FELIPE JR., 1984); $9,63 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ de P_2O_5 (LOCKERETZ, 1980); e, $9,21 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ de K_2O (PELLIZZI, 1992).

Angonese et al. (2006), em seu estudo de eficiência energética de produção de suínos, utilizaram os seguintes valores para os elementos químicos de NPK: N ($73 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$), P_2O_5 ($13 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$) e K_2O ($9 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$).

Agrotóxicos

Pimentel (1973) definiu o valor de $306,63 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ para agrotóxicos em geral (herbicidas, inseticidas e fungicidas).

Pimentel (1980) *apud* Mello (2000), sobre as contas ambientais relativas à produção de cana-de-açúcar em São Paulo, adotou os seguintes valores médios para agrotóxicos: herbicidas: $347,88 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ e inseticidas: $310,98 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, considerando, além da energia para produzir o ingrediente ativo do herbicida, a formulação, embalagem e o seu respectivo transporte. Pimentel et al. (1983), em trabalho comparativo de eficiência energética entre sistemas agrícolas, consideraram para fungicidas o valor de $272,06 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Comitre (1995), em trabalho sobre a eficiência energética na atividade florestal, considerou os valores calóricos dos inseticidas, formicidas e herbicidas utilizados por Pimentel (1980). No caso dos inseticidas e formicidas foi empregado o valor médio de $184,7 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. Para herbicidas o coeficiente médio utilizado foi de $254,57 \text{ MJ} \cdot \text{l}^{-1}$. Romanelli (2007) abordou os mesmos coeficientes em seu estudo sobre sustentabilidade energética de um sistema da cultura de eucalipto.

Campos (2001), em trabalho sobre sistema intensivo de produção de leite, determinou os coeficientes energéticos dos herbicidas utilizados para coast-cross e alfafa de acordo com seu teor de ingrediente ativo e dose empregada por hectare cultivado. Os valores são os seguintes: Glifosato: $228,0 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, dose variável; EPTC: $130,0 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, para uma dose de $7,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$; Bentazon: $218,0 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, para uma dose de $2,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Em análise do consumo de energia na produção de silagem de milho, por plantio direto, Zanini et al. (2003) consideraram para herbicidas, no estabelecimento da cultura, utilizando o herbicida Glifosato, na dose de $3,31 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, o valor energético de $631,83 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. No pós-plantio foi aplicado o herbicida Atrazinax, na dose de $6,01 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, com o respectivo valor de $368,82 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. Para inseticida, cujo produto aplicado foi o Lorsbam 480, na proporção de $1,5 \text{ l} \times \text{ha}^{-1}$, seu valor correspondente foi de $363,63 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. Os coeficientes energéticos utilizados pelos autores foram os de Macedônio; Picchioni (1985).

Mello (2000), seguindo Pimentel (1980), adotou os seguintes coeficientes energéticos: $347,88 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ para herbicidas; $310,98 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ para inseticidas e

89,35 MJ . kg⁻¹, para formicidas. Nestes coeficientes considerou-se produção, formulação embalagem e transporte.

4.4 Analise energética econômica

Diversos estudos focalizaram as abordagens energéticas e econômicas, além de serem importantes, complementam-se. Neste estudo a abordagem energética diz respeito apenas à entrada de energia, e a econômica aos custos de produção na implantação de eucaliptos.

Os estudos que contemplam análise econômica aliada à energética foram fundamentados na importância da inter-relação entre as duas, que de fato torna a pesquisa mais completa e abrangente.

A conjunção da análise energética com a análise econômica é de grande importância ao buscar compreender de que forma se dá a relação de entrada e saídas energéticas quando relacionadas com entradas e saídas econômicas, permitindo identificar não somente quais entradas energéticas têm maior participação no processo produtivo, mas também valorá-las quanto à sua participação no rendimento econômico (ALMEIDA, 2007).

Pimentel (1980) apresentou uma revisão de artigos sobre o uso de energia na agricultura. Utilizando dados disponíveis, esses artigos desenvolveram metodologias e mensuraram o emprego de diferentes fatores de produção do setor agropecuário. O processo de análise empregado abrangeu cerca de 90% do total de energia utilizada na agricultura, sendo necessária uma combinação das análises de processos e de insumo/produto para uma contagem de toda a energia gasta na produção agrícola.

Pesquisas foram realizadas para conhecer o potencial de produção energético de várias culturas, notadamente sob a ótica do balanço energético, pretendendo-se verificar a relação “outputs/inputs” energéticos. Essa série de trabalhos passou a analisar as mais variadas atividades também sob o ponto de vista da energia, permitindo assim, um aumento de opções quanto à tomada de decisões, dadas a complementaridade entre as análises energética e econômica (CASTANHO FILHO; CHABARIBERY, 1982).

Mello (1986) considera que a utilização de balanços de energia pode constituir importante instrumento para definição de novas técnicas e manejos, que podem vir a

proporcionar importantes economias de energia e, conseqüentemente, aumento de eficiência e redução de custo de produção.

Ulbanere; Ferreira (1991) estabeleceram, a partir da cultura de milho no Estado de São Paulo, uma equivalência entre as variáveis econômicas e energéticas para os insumos que entraram na produção agrícola (custos), para os rendimentos obtidos (receita) e para o retorno por unidade de medida (resultado). Verificando o óleo diesel apresentou os maiores custos (energético e econômico). Para os autores, a redução deste no balanço energético possibilitaria uma sensível melhora no resultado de eficiência da produção.

Comitre (1993) destacou que, além da importância da análise e do balanço energético para fornecer parâmetros necessários a fim de mensurar, interpretar e subsidiar a tomada de decisão no direcionamento das políticas tecnológicas, através de uma avaliação econômica também se pode estabelecer uma comparação ou equivalência entre os custos econômicos e os energéticos, identificando assim uma avaliação do sistema em relação à disponibilidade e ao custo dessas energias.

Segundo Romero (2005) no sistema produtivo, a análise de viabilidade pode ser considerada sob vários enfoques. Existem diversos fatores envolvidos no processo como um referente de eficiência e eficácia ideal, que tem incidência direta nos resultados energéticos e econômicos da produção agrícola, assim sendo, tem-se por um lado análises energéticas de um determinado sistema agrícola, que contribuem para a compreensão da opção de desenvolvimento feita pela sociedade, seus desdobramentos, conseqüências e potenciais alternativas que envolvem seu entorno e por outro lado, as análises econômicas, que revelam de forma clara situações captadas de maneira mais conjuntural.

Do ponto de vista energético, portanto, não é recomendada uma dependência de fontes de energia não-renováveis que estabeleça limites rígidos em relação à produção física final, ou seja, que possam constituir-se como limitadores junto ao processo de produção agrícola.

A análise energética justifica-se enquanto instrumento fundamental de avaliação do processo produtivo, principalmente no tocante ao item sustentabilidade. Por outro lado, a análise econômica, se justifica enquanto instrumento que possibilita a avaliação dos custos de produção e lucratividade de um sistema de produção.

4.5 Análise econômica

A análise econômica é fundamental no planejamento e seleção de projetos que permitem maior rentabilidade e menores riscos. As ferramentas de análise econômica podem ajudar a responder várias questões sobre o impacto do projeto em um empreendimento, identificando possíveis riscos e avaliando sua viabilidade (BELLI, et al.,2000).

Ainda de acordo com Belli et al. (2000), o primeiro passo na análise econômica de um projeto é definir claramente seus objetivos. Uma clara definição é essencial para a redução dos números de alternativas a serem consideradas, para a seleção das ferramentas de análise e o comportamento dos indicadores ou critérios de avaliação.

4.5.1 Custos de produção

O custo de produção se constitui elemento essencial nas ações gerenciais e administrativas da propriedade rural na busca de padrões de qualidade e obtenção de lucro e a elaboração de estimativas de custo de produção tornam-se, para o produtor rural, ação obrigatória para auxiliar a tomada de decisão, considerando que cada propriedade possui particularidades quanto à área plantada, topografia, condições físicas e de fertilidade dos solos, nível tecnológico, máquinas, equipamentos e aspectos administrativos (RICHETTI, 2007).

Além de auxiliar na determinação da rentabilidade das atividades agropecuárias, é possível utilizar os custos de produção para determinar as causas ou motivos de possíveis variações dos custos unitários das diferentes explorações ou mesmo de uma determinada exploração em diferentes sistemas de produção, além de determinar corretamente as exigências físicas dos fatores de produção, bem como um dos elementos mais importantes para a tomada de decisão do produtor (NEVES; CIDADE; ESPERANCINI, 1996).

Menegatti (2006), afirma que a avaliação do empreendimento visando ampliar, reduzir, adotar outras práticas ou sistemas de cultivo, necessita da elaboração da planilha de custos e também da análise do comportamento dos preços de mercado.

Para Ojima et al. (2007), a diminuição das margens de lucro causada pelo aumento da competitividade do setor agrícola está exigindo maior eficiência do sistema

produtivo e redução dos gastos utilizando os custos de produção como ferramenta da gestão das atividades.

Neves; Andia (1995), afirmam que a determinação do custo de produção é de suma importância na agricultura, não somente como um componente para análise de rentabilidade da unidade de produção, mas também como parâmetro de tomada de decisão e de capitalização do setor rural. Argumentam que os custos de produção podem ter diferentes objetivos sendo que para o produtor rural é um indicativo da situação da sua administração em relação às práticas adotadas, as culturas escolhidas e resultados obtidos.

Matsunaga et al. (1976) conceituou o custo total de produção, como sendo as despesas efetivamente desembolsadas pelo agricultor, mais a depreciação de máquinas e benfeitorias específicas da atividade, somadas aos outros componentes de custos para obter o custo total de produção e análise da rentabilidade. Para a estimativa do custo horário das máquinas, considerou a soma dos custos fixos (depreciação, seguro, garagem e juros sobre o capital) mais os custos variáveis (reparos, combustível, itens de consumo e mão de obra do operador).

Martin et al., (1998), utilizando o conceito de custo operacional de Matsunaga (1976), desenvolveu o Sistema Integrado de Custos Agropecuários (CUSTAGRI), através do Instituto de Economia Agrícola (IEA), sendo necessário para utilizar esse sistema um conjunto de informações, constituído pelos seguintes componentes:

- Despesas com operações: refere-se à quantidade dos fatores de produção utilizados por hectare, multiplicada por seus respectivos preços. Para a mão de obra, estima-se o valor, dividindo o salário mensal por 24 dias úteis, e o resultado é dividido por 8 horas diárias. Para trator e equipamentos é estimado o custo operacional por hora de uso, somando-se o combustível, reparo, filtro e os demais itens de manutenção, necessário para dispor a máquina ou equipamento em condições de operação.

- Despesas com operações realizadas por empreita: operações de manutenção, cultivo, colheita, transporte, etc.

- Despesas com material consumido: quantidade dos insumos consumidos por hectare multiplicado pelo preço unitário.

A soma dos três itens compõe o custo operacional efetivo, que somado com os outros custos operacionais (depreciação de máquinas, encargos diretos, contribuição

especial da seguridade social rural, seguro, encargos financeiros, despesas com administração e assistência técnica) constituem o custo operacional total.

Classicamente, o custo de produção é definido como a soma dos valores de todos os serviços aplicados na produção de uma utilidade, sendo esse valor global equivalente ao sacrifício monetário total da firma que a produz (MATSUNAGA et al., 1976).

Quintana; Carmo (2005) esclarecem que custo de produção pode ser definido como a soma dos valores monetários dos fatores de produção, necessários na obtenção do produto final, por unidade ou área produtiva, cuja finalidade é auxiliar os produtores na escolha das atividades e das práticas a serem utilizadas, e fornecer subsídios ao governo na formulação de políticas públicas. Assim, custo de produção é um instrumento de planejamento e gestão que permite mensurar o sucesso de uma empresa, seja ela qual for, em seu esforço econômico (OLIVEIRA; VEGRO, 2004).

Oliveira; Vegro (2004) explicam que o Instituto de Economia Agrícola (IEA) desenvolve metodologia para mensuração do custo de produção para diversas culturas e criações que, quando corretamente aplicada, determina pontos que exigem maior atenção dos administradores. Além disso, a análise do custo de produção para determinação da eficiência econômica é fundamental no estudo de rentabilidade dos recursos utilizados, auxiliando os agricultores na tomada de decisão (REIS; TAKAKI; REIS, A., 1999)

O custo operacional efetivo é composto por todos os dispêndios efetivos em dinheiro: mão-de-obra, insumos, manutenção de equipamentos, transportes, impostos, entre outros (VERA-CALDERÓN; FERREIRA, 2004). Os mesmos autores esclarecem que o custo operacional total inclui depreciação de bens de capital e mão-de-obra familiar, além do custo operacional efetivo.

A avaliação da produção florestal é regida pelo mesmo princípio de qualquer atividade econômica, qual seja, comparar os custos decorrentes do processo produtivo com as receitas obtidas com a venda do produto final. Alicerçados neste conceito, vários métodos ou critérios de avaliação foram desenvolvidos, visando indicar a efetividade econômica de empreendimentos florestais, dentre os quais podem ser citados: valor líquido presente, taxa interna de retorno, razão benefício/custo, valor esperado da terra, custo médio ou custo unitário de produção. Por definição, custo unitário ou custo médio de produção, é o preço mínimo pelo qual deve ser vendida a madeira, de modo que o capital alocado no

processo produtivo seja remunerado a uma dada taxa desejada pelo investidor (BERGER; GARLIPP, 1982).

Dossa et al. (2000), em seu trabalho de produção e rentabilidade do eucalipto, apresenta uma TIR de 12% e mostra que a tendência da produção de eucalipto é de se expandir, devido a grande demanda existente, tornando uma boa opção para os produtores rurais.

Segundo SBS (2008) os sistemas agro-florestais são sistemas de produção consorciada envolvendo um componente arbóreo e um outro, que pode ser animal ou cultivo agrícola, de forma a maximizar a ação compensatória e minimizar a competição entre as espécies, com o objetivo de conciliar o aumento de produtividade e rentabilidade econômica com a proteção ambiental e a melhoria da qualidade de vida das populações rurais, promovendo, assim, o desenvolvimento sustentado.

Segundo Volkweis et al. (2009), em seu trabalho rentabilidade econômica do eucalipto, nos mostra que apesar do investimento para cultivo de eucaliptos apresentar maior viabilidade de implantação em terra arrendada em um ciclo final de 15 anos, ou seja, um valor presente líquido médio 65,02% maior, sua implementação em terra própria também apresenta considerável viabilidade, podendo assim, ambos serem consideradas como investimento de reduzido risco econômico.

O agronegócio brasileiro contempla no reflorestamento com *Eucalyptus grandis*, nas condições ecológicas de Águas de Santa Bárbara, SP, uma alternativa viável e atrativa para investimento de capital, aplicadas técnicas silviculturais modernas e sementes melhoradas geneticamente. O manejo da floresta para produção de madeira para celulose e chapas de fibra, com receitas de explorações nos 6º e 12º anos, apresenta TIR – Taxa Interna de Retorno de 18,88 % a.a. (BAENA, 2005).

Conforme Zanatta; Schvarz (2007), o eucalipto exige quantidade reduzida de mão-de-obra, sendo que a maior demanda ocorre no período da implantação ao segundo ano, nos anos seguintes, apenas esporadicamente. O custo de implantação de eucalipto na região sudoeste do Paraná foi de R\$ 2.002,35 . ha⁻¹.

Rapassi (2008) mensurou o custo total de produção de eucalipto, na região de Suzanápolis, em R\$ 2.889,50 . ha⁻¹, deste total, cerca de 70% refere-se às despesas

com o custo operacional efetivo (COE), isto é, gastos com operações e os insumos consumidos. O custo operacional total (COT), representou 96% do custo total de produção (CTP), a diferença para o total é a remuneração (custo de oportunidade) do capital fixo.

Rodigheri; Silva; Tussolini (2007), constatam que os resultados do plantio de eucalipto para energia é uma atividade rentável, apresentando uma TIR de 14,23%, VPL de R\$ 1.655,37, no primeiro ciclo desta cultura. O custo de implantação do eucalipto foi de R\$ 2.737,57, este valor refere-se aos dois primeiros anos, onde ocorre o maior dispêndio econômico com mão-de-obra, operações mecanizadas e insumos.

5 MATERIAL E METODOS

5.1 Local de estudo

O presente trabalho foi desenvolvido na fazenda São José do Bromado, propriedade da Eucatex S/A Indústria e Comércio, localizada no município de Itatinga, interior de São Paulo (coordenadas geográficas de referencias $23^{\circ} 13' 30''$ de latitude sul e $48^{\circ} 34' 7''$ de longitude oeste). A Figura 1 pode-se observar a localização da fazenda no Brasil e o limite de suas demarcações.



Figura 1. Localização da área de estudo.

Fonte: Google earth, 2010.

A propriedade possui um povoamento de eucalipto, com área total de 1.550,42 ha, distribuídos da seguinte forma: área plantada ou reflorestada (1.014,92 ha); preservação permanente (127,08 ha); reserva legal (316,14 ha); carreadores (59,40 ha); sede (2,88 ha).

O clima predominante do Município de Itatinga é do tipo Cfa, mesotérmico úmido, segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual variando de 1200 a 1300 mm, concentrada no período de outubro a março e sem déficit hídrico. A temperatura média varia de 22 a 23°C no mês mais quente do ano e de 15 a 16°C no mês mais frio.

O espaçamento utilizado foi de 3,00m x 2,50m, sendo que o número de plantas por hectare foi de 1.333 unidades.

Os clones de eucalipto utilizados foram, *Grandis* em 90,60 ha (talhões 21 e 26) e o *Platyphylla* em 63,94 ha (talhões 22 e 23).

O solo da área em estudo foi classificado em neossolo quartzarênico órtico típico, A moderado, textura arenosa de relevo plano, conforme a análise de solo realizada pela Eucates S/A Indústria e Comércio.

A área estudada totalizou 154,54 ha, formada pelos talhões 21, 22, 23 e 26, com as respectivas áreas, 44,40 ha; 40,07 ha; 23,87 ha e 46,20 ha. Na Figura 2 pode-se verificar a área e a localização dos talhões.

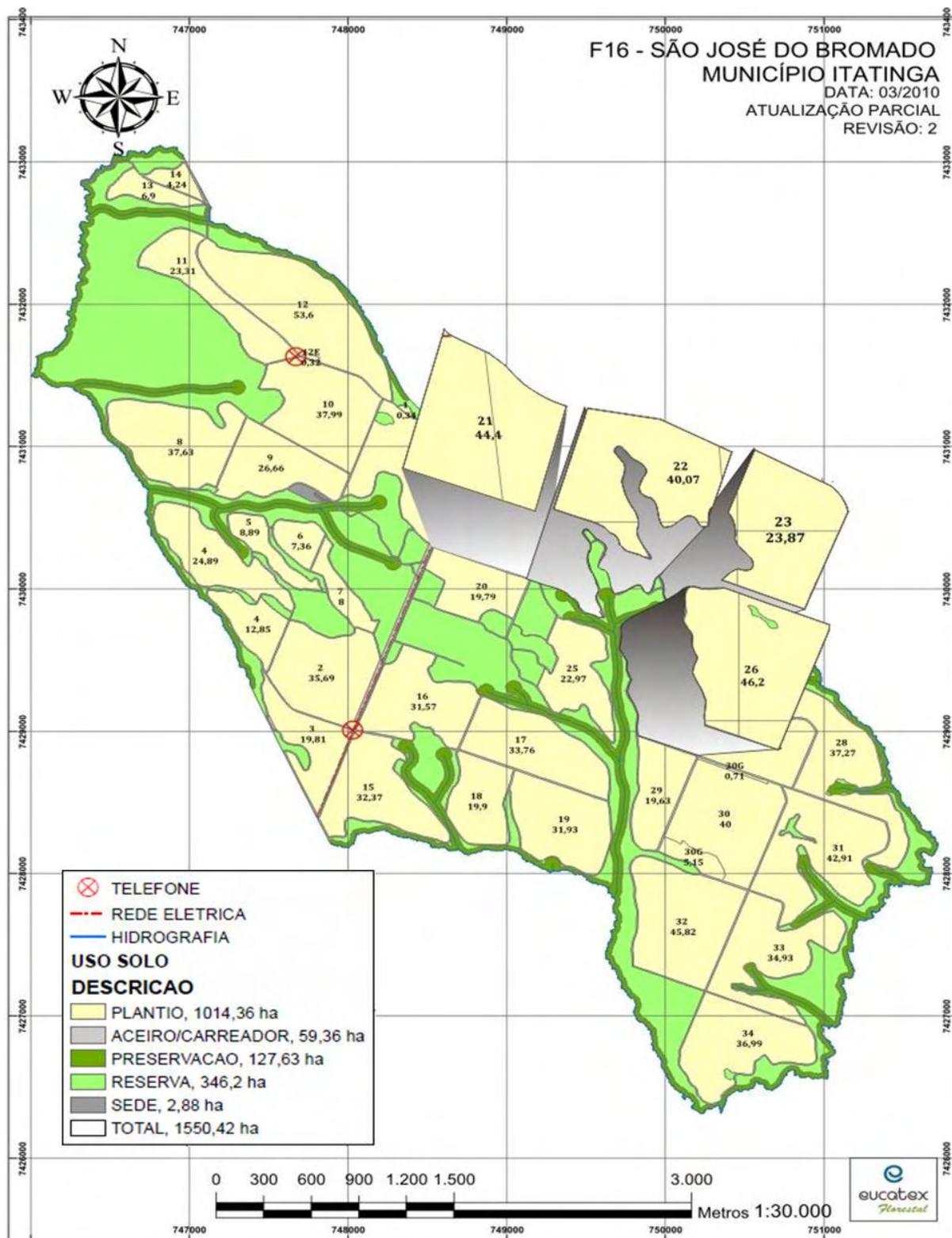


Figura 2. Localização e área dos talhões estudados.

Fonte: Eucatex S.A Indústria e Comércio

O plantio dos talhões em estudo, aconteceu no mês de outubro de 2008, período de seca, onde foi necessário intervir com mais uma irrigação. O período de chuva atípico que ocorreu em 2009, ocasionou problemas com mato-competição, sendo necessário realizar as operações de herbicida, principalmente antes das adubações de cobertura. As operações realizadas no período de quinze meses seguem abaixo na Figura 3.

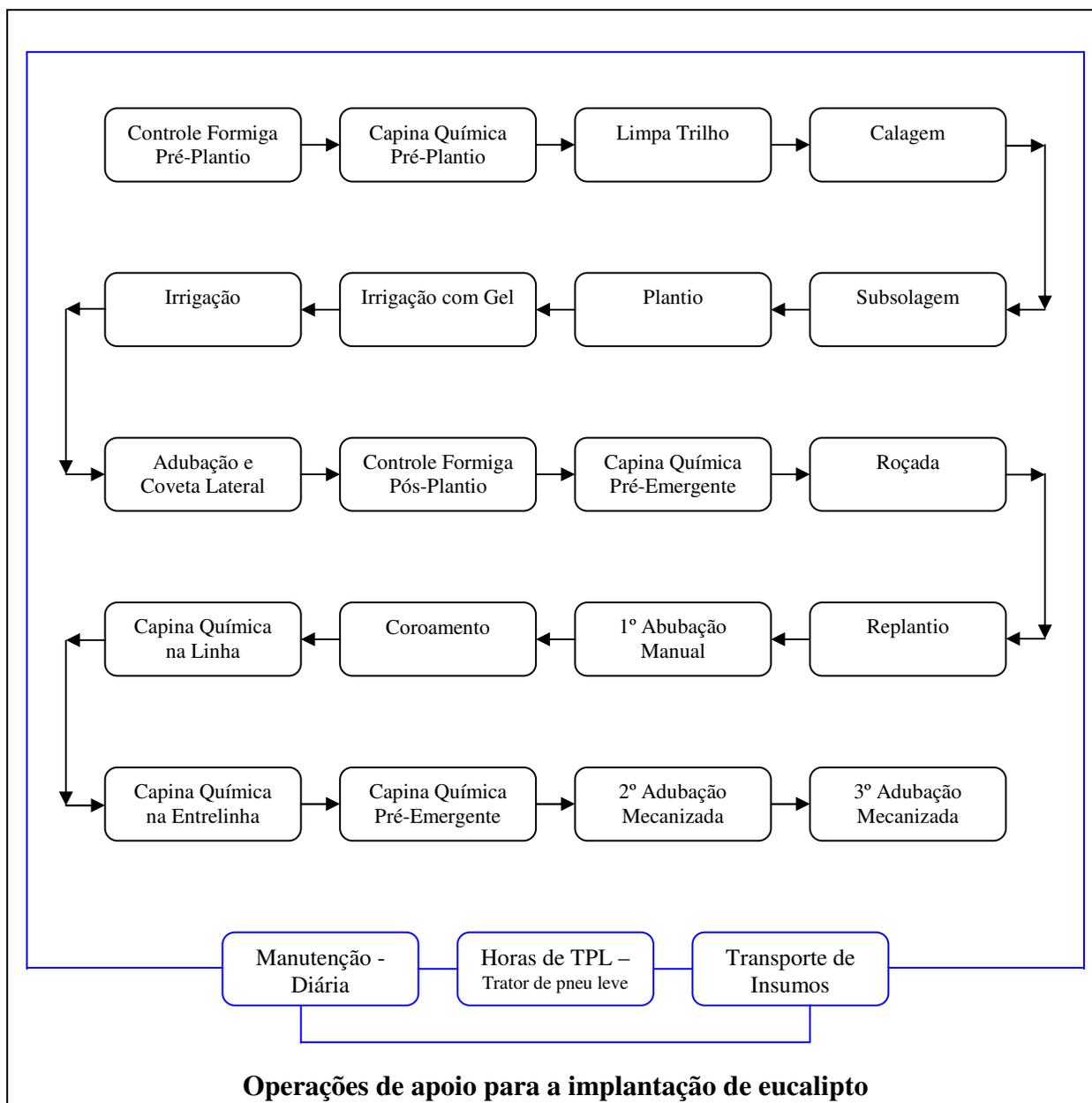


Figura 3. Operações realizadas na implantação de eucalipto.

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

5.2 Dispêndios energéticos

As operações foram descritas identificando o tipo das máquinas e implementos utilizados. Determinou-se a jornada de trabalho, os rendimentos realizados por máquina referente a cada operação, obtendo desta forma o consumo de combustível, lubrificantes e graxas, além da quantificação da mão-de-obra utilizada (Tabela AP1 do Apêndice).

Sendo a unidade utilizada em estudos de eficiência energética o Joule e seus múltiplos, neste trabalho adotou-se 4,1868 na conversão de caloria em Joule. A apresentação dos dados foi em megajoules (MJ).

5.2.1 Energia direta de origem biológica

5.2.1.1 Mão-de-obra

O cálculo de energia dispendida pelos agricultores nas diferentes operações do itinerário técnico seguiu à metodologia proposta por Carvalho et al. (1974), descritas em Bueno (2002), utilizada por Romero (2005) e Basso (2007).

Nesse sentido, este trabalho optou pelo chamado método de análise simplificado, onde a análise do dispêndio energético do trabalho humano é realizada com base nos efetivos tempos gastos, em número de horas, nas diferentes operações ou ocupações profissionais do indivíduo. O mesmo sucedendo com o tempo de trabalho e ocupações não profissionais, tais como: tempo de sono, refeições, higiene, deslocamentos, entretenimento etc. Essa análise é efetivada através de coleta de dados (massa, gênero, altura e idade) e utilização de valores referentes à duração média das principais ocupações dos trabalhadores.

Os dados foram levantados através de anotações individuais, em questionários específicos e informações orais, que detalharam dados sobre o gênero, massa, altura e idade de cada um dos trabalhadores, relacionando com as operações realizadas (Tabela AP2 do Apêndice), assim pode-se determinar o GER ou metabolismo basal (MB) de cada agricultor por intermédio das equações (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 1998 *apud* BUENO,

2002) que determinam o gasto energético no repouso em kcal e o dispêndio calórico final diário em MJ.

Para o gênero masculino

$$\text{GER} = 66,5 + 13,75 P + 5,0 A - 6,78 I \quad \text{Eq. 3}$$

Onde,

GER = gasto energético no repouso (caloria)

P = massa em quilos

A = altura em centímetros

I = idade em anos completos.

A necessidade calórica final diária é a somatória da divisão em três períodos, segundo o modo de ocupação em número de horas para: tempo de sono, tempo de trabalho e tempo de ocupações não profissionais. Segundo a metodologia de Carvalho et al. (1974), calculou-se a fração X/6 do GER, mantendo-se inalteradas as frações correspondentes ao tempo de sono (2/6 do GER 24h) e ocupações não profissionais (3/6 do GER 24h). O período de 24 horas, então, é primeiramente dividido igualmente em três. A determinação do GER correspondente ao tempo de trabalho é calculada a partir do tipo de trabalho realizado pelo agricultor.

A relação adotada entre as atividades e fração de energia dispendida no trabalho original e as adaptações comparativas do cultivo do eucalipto, podem ser observadas na Tabela 1, preservando, dentro do possível, os dados existentes da literatura:

Tabela 1. Dispêndio de energia de agricultores por tipo de trabalho agrícola, em fração correspondente ao GER.

Carvalho et al. (1974)	Comparativo de trabalho	Dispêndio de energia
Conduzir o trator	Transporte de insumos e TPL	3/6 do GER
Atomização (com canhão)	Calagem, subsolagem, limpa trilho, capina química pré-plantio e pré-emergente, irrigação com gel e irrigação, 2º e 3º adubação.	5/6 do GER
Empa	Ajudantes de operações mecanizadas.	6/6 do GER
Atomização (com atomizador de dorso), poda, poda (talha), vindima	1º adubação, replantio, controle de formiga pré e pós-plantio.	7/6 do GER
Colocar tutores e empar, aplicação de herbicida (pulverizador de dorso), fornecer calda, plantar batatas ao rego.	Plantio, coveta lateral, diária, capina química na linha, na entrelinha e pré-emergente.	8/6 do GER
Raspa, sachar batatas, tapar enxertia e espetar paus	Roçada	9/6 do GER
Abrir covas para fixação de esteios, cava.	Coroamento	14/6 do GER

Fonte: Adaptado de Carvalho et al. (1974, p35) e dados de pesquisa de campo (2008/ 2009).

Os procedimentos de cálculo de necessidades calóricas referentes á 24 horas para cada agricultor e trabalhador estudado estão apresentados na Tabela AP3 do Apêndice.

5.2.1.2 Muda

Para fins deste estudo o valor do coeficiente energético para a muda de eucalipto foi o mesmo adotado por Oliveira Júnior (2005), sendo $0,77 \text{ MJ} \cdot \text{unid}^{-1}$, a quantidade de muda utilizada pode ser vista no Tabela AP5 do Apêndice.

5.2.2 Energia direta de origem fóssil

5.2.2.1 Óleo diesel, óleo lubrificante e graxa

O consumo de óleo diesel, óleo lubrificante e graxa foi discriminado por controle de campo. O número de pontos, a massa utilizada, ou seja, a quantidade gasta com estas três energias, foi relacionada com o tempo gasto em cada operação do itinerário técnico, resultando na massa final utilizada por hectare.

Neste estudo foram adotados os valores energéticos citados no Balanço Energético Nacional (BRASIL, 2009), onde o índice energético do óleo diesel é $42,28 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, considerando sua densidade de $0,84 \text{ kg} \cdot \text{l}^{-1}$, temos o coeficiente energético do óleo diesel igual a $40,48 \text{ MJ} \cdot \text{l}^{-1}$, incluindo o fator de 1,14 (CAMPOS, 2001). O coeficiente do óleo lubrificante foi considerado $42,36 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ com densidade específica de $0,88 \text{ kg} \cdot \text{l}^{-1}$ (BRASIL, 2009) se teve $37,28 \text{ MJ} \cdot \text{l}^{-1}$. Para graxa utilizou o poder calórico de $42,70 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, que segundo Brasil (2009) a graxa é produto energético resultante de diferentes centros de transformação, é derivado de petróleo que, mesmo tendo significativo conteúdo energético, são utilizados para outros fins.

O custo energético com óleo diesel, óleo lubrificante e graxa está apresentado na Tabela AP4 do Apêndice.

5.2.2.2 Hidrogel

O hidrogel é um polímero com alta capacidade de retenção de água, podendo reter centenas de vezes seu próprio peso. Age como uma reserva de água para as plantas, tornando-a disponível de acordo com a necessidade, reduzindo o stress hídrico, os efeitos da estiagem e a mortalidade de plantas.

Em contato com a água, os cristais do hidrogel, se hidratam, aumentando seu volume rapidamente formando um gel pela absorção da água. Este gel cria um reservatório contínuo de água e de nutriente na região da raiz da planta, promovendo um aumento do crescimento radicular.

Como não foi encontrado em literatura o coeficiente energético do hidrogel, optou-se por obtê-lo através do poder calorífico superior (PCS), que foi determinado pelo método da bomba calorimétrica, e suas determinações foram realizadas no Laboratório de Física Aplicada do Departamento de Física e Biofísica, do Instituto de Biociências da Unesp de Botucatu – SP.

O PCS foi determinado segundo a norma ABNT NBR 8693, e pelo manual de operações do calorímetro PARR 1201.

Para cálculo do PCS, utilizou-se a equação:

$$\text{PCS} = \frac{(\text{K} + \text{M})}{\text{Ms}} \cdot \Delta t \quad \text{Eq. 5}$$

Sendo:

PCS = Poder calorífico superior (cal/g)

K = Constante do calorímetro (g)

M = Massa de água utilizada no calorímetro (g)

Ms = Massa seca da amostra (g)

Δt = Variação da temperatura antes e após a combustão (°C)

A massa de água (M) utilizada no calorímetro foi de 2500g e os valores constantes do calorímetro (K) foram previamente determinados na calibração do calorímetro, sendo de 488,90 gramas.

$$\text{PCS} = \frac{(2500 + 488,90)}{1} \cdot 1,82 = 5.439,80 \text{ kcal/ kg}$$

O valor encontrado foi de 5.439,80 kcal . kg⁻¹, ou, 22,77 MJ . kg⁻¹, sendo este o valor utilizado nos cálculos energéticos do hidrogel na irrigação.

5.2.3 Energia indireta de origem industrial

5.2.3.1 Máquinas e implementos

A equação determinante e os coeficientes calóricos para o cálculo da depreciação energética das máquinas e implementos foram os mesmos adotados pelos autores Comitre (1993), Bueno (2002), Romero (2005) e Basso (2007).

$$\text{Depreciação energética} = (a + b + c + d) \cdot \text{vida útil}^{-1} \quad \text{Eq. 4}$$

Onde,

a = peso das máquinas e implementos . coeficientes energéticos correspondentes

b = 5% de "a"

c = número de pneus . peso . coeficientes energético de referência

d = 12% de (a + b + c)

Vida útil = em horas

Nas operações que compõem o itinerário técnico foram utilizados 2 marcas e 3 modelos de tratores: New Holland TL 75 Exitus com uma potência de 78 cv, Valtra BM 110 com uma potência de 110 cv e Valtra BH 145 com uma potência de 145 cv.

Segundo Borges (2001 apud BUENO, 2002) define como peso de embarque do trator, sem contrapeso, sem água nos pneus, sem operador e tanque de combustível com somente 20 litros de óleo diesel.

A massa dos maquinários foi obtida junto às informações contidas nos mesmos (ficha técnica que se encontra em posse do motorista/ operador), em campo, além disso, foi verificada a dimensão, tipo, quantidade de pneu e contrapeso. O total da massa em ferro foi encontrada somando o peso de embarque com o contrapeso, subtraindo a massa dos pneus (obtidas em catálogos dos fabricantes), assim obtive o peso final “em aço” dos tratores e implementos, a ser utilizada no cálculo da depreciação energética (Tabela AP6 e AP7 do Apêndice).

A recomendação em termos de vida útil e horas de uso por ano dos maquinários e implementos agrícolas foram obtidos em IEA (2009), conforme Tabela AP9 do apêndice.

Quanto ao transporte dos insumos, rateou-se a quilometragem total em hectare plantado, chegando-se um valor de 13,71 km rodados . ha⁻¹ plantados, considerando a velocidade do caminhão em média de 65 km . h⁻¹, correspondendo ao tempo médio de 21' . ha⁻¹. O transporte interno, entre talhão não foi mensurado, este transporte refere-se à operação manual que necessita do apoio de máquinas.

5.2.3.2 Corretivo de solo

A recomendação indicada após a análise de solo, apontou a necessidade de calagem, adubação de plantio e três adubações de cobertura.

Na análise do solo foram indicados os insumos e as operações como demonstrado na Tabela 2.

Tabela2. Recomendação da análise de solo indicada para os talhões estudados.

Talhão	Plantio	Calagem	Subsolagem	Coveta	1°	2°	3°
	<u>Plantas</u>	<u>Calcário</u>	<u>Fosfato</u>	<u>NPK</u>	<u>Lateral</u>	<u>Adubação</u>	<u>Adubação</u>
			<u>Reativo</u>	<u>6-30-6</u>	<u>18-0-18</u>	<u>0-0-54</u>	<u>10-0-30</u>
	Unidade						
	kg . ha⁻¹						
21	1.333	1.600	450	150	250	300	350
22	1.333	1.600	450	150	250	300	350
23	1.333	1.600	450	150	250	300	350
26	1.333	1.600	450	150	250	300	350

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

O coeficiente energético utilizado para o calcário foi de 0,17 MJ . kg⁻¹, sendo este empregado por Bueno (2002).

5.2.3.3 Fertilizantes químicos

A formulação do adubo químico e a quantidade utilizada por hectare podem ser encontradas na Tabela AP5 do Apêndice.

Na conversão das unidades físicas de N total, P_2O_5 e K_2O em equivalentes energéticos, acrescentou-se $0,50 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ de fertilizantes aplicados, referente ao transporte marítimo, face ao volume representativo das importações dos adubos utilizados, conforme proposto por Leach (1976). O percentual de importação de cada fertilizante foi calculado a partir das tabelas de importação e produção nacional de matérias-primas e produtos intermediários para fertilizantes apresentados pelo ANDA (2009), referentes ao ano de 2009 e seus respectivos percentuais, conforme indicado na Tabela 3 a seguir:

Tabela 3. Porcentagem média de importação de alguns fertilizantes no Brasil, 2009.

Fertilizante	Porcentual médio da quantidade de importação (%)
- Mistura	
N	73,34
P_2O_5	38,33
K_2O	83,47
- Fosfato Reativo	79,39

Fonte: Anda (2009)

Para efeito do cálculo que compôs o dispêndio energético da implantação de eucalipto adotaram-se os seguintes coeficientes para N total, P_2O_5 e K_2O respectivamente: $73 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, $13 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ e $9 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, indicado por Angonese (2006). Para a determinação do coeficiente energético do fosfato natural reativo, utilizou-se 34% do total de fósforo, conforme indicado na ficha de informação de segurança de produto químico (FISQP).

5.2.3.4 Herbicidas e Formicidas

Foram adotados valores médios apontados por Pimentel (1980). Os coeficientes energéticos utilizados foram: $347,88 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ para herbicidas e $89,35 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$,

para formicidas. Nestes coeficientes estão embutidos a produção, formulação, embalagem e o transporte Tabela AP5 do Apêndice.

Na Tabela 4 encontram-se as entradas da implantação de eucalipto e as unidades energéticas com suas respectivas fontes.

Tabela 4. Coeficiente para conversão de unidades físicas em unidades energéticas.

Entrada (input)	Unidade física	Unidade energética (MJ)	Fonte
Mão-de-obra		MJ	Adaptado Carvalho (1974)
Mudas	unid.	0,77	Oliveira Jr (2005)
Calcário	kg	0,17	Bueno (2002)
Fertilizantes:			
N	kg	73	
P ₂ O ₅	kg	13	Angonese (2006)
K ₂ O	kg	9	
Fosfato natural reativo (34% P ₂ O ₅)	kg	13	
Herbicida	kg	347,88	Pimentel (1980)
Formicida	kg	89,35	Pimentel (1980)
Hidrogel	kg	22,77	Dados da Pesquisa (2008/2009)
Máquinas	t	14.628,68	
Implemento	t	8.628,99	Comitre (1993)
Pneus	t	85.829,40	
Óleo diesel	l	40,48	
Graxa	kg	42,70	Brasil (2009)
Lubrificante	l	37,28	

5.3 Dispêndios econômicos

5.3.1 Custos de produção

O custo de produção foi calculado através das planilhas de coeficientes técnicos, elaboradas a partir do levantamento dos dados obtidos na pesquisa de campo. A metodologia utilizada foi a do custo operacional definido por (Matsunaga et al.,1976). O custo de produção é determinado a partir da descrição de todas as atividades de cultivo, detalhando os tipos de máquinas e implementos utilizados, mão-de-obra aplicada, tempo de duração de cada uma destas atividades, e ainda, quantidade dos insumos consumidos.

É importante ressaltar que, de acordo com o modelo utilizado, os coeficientes técnicos de produção foram expressos em hectare e os preços médios foram apresentados em Real (R\$).

Todos os dados do presente trabalho foram coletados na pesquisa de campo e controles gerenciais. Como todas as operações de implantação de eucalipto são terceirizadas, os valores dos maquinários e implementos foram conseguidos junto às revendedoras, e os salários dos trabalhadores rurais foram obtidos no Instituto de Economia Agrícola (IEA).

Todos os itens apresentados na participação das diversas formas de energia no custo operacional foram separados a fim de realizar uma comparação equivalente entre os dispêndios energético e econômico.

5.3.2 Custos da energia direta origem biológica

5.3.2.1 Mão-de-obra

Na estimativa do custo, da categoria mão-de-obra, foi considerado o valor do salário apresentado pelo IEA para o ano de 2009, da função diarista e tratorista referente ao mês de dezembro, como se apresenta na Tabela 5.

Tabela 5. Valores dos salários da função diarista e tratorista.

Tipo de mão-de-obra	Salários rurais (R\$)	Tempo de trabalho	Total (R\$/h)
Diarista	30,00 . dia ⁻¹	8 horas	3,75
Tratorista	800,00 . mês ⁻¹	22 dias	4,54

Fonte: IEA (2009).

Obteve-se o custo com a mão-de-obra, multiplicando os rendimentos das operações manuais pelos valores das horas correspondentes por função, como se apresenta na Tabela AP10 do Apêndice.

5.3.2.2 Muda

As despesas com as mudas foram calculadas multiplicando-se as quantidades gastas por hectare pelos preços unitários praticado em dezembro de 2009, sendo R\$ 0,13 a unidade. O custo da muda pode ser visto na Tabela AP10 do Apêndice.

5.3.3 Custos da energia direta origem fóssil

5.3.3.1 Óleo diesel, óleo lubrificante e graxa.

As despesas com combustíveis e lubrificantes foram estimadas através do consumo por hora de uso dos tratores e caminhão. O custo foi calculado multiplicando-se o consumo por hora informado pelo preço unitário, praticado em dezembro de 2009, do combustível e do lubrificante, como se observa na Tabela 6.

Tabela 6. Preços praticados de óleo diesel, óleo lubrificante e graxa.

Energia direta – fóssil	Unid.	R\$. unid⁻¹
Óleo diesel	l	1,99
Óleo Lubrificante		
15W 40	l	10,00
THF 11	l	10,00
SAE 90	l	12,00
SH 68	l	6,60
Graxa	kg	11,94

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

5.3.3.2 Hidrogel.

Hidrogel é um condicionador de solo, absorvente, utilizado na irrigação de florestas de eucalipto para absorver e reter grandes quantidades de água e nutrientes. O resultado é o rápido estabelecimento da cultura e redução de custos com replantio e irrigação.

As despesas com o hidrogel foram calculadas através do consumo do insumo utilizado por hectare, multiplicando-se pelo valor do produto praticado em dezembro de 2009, sendo R\$ 12,30 o kg, como pode ser observado na Tabela AP10 do Apêndice.

5.3.4 Custos da energia indireta origem industrial

5.3.4.1 Máquinas e implementos

Depreciação de máquinas e implementos é o custo necessário para substituir os bens de capital, quando se tornam improdutivos pelo desgaste físico (depreciação física) ou quando perdem o valor pela obsolescência tecnológica. A utilização de um bem de capital ao longo do tempo anulará seu valor ou reduzirá a um mínimo. O método de depreciação adotada é o método linear ou das cotas fixas, calculadas simplesmente subtraindo-

se do custo inicial (preço aquisição ou novo) o valor final (sucata), dividindo-se pelo número de horas de uso no ano, temos o custo de depreciação por hora.

$$D = \frac{(V_i - V_f)}{n} \quad \text{Eq. 6}$$

Onde:

D = depreciação por hora

V_i = valor inicial (preço de aquisição novo ou usado)

V_f = valor final (sucata)

n = número de horas de uso do bem por ano

5.3.4.2 Corretivo de solo, fertilizantes químicos, herbicida, formicida.

As despesas com calcário, adubos, herbicidas e formicidas foram calculadas multiplicando-se as quantidades gastas por hectare pelos preços unitários pagos pelo produtor, sendo base os valores do mês de dezembro de 2009.

Na Tabela 7 apresentam-se os valores dos insumos utilizados na implantação de eucalipto, tendo o mês de dezembro de 2009 como referência.

Tabela 7. Preços praticados dos insumos utilizados na implantação de eucalipto.

Entrada (input)	Unidade física	Valores unitários (R\$)
Mudas	unid.	0,13
Calcário	kg	0,055
Fertilizantes:		
NPK 6-30-6	kg	0,94
NPK 18-0-18	kg	1,17
NPK 0-0-54	kg	1,74
NPK 10-0-30	kg	0,73
Fosfato natural reativo	kg	0,45
Herbicida		
Fordor	kg	625,12
Glifosato	l	6,90
Formicida	kg	4,30
Hidrogel	kg	12,30

Fonte: Fornecedores (Adufertil, Bayer, Eucatex, Geocal, Hydroplan, Nortox, Unibrás) e dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Todos os custos da implantação de eucalipto se encontram na Tabela AP10 do Apêndice.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os dispêndios energéticos das operações que apresentaram um alto custo energético e a matriz energética das entradas culturais da implantação de eucalipto. Os dispêndios econômicos seguem a mesma forma, sendo os custos separados por tipo, fonte e forma, referentes às energias utilizadas.

A seqüência do capítulo é primeiramente a apresentação das operações mais onerosas energética e economicamente, sendo que, as operações de cada vertente que tiveram sua representatividade na implantação de eucalipto, em torno de 5%, foram apresentados os custos por tipo, fonte e forma de energia. As operações que apresentaram um total de até 5% na análise energética representaram 80% dos dispêndios energéticos, na análise econômica participaram com 73% dos dispêndios econômicos.

A seguir são apresentados os resultados referentes às operações do itinerário técnico. Por fim, apresenta a matriz energética, e a estrutura de custos de todas as entradas de energia utilizadas para implantar um hectare de eucalipto.

Os resultados são apresentados na unidade do Sistema Internacional, ou seja, MJ.

6.1 Dispendios energéticos por operação

Neste capítulo são apresentadas as operações que tiveram seus gastos energéticos em até 5%. Estas operações representaram 80% de todo o dispêndio energético e totalizaram 8 operações.

6.1.1 1º Adubação de cobertura manual

Nesta operação a aplicação de fertilizante é manual, o adubo foi aplicado próximo à planta.

A entrada de energia indireta na operação de 1º adubação de cobertura foi de 99,92%, maior que a energia direta, em função do consumo de fertilizantes químicos, como pode ser visto na Tabela 8.

Tabela 8. Entrada de energia, por tipo, fonte e forma, em MJ . ha⁻¹, e participações percentuais na operação de 1º adubação de cobertura manual.

TIPO, fonte e forma	Implantação de eucalipto	
	Entradas culturais (MJ . ha ⁻¹)	Participação (%)
OPERAÇÃO: 1º ADUBAÇÃO DE COBERTURA MANUAL		
<u>ENERGIA DIRETA</u>	<u>3,18</u>	<u>0,08</u>
Biológica	3,18	0,08
Mão-de-obra	3,18	0,08
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	<u>3.761,86</u>	<u>99,92</u>
Industrial	3.761,86	99,92
Fertilizante	3.761,86	99,92
TOTAL	3.765,05	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/2009).

Das “entradas” totais de energia da implantação de eucalipto, a 1º adubação de cobertura teve participação de 17,25%.

6.1.2 3º Adubação de cobertura mecanizada

Na operação de 3º adubação de cobertura apresenta o gasto calórico em energia indireta de 95,41%, superior a energia direta 4,59%, do sistema de produção analisado, em função do fertilizante químico. Na energia direta, o consumo de origem fóssil destaca-se em função, principalmente, do óleo diesel (4,48%).

Na Tabela 9 verifica-se que a energia indireta industrial participou com 95,41% dos custos energéticos.

Tabela 9. Entrada de energia, por tipo, fonte e forma, em MJ . ha⁻¹, e participações percentuais na operação de 3º adubação de mecanizada de cobertura.

TIPO, fonte e forma	Implantação de eucalipto	
	Entradas culturais (MJ . ha ⁻¹)	Participação (%)
OPERAÇÃO: 3º ADUBAÇÃO DE COBERTURA MECANIZADA		
ENERGIA DIRETA	171,55	4,59
Biológica	0,62	0,01
Mão-de-obra	0,62	0,01
Fóssil	170,93	4,58
Óleo Diesel	167,18	4,48
Óleo Lubrificante	3,23	0,09
Graxa	0,52	0,01
ENERGIA INDIRETA	3.564,20	95,41
Industrial	3.564,20	95,41
Trator	8,84	0,24
Implemento	0,95	0,03
Fertilizante	3.554,40	95,15
TOTAL	3.735,75	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/2009).

A participação da operação de 3º adubação de cobertura atingiu 17,11% da demanda energética da implantação de eucalipto.

6.1.3 Subsolagem

Na operação de subsolagem, verifica-se maior consumo calórico em energia indireta 72,93%, devido ao uso de fertilizantes químicos.

O óleo diesel, componente da energia direta de origem fóssil, destaca-se pela elevada participação na energia direta despendida na produção de eucalipto em 26,46%.

Tabela 10. Entrada de energia, por tipo, fonte e forma, em MJ . ha⁻¹, e participações percentuais na operação de subsolagem.

TIPO, fonte e forma	Implantação de eucalipto	
	Entradas culturais (MJ . ha ⁻¹)	Participação (%)
OPERAÇÃO: SUBSOLAGEM		
ENERGIA DIRETA	769,92	27,07
Biológica	1,55	0,05
Mão-de-obra	1,55	0,05
Fóssil	768,36	27,01
Óleo Diesel	752,52	26,46
Óleo Lubrificante	14,30	0,50
Graxa	1,53	0,05
ENERGIA INDIRETA	2.074,62	72,93
Industrial	2.074,62	72,93
Trator	14,87	0,52
Implemento	4,53	0,16
Fertilizante	2.055,22	72,25
TOTAL	2.844,54	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/2009).

Em termos gerais, a participação dessa operação na matriz energética da implantação de eucalipto atingiu 13,03%.

6.1.4 2º Adubação de cobertura mecanizada

Para essa operação, o principal dispêndio energético está relacionado ao uso do adubo de cobertura que, sozinho, representa 89,37% do consumo energético, seguido do uso de óleo diesel com 9,79%.

Tabela 11. Entrada de energia, por tipo, fonte e forma, em MJ . ha⁻¹, e participações percentuais na operação de 2º adubação de cobertura mecanizada.

TIPO, fonte e forma	Implantação de eucalipto	
	Entradas culturais (MJ . ha ⁻¹)	Participação (%)
OPERAÇÃO: 2º ADUBAÇÃO DE COBERTURA MECANIZADA		
ENERGIA DIRETA	171,61	10,05
Biológica	0,70	0,04
Mão-de-obra	0,70	0,04
Fóssil	170,91	10,01
Óleo Diesel	167,18	9,79
Óleo Lubrificante	3,23	0,19
Graxa	0,51	0,03
ENERGIA INDIRETA	1.535,60	89,95
Industrial	1.535,60	89,95
Trator	8,84	0,52
Implemento	0,95	0,06
Fertilizante	1.525,80	89,37
TOTAL	1.707,21	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/2009).

A participação calórica da 2º adubação de cobertura representou 7,82% do total do custo de energia da implantação de eucalipto.

6.1.5 Capina química na entrelinha

A operação de herbicida na entrelinha foi realizada três vezes no período de implantação de eucalipto, onde podemos verificar que o herbicida participa da energia indireta em 98,80%. A energia direta compreendida pela mão-de-obra representa 1,20%, sendo que a operação foi realizada manualmente.

Tabela 12. Entrada de energia, por tipo, fonte e forma, em MJ . ha⁻¹, e participações percentuais na operação de capina química na entrelinha.

<u>TIPO, fonte e forma</u>	Implantação de eucalipto	
	Entradas culturais (MJ . ha ⁻¹)	Participação (%)
OPERAÇÃO: CAPINA QUÍMICA NA ENTRELINHA		
<u>ENERGIA DIRETA</u>	20,01	1,20
Biológica	20,01	1,20
Mão-de-obra	20,01	1,20
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	1.654,18	98,80
Industrial	1.654,18	98,80
Implemento	0,01	0,00
Herbicida	1.654,17	98,80
TOTAL	1.674,19	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/2009).

A operação de capina química na entrelinha teve sua participação global no sistema energético de 7,67%.

6.1.6 Adubação e coveta lateral

Esta operação foi realizada manualmente, sendo o adubo aplicado em duas covetas laterais em direção ao sulco da subsolagem.

A participação do fertilizante químico, de origem industrial da energia indireta apresenta participação de 99,65% dos gastos energéticos desta operação. Esta operação se assemelha à operação de 1º adubação de cobertura, onde a mão-de-obra, fonte biológica da energia direta totaliza os dispêndios energéticos com 0,35%.

Tabela 13. Entrada de energia, por tipo, fonte e forma, em MJ . ha⁻¹, e participações percentuais na operação de adubação e coveta lateral.

TIPO, fonte e forma	Implantação de eucalipto	
	Entradas culturais (MJ . ha ⁻¹)	Participação (%)
OPERAÇÃO: ADUBAÇÃO E COVETA LATERAL		
<u>ENERGIA DIRETA</u>	4,73	0,35
Biológica	4,73	0,35
Mão-de-obra	4,73	0,35
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	1.339,40	99,65
Industrial	1.339,40	99,65
Implemento	0,004	0,00
Fertilizante	1.339,39	99,65
TOTAL	1.344,13	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/2009).

Das “entradas” energéticas no sistema, a operação de adubação e coveta lateral participou com 6,16%.

6.1.7 Capina química pré-plantio

Nesta operação, a entrada de energia indireta (81,91%) apresenta-se superior à energia direta, em razão do herbicida. Observa-se que o valor do dispêndio energético da energia direta é preenchido em sua quase totalidade pelo consumo de energia proveniente de fonte fóssil, destacando o consumo de óleo diesel (17,65%).

Tabela 14. Entrada de energia, por tipo, fonte e forma, em MJ . ha⁻¹, e participações percentuais na operação de capina química pré plantio.

TIPO, fonte e forma	Implantação de eucalipto	
	Entradas culturais (MJ . ha ⁻¹)	Participação (%)
OPERAÇÃO: CAPINA QUÍMICA PRÉ-PLANTIO		
ENERGIA DIRETA	220,39	18,09
Biológica	0,59	0,05
Mão-de-obra	0,59	0,05
Fóssil	219,79	18,04
Óleo Diesel	214,95	17,65
Óleo Lubrificante	4,11	0,34
Graxa	0,74	0,06
ENERGIA INDIRETA	997,69	81,91
Industrial	997,69	81,91
Trator	12,21	1,00
Implemento	0,63	0,05
Herbicida	984,85	80,85
TOTAL	1.218,08	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Os dispêndios energéticos verificados na operação de capina química pré-plantio, teve sua participação global no sistema de 5,58%.

6.1.8 Limpa trilho

O limpa trilho é uma operação que utiliza um implemento que afasta os resíduos encontrados, facilitando o preparo de solo.

A operação de limpa trilho apresenta um gasto calórico de 98,78%, referente à energia direta, maior que a energia indireta (1,22%), em razão do consumo de óleo diesel (96,55%).

Tabela 15. Entrada de energia, por tipo, fonte e forma, em MJ . ha⁻¹, e participações percentuais na operação de limpa trilho

TIPO, fonte e forma	Implantação de eucalipto	
	Entradas culturais (MJ . ha ⁻¹)	Participação (%)
OPERAÇÃO: LIMPA TRILHO		
<u>ENERGIA DIRETA</u>	<u>1.095,82</u>	<u>98,78</u>
Biológica	1,76	0,16
Mão-de-obra	1,76	0,16
Fóssil	1.094,06	98,62
Óleo Diesel	1.071,10	96,55
Óleo Lubrificante	20,46	1,84
Graxa	2,50	0,23
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	<u>13,58</u>	<u>1,22</u>
Industrial	13,58	1,22
Trator	12,21	1,10
Implemento	1,37	0,12
TOTAL	1.109,40	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

A operação de limpa trilho participou da matriz energética da implantação de eucalipto com 5,08%.

A partir da identificação do perfil de consumo energético, os resultados foram sistematizados na Tabela 16, que apresenta o dispêndio energético, de todas as operações que compuseram o itinerário técnico da implantação de eucalipto.

Tabela 16. Participação das operações do itinerário técnico na implantação de eucalipto (2008/2009).

OPERAÇÕES	Implantação de eucalipto	
	MJ . ha ⁻¹	Participação (%)
1º Adubação de cobertura	3.765,05	17,25%
3º Adubação de cobertura	3.735,75	17,11%
Subsolagem	2.844,54	13,03%
2º Adubação de cobertura	1.707,21	7,82%
Capina química na entrelinha	1.674,19	7,67%
Adubação de coveta lateral	1.344,13	6,16%
Capina química pré-plantio	1.218,08	5,58%
Limpa trilho	1.109,40	5,08%
Irrigação com gel	1.042,42	4,77%
Plantio	1.037,55	4,75%
Capina química na linha	665,64	3,05%
Calagem	440,00	2,02%
Irrigação	270,45	1,24%
Capina química pré-emergente	252,01	1,15%
Controle de formiga pós-plantio	212,14	0,97%
Controle de formiga pré-plantio	182,58	0,84%
Trator pneu leve (TPL)	132,98	0,61%
Transporte de insumo	102,90	0,47%
Replantio	60,92	0,28%
Capina química pré-emergente	20,53	0,09%
Diária	5,20	0,02%
Roçada manual	4,87	0,02%
Coroamento	3,23	0,01%
TOTAL	21.831,76	100,00%

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Observa-se que as operações que mais utilizaram energia indireta do tipo industrial foram as adubações de cobertura, subsolagem, adubação de coveta lateral, herbicida, estas operações utilizaram fertilizantes químicos e herbicidas. A operação de limpa

trilho, no total de suas entradas energéticas, participa de 98,78% da energia direta, isto devido ao consumo de óleo diesel.

Na Figura 4 podem-se verificar as operações que contribuem para a formação do custo energético da implantação de eucalipto.

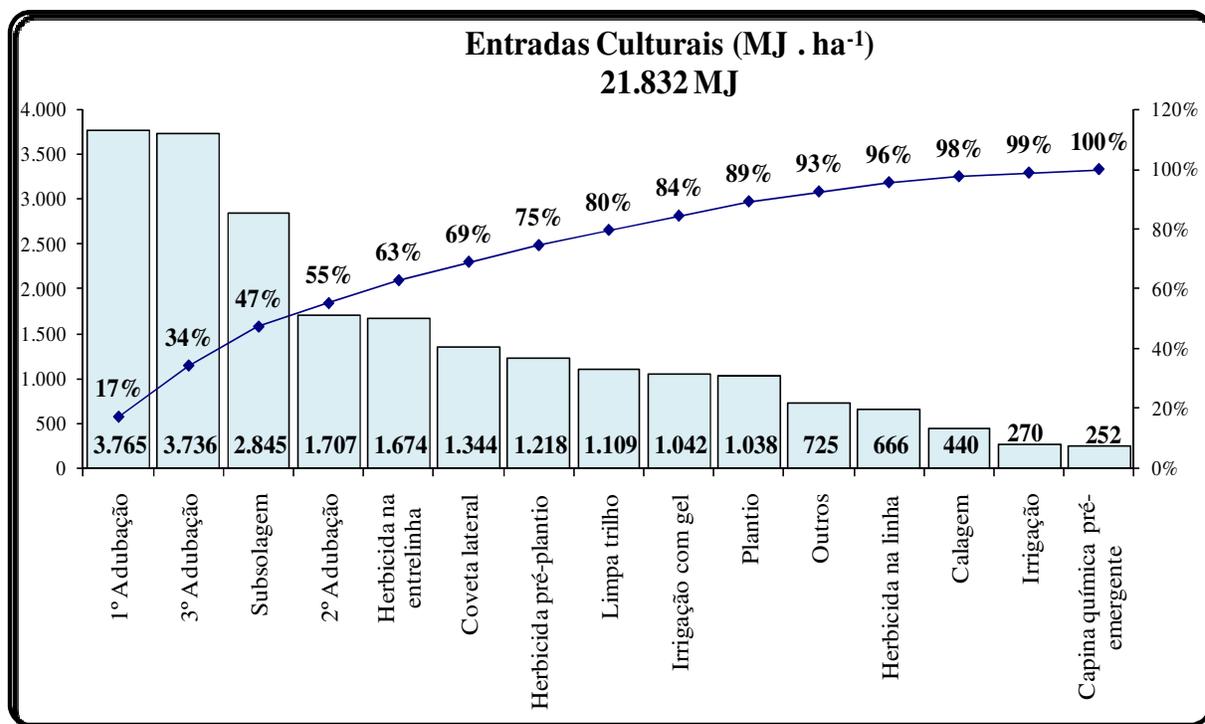


Figura 4. Dispendios energéticos por operação da implantação de eucalipto.
Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Os resultados da conversão energética da implantação de eucalipto mostraram uma demanda energética de 21.831,76 MJ . ha⁻¹, destes, a energia indireta participou com 75,02%, sendo que os fertilizantes químicos compreenderam 56,05%. A energia direta participou com 24,98% das entradas culturais, desta o óleo diesel tiveram o gasto energético de 18,97%, a mão-de-obra apresentou um dispendio de 5,32% do total das energias culturais.

Na Tabela 17 estão apresentadas as estruturas de dispendios energéticos, segundo seu tipo, fonte e forma.

Tabela 17. Entrada de energia, por tipo, fonte e forma, em MJ . ha⁻¹, e suas respectivas participações percentuais na implantação de eucalipto.

TIPO, fonte e forma	Implantação de eucalipto	
	Entradas culturais (MJ . ha ⁻¹)	Participação (%)
ENERGIA DIRETA	5.454,00	24,98
Biológica	1.161,44	5,32
Mão-de-obra	71,12	0,33
Muda	1.090,32	4,99
Fóssil	4.292,56	19,66
Óleo Diesel	4.142,12	18,97
Óleo Lubrificante	78,76	0,36
Graxa	11,53	0,05
Hidrogel	60,16	0,28
ENERGIA INDIRETA	16.377,76	75,02
Industrial	16.377,76	75,02
Máquinas	113,95	0,52
Implemento	27,51	0,13
Fertilizante	12.236,69	56,05
Herbicida	3.336,17	15,28
Formicida	391,89	1,80
Calcário	271,55	1,24
TOTAL	21.831,76	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/2009).

Pode-se observar que a implantação de eucalipto tem maior dispêndio energético com fertilizante (56,05%), herbicida (15,28%), referente à energia indireta e um dispêndio com o óleo diesel (18,97%) da energia direta, perfazendo um total de 90,30% do custo energético.

Verifica-se na Figura 5 a proporção maior de uso de energia indireta de fonte industrial, em torno de 75%, cerca de 20% de consumo de energia direta de fonte fóssil e aproximadamente 5% de energia direta de fonte biológica.

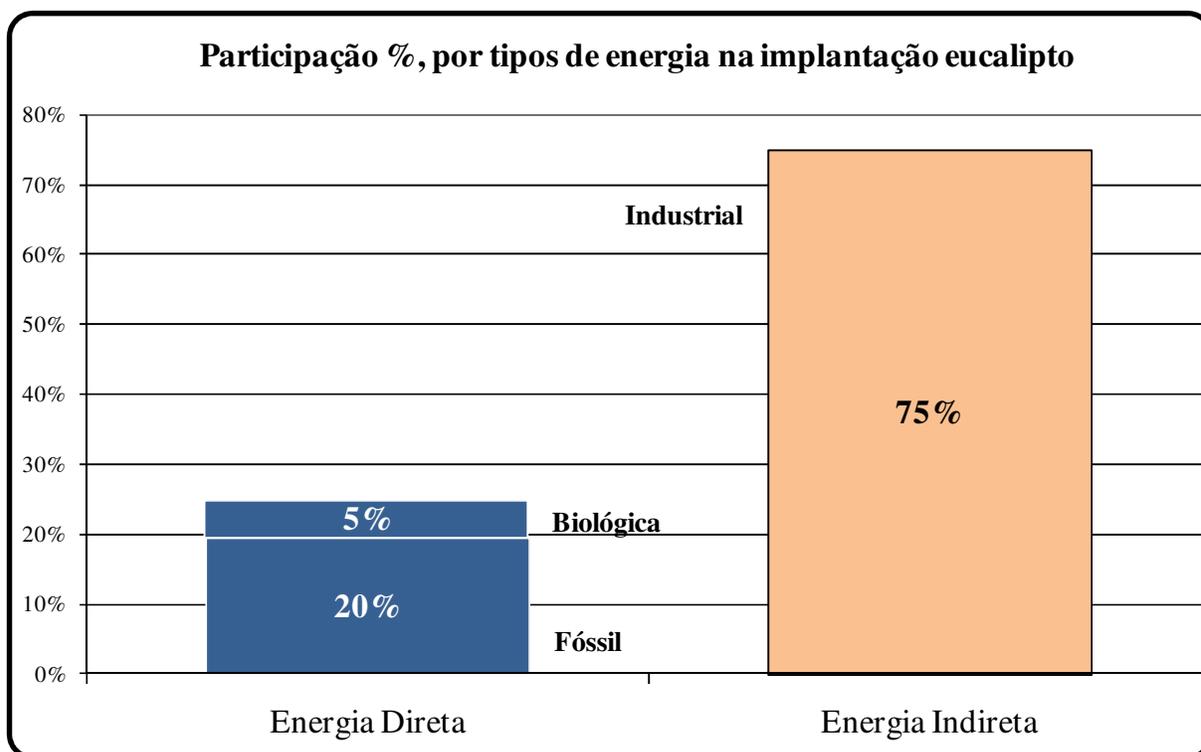


Figura 5. Participação, por hectare, dos tipos de energia na implantação de eucalipto.

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Como se observa na Figura 6 às participações, por forma de energia, vêm destacar mais uma vez a forte dependência do componente fertilizante químico, de fonte de energia industrial, ou seja, 56,05% em um hectare de eucalipto plantado.

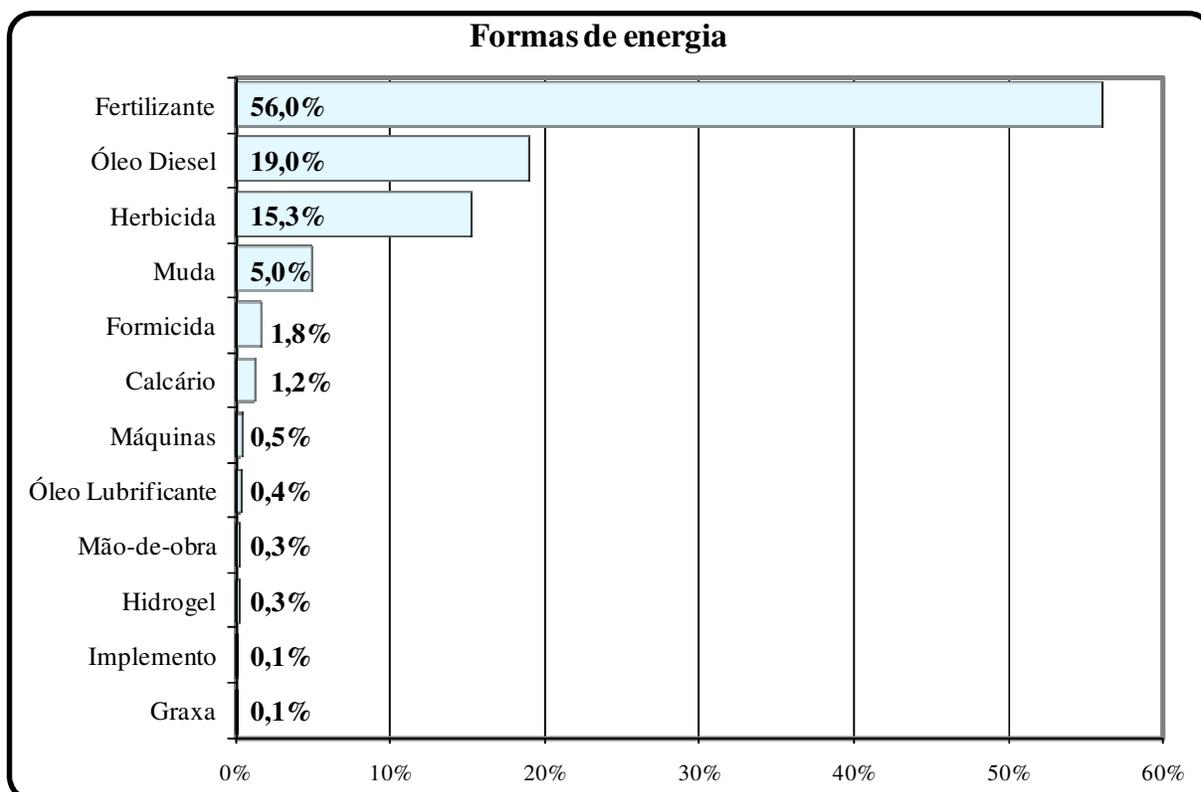


Figura 6. Participação, por ha, das diversas formas de energia na implantação de eucalipto.
Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Este resultado explica-se pela utilização de fertilizantes químicos, em várias operações no decorrer da implantação, o uso da mecanização em algumas operações, aumenta o consumo de óleo diesel. Na estrutura de dispêndios calóricos, a energia proveniente da fonte fóssil situa-se como segundo componente em participação.

A análise das fontes de energia mostra que o itinerário técnico utilizado privilegia o tipo de energia indireta, principalmente pelas aplicações de fertilizantes e herbicidas. Portanto, a energia direta apresenta-se com menor participação, com a fonte fóssil, particularmente o óleo diesel, e a fonte biológica.

6.2 Dispendios econômicos por operação

As operações que participaram com 5% dos custos econômicos estão separadas segundo seu tipo, fonte e forma. Estas operações totalizaram 73% dos dispendios econômicos e foram representadas por 8 operações.

6.2.1 2º Adubação de cobertura mecanizada

A operação de 2º adubação de cobertura é a que tem o maior custo da implantação de eucalipto. A energia direta representa 2,43% dos custos totais com esta operação, o restante dos dispendios econômicos é atribuído à energia indireta com a participação de fertilizantes químicos em 90,06%, seguidos da depreciação do trator e do implemento, como mostra a Tabela 18.

Tabela 18. Custo operacional, por tipo, fonte e forma, em R\$. ha⁻¹, e participações percentuais na operação de 2º adubação de cobertura mecanizada.

<u>CUSTOS</u>	Implantação de eucalipto	
	R\$. ha ⁻¹	Participação (%)
OPERAÇÃO: 2º ADUBAÇÃO DE COBERTURA MECANIZADA		
<u>ENERGIA DIRETA</u>	14,10	2,43
Biológica	4,88	0,84
Custo da mão-de-obra	4,88	0,84
Fóssil	9,23	1,59
Custo do óleo Diesel	8,22	1,42
Custo do óleo Lubrificante	0,87	0,15
Custo da graxa	0,14	0,02
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	565,60	97,57
Industrial	565,60	97,57
Custo da depreciação do trator	32,56	5,62
Custo da depreciação do implemento	10,97	1,89
Custo do fertilizante	522,07	90,06
TOTAL	579,70	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

A participação total dessa operação nos custos da implantação de eucalipto foi de 14,92%.

6.2.2 Subsolação

Nos custos da operação subsolação destacou a utilização intensa de fertilizantes químicos (44,79%). A participação do custo da depreciação do trator apresentou-se importante (16,55%). Com relação à mão-de-obra, a utilização de apenas dois agricultores como tratorista e ajudante, foi responsável pela pequena participação dessa rubrica na matriz correspondente.

A subsolação apresentou um custo de energia indireta de 88,28%, sendo maior que o custo de energia direta (11,72%), onde os custos do óleo diesel tiveram a maior participação (9,10%).

A Tabela 19 apresenta os custos da operação subsolação segundo seu tipo, fonte e forma.

Tabela 19. Custo operacional, por tipo, fonte e forma, em R\$. ha⁻¹, e participações percentuais na operação de subsolação.

<u>CUSTOS</u>	Implantação de eucalipto	
	R\$. ha ⁻¹	Participação (%)
OPERAÇÃO: SUBSOLAÇÃO		
<u>ENERGIA DIRETA</u>	53,10	11,72
Biológica	11,84	2,61
Custo da mão-de-obra	11,84	2,61
Fóssil	41,26	9,10
Custo do óleo Diesel	36,99	8,16
Custo do óleo Lubrificante	3,84	0,85
Custo da graxa	0,43	0,09
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	400,19	88,28
Industrial	400,19	88,28
Custo da depreciação do trator	122,14	26,95
Custo da depreciação do implemento	75,00	16,55
Custo do fertilizante	203,04	44,79
TOTAL	453,29	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Dos dispêndios totais da implantação de eucalipto, a subsolação teve participação de 11,67%.

6.2.3 Irrigação com gel

O dispêndio econômico de energia direta desta operação deve-se à utilização de óleo diesel, representando 13,03%, seguido do hidrogel 9,13%, ambos de fonte não-renovável.

Observa-se um custo de energia industrial de 68,49% representado pela depreciação do trator e do implemento.

Na Tabela 20 observa-se a matriz de custos da operação de irrigação com gel, realizada na implantação de eucalipto.

Tabela 20. Custo operacional, por tipo, fonte e forma, em R\$. ha⁻¹, e participações percentuais na operação de irrigação com gel.

<u>CUSTOS</u>	Implantação de eucalipto	
	R\$. ha ⁻¹	Participação (%)
OPERAÇÃO: IRRIGAÇÃO COM GEL		
<u>ENERGIA DIRETA</u>	112,18	31,51
Biológica	27,63	7,76
Custo da mão-de-obra	27,63	7,76
Fóssil	84,54	23,75
Custo do óleo Diesel	46,39	13,03
Custo do óleo Lubrificante	4,88	1,37
Custo da graxa	0,78	0,22
Custo do hidrogel	32,50	9,13
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	243,86	68,49
Industrial	243,86	68,49
Custo da depreciação do trator	184,50	51,82
Custo da depreciação do implemento	59,37	16,67
TOTAL	356,04	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Em termos de participação global dos custos da implantação de eucalipto, a irrigação com gel participa com 9,17%.

6.2.4 1º Adubação de cobertura manual

O consumo de capital desta operação é de 92,19% para a energia indireta representada pelo insumo. A mão-de-obra, componente da energia indireta participa dos custos da 1º adubação de cobertura com 7,81%, onde a operação é em sua totalidade manual, como demonstrado na Tabela 21.

Tabela 21. Custo operacional, por tipo, fonte e forma, em R\$. ha⁻¹, e participações percentuais na operação de 1º adubação de cobertura manual.

<u>CUSTOS</u>	Implantação de eucalipto	
	R\$. ha ⁻¹	Participação (%)
OPERAÇÃO: 1º ADUBAÇÃO DE COBERTURA MANUAL		
<u>ENERGIA DIRETA</u>	25,01	7,81
Biológica	25,01	7,81
Custo da mão-de-obra	25,01	7,81
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	295,37	92,19
Industrial	295,37	92,19
Custo do fertilizante	295,37	92,19
TOTAL	320,38	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

A 1º adubação de cobertura despontou com uma participação de 8,25% do capital utilizado para a implantação de eucalipto.

6.2.5 Limpa Trilho

Na operação de limpa trilho o custo operacional de energia indireta participou com 76,99%, sendo representada pelo custo de depreciação do trator e do implemento. A energia direta teve seu custo formado principalmente pela utilização acentuada de componentes fósseis, particularmente óleo diesel 16,78%. A mão-de-obra, componente da energia direta, obteve um custo de 4,25% do dispêndio total da operação de limpa trilho, conforme Tabela 22.

Tabela 22. Custo operacional, por tipo, fonte e forma, em R\$. ha⁻¹, e participações percentuais na operação de limpa trilho .

<u>CUSTOS</u>	Implantação de eucalipto	
	R\$. ha ⁻¹	Participação (%)
OPERAÇÃO: LIMPA TRILHO		
<u>ENERGIA DIRETA</u>	72,19	23,01
Biológica	13,35	4,25
Custo da mão-de-obra	13,35	4,25
Fóssil	58,84	18,75
Custo do óleo Diesel	52,66	16,78
Custo do óleo Lubrificante	5,49	1,75
Custo da graxa	0,70	0,22
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	241,56	76,99
Industrial	241,56	76,99
Custo da depreciação do trator	158,82	50,62
Custo da depreciação do implemento	82,74	26,37
TOTAL	313,75	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

A participação da operação de limpa trilho atingiu 8,08% da demanda econômica da implantação de eucalipto.

6.2.6 3º Adubação de cobertura mecanizada

A 3º adubação de cobertura evidencia um custo com a energia indireta de forma significativa 95,49%, sendo que o fertilizante representa 81,58% do total dos dispêndios desta operação. A energia direta apresenta um total de 4,51% dos custos, sendo que o óleo diesel compreende 2,95%, a mão-de-obra representa 1,56% de todo o capital utilizado.

Na Tabela 23 verificam-se os custos da operação 3º adubação de cobertura, separados pela energia direta e indireta.

Tabela 23. Custo operacional, por tipo, fonte e forma, em R\$. ha⁻¹, e participações percentuais na operação de 3º adubação de cobertura mecanizada.

CUSTOS	Implantação de eucalipto	
	R\$. ha ⁻¹	Participação (%)
OPERAÇÃO: 3º ADUBAÇÃO DE COBERTURA MECANIZADA		
ENERGIA DIRETA	14,11	4,51
Biológica	4,88	1,56
Custo da mão-de-obra	4,88	1,56
Fóssil	9,23	2,95
Custo do óleo Diesel	8,22	2,63
Custo do óleo Lubrificante	0,87	0,28
Custo da graxa	0,15	0,05
ENERGIA INDIRETA	298,87	95,49
Industrial	298,87	95,49
Custo da depreciação do trator	32,56	10,40
Custo da depreciação do implemento	10,97	3,51
Custo do fertilizante	255,34	81,58
TOTAL	312,97	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Em termos gerais, a participação dessa operação nos dispêndios econômicos da implantação de eucalipto atingiu 8,06%.

6.2.7 Capina química na entrelinha

O alto dispêndio econômico de energia direta desta operação deve-se à utilização da mão-de-obra 75,74%, seguido do custo com a energia indireta de 24,26%, estes, divididos entre o custo da depreciação do implemento utilizado (12,12%) e do herbicida (12,14%).

Na Tabela 24 observa-se que a fonte biológica representa cerca de 76% dos custos da capina química na entrelinha, devido a grande utilização da mão-de-obra.

Tabela 24. Custo operacional, por tipo, fonte e forma, em R\$. ha⁻¹, e participações percentuais na operação de capina química na entrelinha.

CUSTOS	Implantação de eucalipto	
	R\$. ha ⁻¹	Participação (%)
OPERAÇÃO: CAPINA QUÍMICA NA ENTRELINHA		
ENERGIA DIRETA	204,75	75,74
Biológica	204,75	75,74
Custo da mão-de-obra	204,75	75,74
ENERGIA INDIRETA	65,57	24,26
Industrial	65,57	24,26
Custo da depreciação do implemento	32,76	12,12
Custo do herbicida	32,81	12,14
TOTAL	270,32	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

A participação da capina química na entrelinha, no dispêndio de capital, alcançou 6,96% da implantação um hectare de eucalipto.

6.2.8 Plantio

Na energia direta, embora o dispêndio econômico em relação à mão-de-obra tenha equivalência, a fonte biológica de energia é alterada de modo significativo em função do custo das mudas, representando 78,89% do dispêndio total da operação. A energia indireta é representada pelo custo do implemento com 2,22%.

A Tabela 25 mostra que as mudas plantadas representam 78,89% do total dos custos com esta operação.

Tabela 25. Custo operacional, por tipo, fonte e forma, em R\$. ha⁻¹, e participações percentuais na operação de plantio.

<u>CUSTOS</u>	Implantação de eucalipto	
	R\$. ha ⁻¹	Participação (%)
OPERAÇÃO: PLANTIO MANUAL		
<u>ENERGIA DIRETA</u>	215,66	97,78
Biológica	215,66	97,78
Custo da mão-de-obra	41,66	18,89
Custo da muda	174,00	78,89
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	4,89	2,22
Industrial	4,89	2,22
Custo do implemento	4,89	2,22
TOTAL	220,55	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Na participação global do dispêndio econômico da implantação de eucalipto, a operação de plantio representou 5,68%.

A implantação de eucalipto é formada por várias operações, sendo realizada manual ou mecanicamente. Cada operação representa um custo na formação da floresta, sendo de suma importância conhecê-los e identificá-los. Na Tabela 26 estão apresentadas todas as operações realizadas na implantação de eucalipto.

Tabela 26. Participação das operações nos custos da implantação de eucalipto (2008/ 2009).

OPERAÇÕES	Implantação de eucalipto	
	R\$. ha ⁻¹	Participação (%)
2º Adubação de cobertura	579,70	14,92%
Subsolagem	453,29	11,67%
Irrigação com gel	356,04	9,17%
1º Adubação de cobertura	320,38	8,25%
Limpa trilho	313,75	8,08%
3º Adubação de cobertura	312,97	8,06%
Capina química na entrelinha	270,32	6,96%
Plantio	220,55	5,68%
Adubação de coveta lateral	175,98	4,53%
Irrigação	157,24	4,05%
Calagem	149,91	3,86%
Capina química na linha	96,63	2,49%
Capina química pré-emergente	93,08	2,40%
Capina química pré-plantio	78,86	2,03%
Controle de formiga pós-plantio	67,67	1,74%
Capina química pré-emergente	56,83	1,46%
Trator Pneu Leve - TPL	36,60	0,94%
Transporte de insumo	33,84	0,87%
Roçada manual	31,04	0,80%
Diária	30,00	0,77%
Replantio	29,05	0,75%
Controle de formiga pré-plantio	17,79	0,46%
Coroamento	2,65	0,07%
TOTAL	3.884,18	100,00%

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Na Figura 7 pode-se verificar que as operações que apresentaram os maiores dispêndios econômicos, na implantação de eucalipto, foram as que utilizam os fertilizantes químicos, seguidos da operação de irrigação com gel, que utiliza o hidrogel, sendo este, insumo de fonte fóssil.

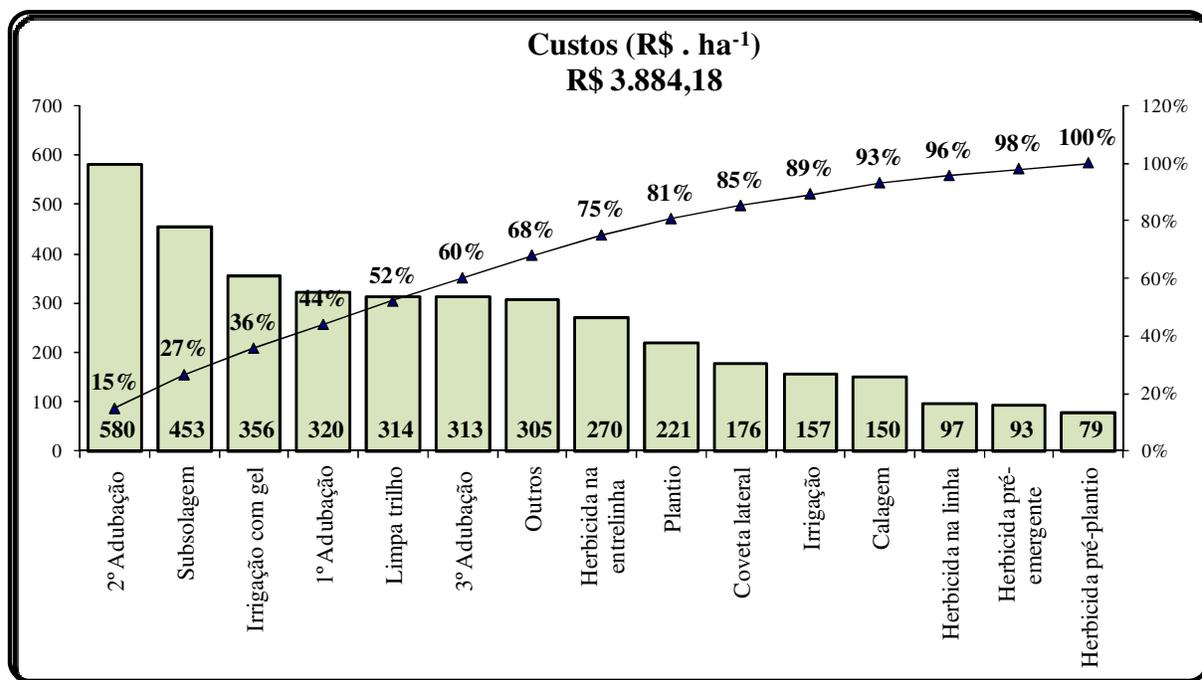


Figura 7. Dispêndios econômicos por operação da implantação de eucalipto.
Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Similarmente à abordagem energética, procurou-se determinar a composição de entradas de capital, seguindo a mesma classificação dos insumos produtivos utilizados para a avaliação energética, verifica-se a participação de cada item no custo operacional de produção, conforme a Tabela 27.

Tabela 27. Custos relativos ao tipo, fonte e forma de energia.

<u>CUSTOS</u>	Implantação de eucalipto	
	R\$. ha ⁻¹	Participação (%)
<u>ENERGIA DIRETA</u>	<u>1.071,65</u>	<u>27,59</u>
Biológica	811,18	20,88
Custo da mão-de-obra	627,10	16,14
Custo da muda	184,08	4,74
Fóssil	260,47	6,71
Custo do óleo diesel	203,63	5,24
Custo do óleo lubrificante	21,13	0,54
Custo da graxa	3,22	0,08
Custo do hidrogel	32,50	0,84
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	<u>2.812,52</u>	<u>72,41</u>
Industrial	2.812,52	72,41
Custo da depreciação do trator	771,83	19,87
Custo da depreciação do implemento	386,62	9,95
Custo do fertilizante	1.416,89	36,48
Custo do herbicida	130,47	3,36
Custo do formicida	18,86	0,49
Custo do calcário	87,86	2,26
TOTAL	3.884,18	100,00

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

A grande participação de fonte industrial na implantação de eucalipto representa um custo superior para a energia indireta (72,41 %). O custo da energia direta representa 27,59%, que está compreendido em fonte biológica (20,88%) e fonte fóssil (6,71%).

Na Figura 8, observa-se a participação dos tipos de energia no custo de implantação de eucalipto.

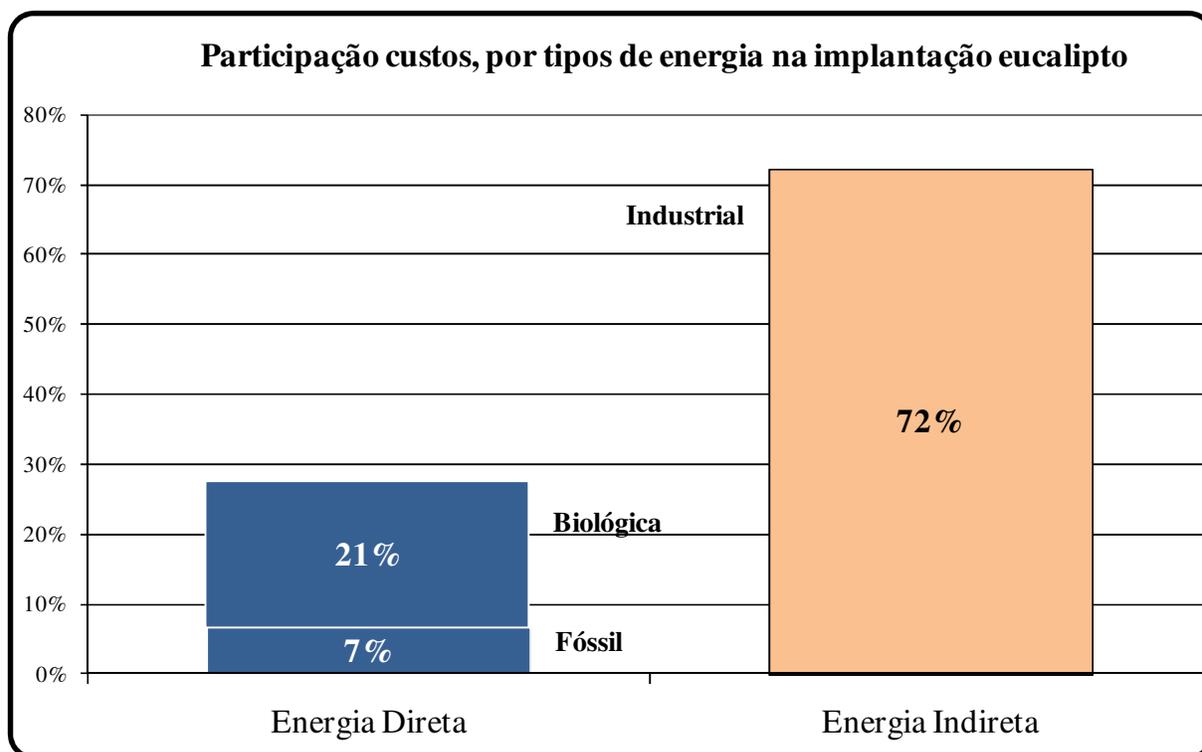


Figura 8. Participação dos custos, por hectare, dos tipos de energia na implantação de eucalipto.

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Semelhante ao perfil energético, verifica-se que a participação dos fertilizantes químicos no custo total é predominantemente maior, este custo decorre dos custos de energia indireta, seguido pela depreciação de máquinas, que juntos totalizam 56,35% do custo. A energia direta é representada nos custos através da utilização de mão-de-obra, conforme Figura 9.

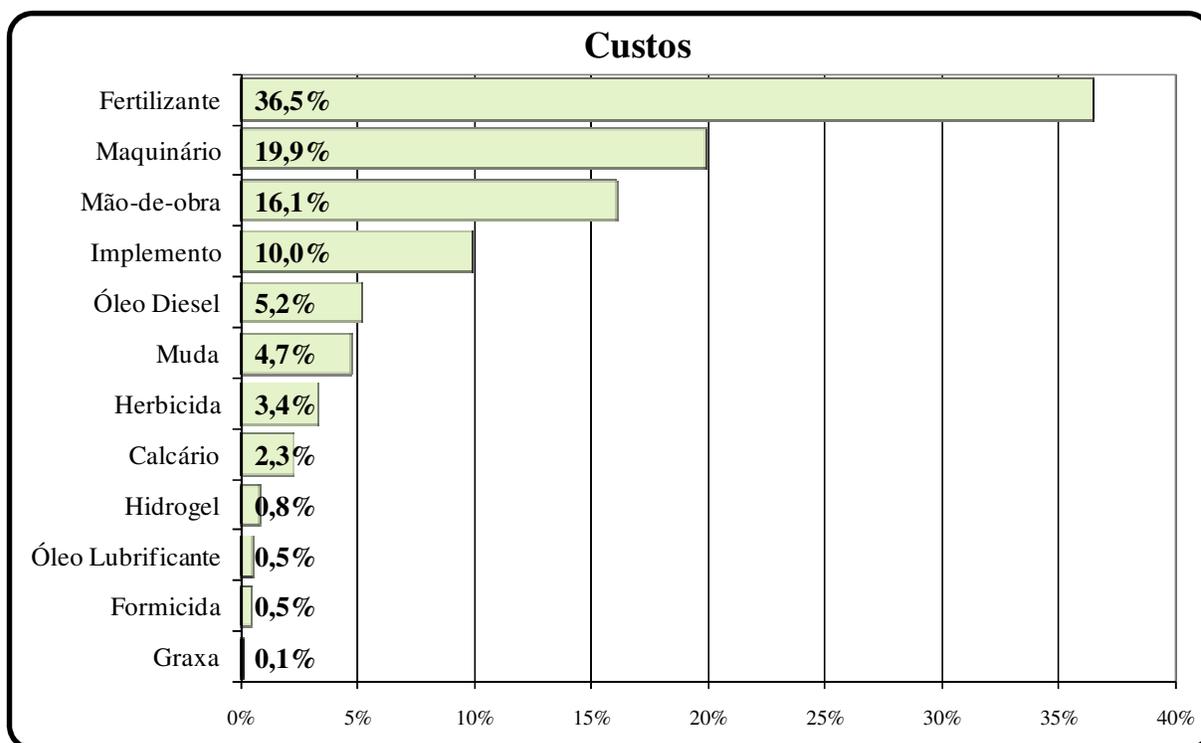


Figura 9. Participação econômica percentual nas diversas formas de energia na implantação de eucalipto.

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Analisando-se a composição dos custos pode-se verificar que são utilizadas grandes quantidades de energia indireta de fonte industrial, compondo grande parte da participação no dispêndio econômico (72,41%), particularmente pela intensidade de uso de fertilizantes químicos e pela utilização de operações mecanizadas, seguido pela participação reduzida do custo de energia direta, porém com destaque para a grande utilização de mão-de-obra.

7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos e as discussões apresentadas neste estudo, pode-se destacar as seguintes conclusões da fase de implantação de eucalipto:

A análise energética atingiu o valor de 21.831,75 MJ . ha⁻¹, e a análise econômica apresentou um valor de R\$ 3.884,18 . ha⁻¹.

A energia direta teve uma participação semelhante na estrutura de dispêndios energéticos e econômicos (24,98% e 27,59%, respectivamente), a energia indireta participou do dispêndio energético e econômico com 75,02% e 72,41% respectivamente, podendo verificar que a dependência de ambos os custos se dá principalmente a fatores industriais.

Do ponto de vista energético, a energia direta de fonte biológica apresenta um gasto calórico de 5,32%, sendo que, este custo energético é destinado praticamente para as mudas (4,99%). A fonte fóssil representa 19,66% dos dispêndios energéticos, sendo que o óleo diesel representa 18,97% deste custo. A energia indireta de fonte industrial tem um gasto calórico de 75,02%, representada pelos fertilizantes químicos (56,05%).

Na estrutura de dispêndios energéticos, referentes à implantação de eucalipto estudado, verificou-se que o itinerário técnico privilegiou o tipo de energia indireta, sendo a fonte industrial o fator determinante na matriz energética do sistema, procedente principalmente pela alta utilização de adubação química e herbicida.

Do ponto de vista econômico, a energia direta de fonte biológica apresenta um custo de 20,88%, representado pela força de trabalho em 16,14%, isto devido, à maioria das operações da implantação de eucalipto ter sido realizada manualmente. A energia direta de fonte fóssil representa 6,71% dos custos, sendo que o óleo diesel compreende 5,24%. Igualmente a análise energética, a econômica tem seu maior dispêndio no item energia indireto de fonte industrial, sendo o fertilizante químico responsável por 36,48% do gasto de capital, seguido pela depreciação das máquinas (19,87%).

Em face de particularidades observadas, formam sistemas dependentes de conjunturas externas e fontes energéticas não-renováveis podendo ter implicações no longo prazo, não só do ponto de vista da sustentabilidade energética, dada a forte dependência de fontes não-renováveis, como igualmente pode ter efeito sobre os dispêndios econômicos, devido à tendência de custos crescentes deste tipo de energia, determinados pelo mercado.

8 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. C. F. **Avaliação energética econômica da cultura do milho em assentamento rural, Iperó - SP**, 2007. 133 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

ANDA. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes 2009**. São Paulo, 2009. 160 p.

ANGONESE, A. R. et al. Eficiência energética de sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.3, 2006, p. 745-750. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662006000300030&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 22 mar. 2010.

APRESENTAÇÃO das estatísticas. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/index.php>>. Acesso em: 23 ago. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Indústria de madeira processada mecanicamente**. Estudo setorial 2008. Curitiba, 2008. 56p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS.
Anuário estatístico da associação brasileira de florestas plantadas 2007 – ano base 2006.
Brasília, 81 p. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/anuario-ABRAF-2007.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS.
Anuário estatístico da associação brasileira de florestas plantadas 2009 – ano base 2008.
Brasília. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF09-BR.asp>>. Acesso em: 22 mar. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS.
Anuário estatístico da associação brasileira de florestas plantadas 2010 - ano base 2009.
Brasília, 140p. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF10-BR.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2010.

BAENA, E. S. **Análise da viabilidade econômica da resinagem em *Pinus elliottii* Engelm. Var. *elliottii* nas regiões sul do Estado do Paraná e sul e sudoeste do Estado de São Paulo.** 1994. 94 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

BAENA, E. S. **A rentabilidade econômica da cultura de eucalipto e sua contribuição ao agronegócio brasileiro.** Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2005. Disponível em: <www.sbs.org.br/destaques-rentabilidade.pdf ASBTrabalhoEucalipto.doc>. Acesso em: 16 set. 2009.

BASSO, Z. F. C. **Análise energética da produção de leite bovino em explorações familiares na região de Botucatu - SP.** 2007. 108 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

BEBER, J. A. C. **Eficiência energética e processos de produção em pequenas propriedades rurais. Agudo, RS. Santa Maria,** 1989. 295 f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1989.

BELLI, P. et al. **Economic analysis of investment operations: analytical tools and practical applications.** Washington: World Bank Institute, 2000. 264 p.

BERGER, R.; GARLIPP, R.C.D. **Custo-preço**: uma alternativa financeira na avaliação da produção florestal. Disponível em: < <http://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica/nr141.pdf>>. Acesso em: 25 jan 2010.

BRACELPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Setor de Celulose e Papel**. 2007. Disponível em: <http://www.bracelpa.org.br/bra/eveventos_bracelpa/press_release.pdf>. Acesso em: 16 set. 2009.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco energético nacional**. Brasília, 2009.

BUENO, O. C.; CAMPOS, A. T.; CAMPOS A. T. de. Balanço de energia e contabilização da radiação global: simulação e comparativo. In: _____. **Avances en ingenieria agricola**. Buenos Aires. Facultad de Agronomia, 2000. p. 477-482.

BUENO, O. C. **Análise energética e eficiência cultural do milho em assentamento rural**. 2002. 146 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

BUENO, O. C.; QUINTANA, N. R. G. Avaliação energética do preparo do solo para implantação da cultura de eucalipto: subsídio para uma análise de sustentabilidade. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL E GERAÇÃO DISTRIBUÍDA, 5, 2004, Campinas. **Anais...** Campinas: NIPE/ UNICAMP/ CENEH, 2004. 1 CD-ROM.

CAMPOS, A. T. et al. Eficiência energética na produção de silagem de milho. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 293-95.

CAMPOS, A.T. et al. Balanço energético na produção de silagem de milho em cultivos de verão e inverno com irrigação. In: CAMPOS, A.T. et al. **Avances en ingenieria agricola**. Buenos Aires: Facultad de Agronomia, 2000. p.483-488.

CAMPOS, A. T. **Balanço energético relativo à produção de feno de “coast-cross” e alfafa em sistema intensivo de produção de leite**. 2001. 236 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

CAMPOS, A. T. et al. Balanço energético na produção de feno de alfafa em sistema intensivo de produção de leite. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, jan./fev. 2004. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782004000100038&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 jan. 2010.

CAMPOS, A. T. Balanços energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1977-1985, nov./dez. 2004.

CARMO, M. S.; COMITRE, V.; DULLEY, R. D. Balanço energético de sistemas de produção na agricultura alternativa. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 87-97, 1988.

CARMO, M. S.; COMITRE, V. Evolução do balanço energético nas culturas de soja e milho no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 29., 1991, Campinas. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 1991. p. 131-49.

CARVALHO, A.; GONÇALVES, G. G.; RIBEIRO, J. J. C. **Necessidades energéticas de trabalhadores rurais e agricultores na sub-região vitícola de "Torres"**. Oeiras: Instituto Gulbenkian de Ciência, Centro de Estudos de Economia Agrária, 1974. 79 p.

CASTANHO FILHO, E. P.; CHABARIBERY, D. **Perfil energético da agricultura paulista**. São Paulo: IEA – Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo, 1982. 55p. (Relatório de Pesquisa, 9/82).

CASTANHO FILHO, E. P.; CHABARIBERY, D. **Perfil energético da agricultura paulista**. São Paulo: IEA – Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo, 1983. 53p.

CASTRO, J. **A madeira de eucalipto**. Disponível em: <<http://www.floresta.ufpr.br/eventos/eucalipto/artigos.htm>>. Acesso em: 12 nov. 2009.

COMITRE, V. **Avaliação energética e aspectos econômicos da filière soja na região de Ribeirão Preto – SP**. Campinas, 1993. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 1993.

COMITRE, V. A eficiência energética na atividade florestal. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 25, n. 10, p. 61-67, outubro 1995.

COUTO, L.; MULLER, M. D.; TSUKAMOTO FILHO, A. de A. **Florestas plantadas para energia**. Aspectos técnicos, sócio econômicos e ambientais. 2002. Disponível em: <http://www.cgu.unicamp.br/energia2020/papers/paper_Couto.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2009.

DOERING, O. C; PEART, R. N. **Accounting for tillage equipment and other machinery in agricultural energy analysis**. Indiana: Purdue University, 1977. 128 p.

DOERING III, O. C. Accounting for energy in farm machinery and buildings. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC, 1980. p. 9-14.

DOSSA, D. et al. Produção e rentabilidade do eucaliptos em empresas florestais. **Comunicado Técnico**, Colombo, n. 83, 2000. 4 p.

FAO. **El estado mundial de la agricultura y la alimentacion**. Roma, 1976. 158 p.
FENNER, P. T. **Estudo descritivo dos acidentes de trabalho em uma empresa florestal**. 1991. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.

FERREIRA, J. P. R. J. **Análise da cadeia produtiva e estrutura de custos do setor brasileiro de produtos resinosos**. 2001. 105 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

HART, R. D.; JIMÉNEZ, T.; SERPA R. **Análisis energético de sistemas agrícolas**. Turrialba: UCR/CATIE, 1980. p. 3-14.

GARCIA, C.H.; PIMENTEL-GOMES, F. Forest outlines of Brazil. **Revista da Agricultura**, Piracicaba, v. 67, p. 105-107, 1992.

HESLES, J. B. S. **Objetivos e princípios da análise energética, análise de processos industriais, análise energética**: métodos e convenções. Rio de Janeiro: Preprint AIE-COPPE/UFRJ, 1981. 137 p.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/28112002pevs.shtm>>. Acesso em: 21 nov. 2009.

JIMÉNEZ, T.; JIMÉNEZ, G. Agroecossistema caña de azucar. In: HART, R. D., JIMÉNEZ, T., SERPA R. **Analisis energético de sistemas agrícolas**. Turrialba: UCR/CATIE, 1980. p.15-29.

JUNQUEIRA, A. A. B.; CRISCUOLO, P. D.; PINO, F. A. O uso da energia na agricultura paulista. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 29, tomos I e II, 1982. p. 55-100, 1982.

LEACH, G. **Energy and food production**. London: International Institute for Environment and Development, 1976. 192 p.

MACEDÔNIO, A. C.; PICCHIONI, S. A. **Metodologia para o cálculo do consumo de energia fóssil no processo de produção agropecuária**. Curitiba: DERAL/SEAB, 1985. v.1, 95 p.

MALASSIS, L. **Économie Agro-alimentaire I: économie de la consommation et de la production agro-alimentaire**. Paris: Ed. Cujas, 1973. 437p.

MARCELINO, F. A. **Análise técnica e econômica da resinagem de *Pinus elliottii* engelm var. *elliottii* na região de Manduri, SP**. 2004. 85 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

MARTIN, N.B. et al. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 7-28, 1998.

MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, t. 1, p. 123-139, 1976.

MELLO, N. T. C. Matrizes de coeficientes técnicos de utilização de fatores na produção de culturas anuais no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 47-105. maio 2000.

MELLO, R. **Análise energética de agroecossistemas: o caso de Santa Catarina.** 1986. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1986.

MENEGATTI, A. L. **Custos de produção para soja comercial e transgênica a luz das metodologias utilizadas pelos órgãos públicos no Brasil e nos Estados Unidos: um estudo para o Mato Grosso do Sul.** 2006. 123 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil.** São Paulo: Verso e Reverso Comunicações. 2000, 112 p.

MOREIRA, C. R. **Caracterização energética e nutricional do cultivo de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) com e sem composto orgânico de lixo urbano,** 2004. 60 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

NEVES, E. M.; ANDIA, L.H. **Noções de economia e administração agroindustrial,** Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agronomia Luís de Queiroz, Departamento de Economia e Sociologia Rural, 1995, 273 p., (Didática, 96).

NEVES, E.M.; CIDADE, P.F.A.; ESPERANCINI, M.S.T. **Orçamentos de custos de 6 culturas no Estado de São Paulo.** Piracicaba: Instituição, 1986. 86 p. Relatório de Pesquisa Convênio FEALQ/SRB.

OJIMA, A.L.R.O. et al. **Análise econômica da produção de soja, município de Guaíra, Estado de São Paulo, safra 2005/06.** In: CONGRESSO DA SOBER, Conhecimento para a agricultura do futuro, Londrina, 2007. Conhecimentos para a agricultura do futuro. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/6/81.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2010.

OLIVEIRA JÚNIOR, E.D. **Análise energética de dois sistemas de colheita mecanizada de eucalipto.** 2005. 76 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais com opção em Silvicultura e Manejo Florestal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

OLIVEIRA, M. D. M.; VEGRO, C. L. R. Custo de produção e rentabilidade na cafeicultura paulista: um estudo de caso. **Informações Econômicas,** São Paulo, v.34, n.4, p.33-44, 2004.

ORTEGA, E. **A análise ecossistêmica e energética de projetos agrícolas e o desenvolvimento sustentável**. Campinas: Unicamp, FEA, 2005. Disponível em: <<http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/agroecol/emergia.htm>>. Acesso em: 22 mar. 2010.

PIMENTEL, D. et al. Food production and the energy crisis. **Science**, Ithaca, v.182, 1973, p. 443-9.

PIMENTEL, D. Energy inputs for the production formulation, packaging, and transport of various pesticides. In: PIMENTEL, D. (Ed.), **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC, 1980. p. 45-48.

PIMENTEL, D., BERARDI, G., FAST, S. Energy efficiency of farming systems: organic and conventional agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Ithaca, v.9, p.359-372, 1983.

PINHEIRO, G. **Um apelo ao bom senso**: carta à sociedade brasileira. 2006. Disponível em: <http://www.sbef.org.br/carta_sociedade.htm>. Acesso em: 25 set. 2009.

PINTO, M. S. V. **Análise econômica e energética de sistema agroflorestal para implantação na terra indígena Araribá, Município de Avaí - SP**. 2002. 136 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

PRACUCHO, T.T.G.M. **Análise energética e econômica da produção de milho (*Zea mays*) em sistema de plantio direto em propriedades familiares no município de Pratânia - SP**, 2006. 105 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

QUINTANA, N. R. G.; CARMO, M. S. **Participação do uso de agrotóxicos no custo de produção da soja em plantio direto**. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, n. 2, p. 87, 2005.

RAPASSI, R.M.A. et al. Cultura do eucalipto na Região de Suzanópolis, Estado de São Paulo: análise econômica. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.38, n. 4, abr. 2008. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/ACulturadoEucaliptonaRegiaodeSuzanapolis.pdf>>. Acesso em 15 jan. 2010.

REIS, R. P.; TAKAKI, H. R. C.; REIS, A. J. **Como calcular o custo de produção**. Lavras: UFLA, 1999.15p.

RICHETTI, A. Custo de produção de mandioca industrial, safra 2007. **Comunicado Técnico**, Dourados, n. 133, 2007. 5 p.

RISOUD, B. Développement durable et analyse énergétique d'exploitations agricoles. **Économie Rurale**, França, n.252, p.16-17, juil/août, 1999.

RODIGHERI, H. R; SILVA, H. D. da; TUSSOLINI, E. L. Indicadores de custos, produtividade e renda de plantios de eucalipto para energia na região de Guarapuava, Pr. **Comunicado Técnico**, Colombo, n. 179, 2007. 7 p. Disponível em: <http://www.cnpf.embrapa.br/publica/comuntec/edicoes/com_tec179.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2010.

ROMANELLI, T.:. **Sustentabilidade energética de um sistema de produção da cultura de eucalipto**. 2007. 121 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais com opção em Silvicultura e Manejo Florestal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

ROMERO, M. G. C. **Análise energética e econômica da cultura de algodão em sistemas agrícolas familiares**. 2005. 139 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade de São Paulo, Botucatu, 2005.

SERRA, G. E. et al. **Avaliação da energia investida na fase agrícola de algumas culturas**. Brasília: Secretaria de Tecnologia Industrial, Ministério da Indústria e Comércio, 1979. 86 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Estatísticas**. 2005. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/estatisticas.htm>>. Acesso em: 15 jan. 2010.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Fatos e números do Brasil florestal**. 2008. Disponível em:< <http://www.sbs.org.br/FatoseNumerosdoBrasilFlorestal.pdf>>. Acesso em: 01 fev 2010.

ULBANERE, R. C. **Análise dos balanços energéticos e econômicos relativa à produção e perdas de grãos de milho no Estado de São Paulo**. 1988. 127 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1988.

ULBANERE, R. C.; FERREIRA, W. A. Equivalência energética e econômica na produção de milho no Estado de São Paulo. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 6 n. 1, p. 15-23, 1991.

VALVERDE, S. R.; SOARES, N. S.; SILVA, M. L. da. Desempenho das exportações brasileiras de celulose. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1017-1023, 2006.

VERA-CALDERÓN, L.E.; FERREIRA, A.C. M. Estudo da economia de escala na piscicultura em tanque-rede no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, n.1, p.7-17, jan. 2004.

VOLKWEIS, R.G. et al. Rentabilidade econômica do eucalipto conduzido para produção de madeira serrada no oeste do estado do Paraná. Marechal Cândido Rondon. In: ENCONTRO CIENTÍFICO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON, 4., 2009, Disponível em: <http://www.sbs.org.br/destaques_rentabilidade.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2010.

ZANATTA, S.R.; SCHVARZ SOBRINHO, R. **Reflorestamento com eucalipto**: fonte alternativa de renda sustentável para o agricultor familiar da região sudoeste do Estado do Paraná. Guarapuava. Universidade Estadual do Centro Sul, 2007. Disponível em: <<http://www.unicentro.br>>. Acesso em: 15 jan. 2010.

ZANINI, A. et al. Análise do consumo de energia na produção de silagem de milho em plantio direto. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 249-253, 2003.

APÊNDICE

Tabela AP1. Jornada de trabalho, coeficientes de tempo de operação, mão-de-obra utilizada, modelo de máquina e/ou implemento, consumo de óleo diesel, lubrificante e graxa, e outros dados de referência por operação do itinerário técnico da implantação de eucalipto em Itatinga/ SP, por hectare.

OPERAÇÃO	
Transporte de Insumo	
Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	21' . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 motorista
<u>Caminhão</u>	Caminhão Ford - Cargo 1717 e
consumo de óleo diesel	2,28
consumo de lubrificante	0,03
consumo de graxa	0,005
TPL	
Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	26' . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 Tratorista
<u>Trator</u>	Trator New Holland - TL 75 Exitus - 78 cv
consumo de óleo diesel	2,94
consumo de lubrificante	0,06
consumo de graxa	0,006
Calagem	
Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	31' 34" . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 tratorista 1 ajudante
<u>Trator</u>	Trator New Holland - TL 75 Exitus - 78 cv
consumo de óleo diesel	3,71
consumo de lubrificante	0,08
consumo de graxa	0,008
<u>Implemento</u>	Distribuidor de calcário Jumil Lider - JM LD 2050 TTD
consumo de graxa	0,005
2º Adubação	
Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	35' 18" . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 tratorista 1 ajudante
<u>Trator</u>	Trator New Holland - TL 75 Exitus - 78 cv
consumo de óleo diesel	4,13
consumo de lubrificante	0,09
consumo de graxa	0,009
<u>Implemento</u>	Distribuidor de calcário Jumil Lider - JM LD 2050 TTD
consumo de graxa	0,003

Continuação da Tabela AP1**3º Adubação**

Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	35' 18" . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 tratorista 1 ajudante
<u>Trator</u>	Trator New Holland - TL 75 Exitus - 78 cv
consumo de óleo diesel	4,13
consumo de lubrificante	0,09
consumo de graxa	0,009
<u>Implemento</u>	Adubadeira Vicon - TDS 1150
consumo de graxa	0,003

Limpa trilho

Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	2h 56' 31" . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 tratorista
<u>Trator</u>	Trator Valtra - BM 110 - 110 cv
consumo de óleo diesel	26,46
consumo de lubrificante	0,55
consumo de graxa	0,044
<u>Implemento</u>	Limpa trilho - fabricação própria
consumo de graxa	0,014

Subsolagem

Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	1h 25' 43" . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 tratorista 1 ajudante
<u>Trator</u>	Trator Valtra - BH 145 - 145 cv
consumo de óleo diesel	18,59
consumo de lubrificante	0,38
consumo de graxa	0,021
<u>Implemento</u>	Subsolador - Fabricação Própria
consumo de graxa	0,014

Capina química pré-plantio

Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	35' 18" . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 tratorista 1 ajudante
<u>Trator</u>	Trator Valtra - BM 110 - 110 cv
consumo de óleo diesel	5,31
consumo de lubrificante	0,11
consumo de graxa	0,009
<u>Implemento</u>	Pulverizador Jacto - PJ 6001
consumo de graxa	0,008

Continuação da Tabela AP1**Capina química pré-emergente**

Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	35' 18" . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 tratorista 1 ajudante
<u>Trator</u>	Trator Valtra - BM 110 - 110 cv
consumo de óleo diesel	5,31
consumo de lubrificante	0,11
consumo de graxa	0,009
<u>Implemento</u>	Pulverizador Jacto - PJ 600I
consumo de graxa	0,008

1º Adubação

Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	5h 33' 20" . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 ajudante
<u>Implemento</u>	Manual

Coveta lateral

Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	7h 41' 32" . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 ajudante
<u>Implemento</u>	Adubadeira Manual

Capina química na entrelinha

Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	3h 34' 17" . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 ajudante
<u>Implemento</u>	Bomba Costal Jacto 20L

Capina química na linha

Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	3h 42' 13" . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 ajudante
<u>Implemento</u>	Bomba Costal Jacto 20L

Capina química pré-emergente

Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	5h . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 ajudante
<u>Implemento</u>	Bomba Costal Jacto 20L

Controle formiga pré-plantio

Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	2h . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 ajudante
<u>Implemento</u>	Dosador

Controle formiga pós-plantio

Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	1h 28' 14" . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 ajudante
<u>Implemento</u>	Dosador

Continuação da Tabela AP1

Coroamento	
Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	8h 20' . ha ⁻¹
mão-de-obra	2 ajudantes
<u>Implemento</u>	Enxada
Irrigação	
Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	53' 6" . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 tratorista 1 ajudante
<u>Trator</u>	Trator New Holland - TL 75 Exitus - 78 cv
consumo de óleo diesel	6,16
consumo de lubrificante	0,13
consumo de graxa	0,013
<u>Implemento</u>	Tanque 6000 litros
consumo de graxa	0,015
Irrigação com gel	
Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	3h 20' . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 tratorista 1 ajudante
<u>Trator</u>	Trator New Holland - TL 75 Exitus - 78 cv
consumo de óleo diesel	23,31
consumo de lubrificante	0,49
consumo de graxa	0,05
<u>Implemento</u>	Tanque 6000 litros
consumo de graxa	0,015
Plantio	
Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	11h 6' 40" . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 ajudante
<u>Implemento</u>	Plantadeira
Roçada	
Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	7h 8' 37" . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 ajudante
<u>Implemento</u>	Foice
Replântio	
Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
Rendimento	2h 13' 20" . ha ⁻¹
mão-de-obra	1 ajudante
<u>Implemento</u>	Plantadeira
Diária	
Horas de trabalho . dia ⁻¹	8
mão-de-obra	1 ajudante

Tabela AP2. Massa, altura, idade e GER dos agricultores envolvidos nas operações do itinerário técnico da implantação de eucalipto. Itatinga/SP, 2008/2009.

Dados dos agricultores					
Operações, números e a atividades dos envolvidos.	Idade	Peso	Altura	GER	GER
	(anos completos)	(kg)	(cm)	(kcal)	(MJ)
Transporte de Insumo					
agricultor "01" (tratorista / motorista)	42	90	165	1844,24	7,72
TPL					
agricultor "01" (tratorista)	42	90	165	1844,24	7,72
Calagem					
agricultor "01" (tratorista)	42	90	165	1844,24	7,72
agricultor "04"	37	71	165	1616,89	6,77
2º Adubação					
agricultor "01" (tratorista)	42	90	165	1844,24	7,72
agricultor "05"	31	97	168	2030,07	8,50
3º Adubação					
agricultor "01" (tratorista)	42	90	165	1844,24	7,72
agricultor "04"	37	71	165	1616,89	6,77
Limpa trilho					
agricultor "02" (tratorista)	22	90	180	2054,84	8,60
Subsolagem					
agricultor "02" (tratorista)	22	90	180	2054,84	8,60
agricultor "07"	48	71	163	1532,31	6,42
Capina química pré-plantio					
agricultor "03" (tratorista)	41	72	175	1653,52	6,92
agricultor "08"	18	58	180	1641,96	6,87
Capina química pré-emergente					
agricultor "03" (tratorista)	41	72	175	1653,52	6,92
agricultor "08"	18	58	180	1641,96	6,87
1º Adubação					
agricultor "05"	31	97	168	2030,07	8,50
agricultor "09"	20	58	165	1553,4	6,50
agricultor "10"	28	73	168	1720,41	7,20
agricultor "12"	39	72	160	1592,08	6,67
agricultor "13"	44	73	161	1576,93	6,60
agricultor "14"	44	59	164	1399,43	5,86
agricultor "15"	32	60	168	1514,54	6,34
agricultor "16"	32	45	163	1283,29	5,37
agricultor "17"	32	61	160	1488,29	6,23
agricultor "18"	19	78	179	1905,18	7,98
agricultor "19"	23	60	165	1560,56	6,53
agricultor "20"	21	100	175	2174,12	9,10
agricultor "21"	20	73	169	1779,65	7,45
agricultor "22"	48	62	170	1443,56	6,04
agricultor "23"	27	67	154	1574,69	6,59

Continuação da Tabela AP2**Adução de Coveta Lateral**

agricultor "06"	35	70	175	1666,7	6,98
agricultor "10"	28	73	168	1720,41	7,20
agricultor "11"	43	95	160	1881,21	7,88
agricultor "12"	39	72	160	1592,08	6,67
agricultor "13"	44	73	161	1576,93	6,60
agricultor "15"	32	60	168	1514,54	6,34
agricultor "16"	32	45	163	1283,29	5,37
agricultor "17"	32	61	160	1488,29	6,23
agricultor "18"	19	78	179	1905,18	7,98
agricultor "19"	23	60	165	1560,56	6,53
agricultor "20"	21	100	175	2174,12	9,10
agricultor "21"	20	73	169	1779,65	7,45
agricultor "22"	48	62	170	1443,56	6,04
agricultor "23"	27	67	154	1574,69	6,59
agricultor "24"	57	55	158	1226,29	5,13

Capina química na entrelinha

agricultor "10"	28	73	168	1720,41	7,20
agricultor "14"	44	59	164	1399,43	5,86
agricultor "19"	23	60	165	1560,56	6,53
agricultor "24"	57	55	158	1226,29	5,13
agricultor "25"	24	75	175	1810,03	7,58
agricultor "26"	21	56	160	1494,12	6,26
agricultor "27"	21	76	187	1904,12	7,97
agricultor "28"	23	86	170	1943,06	8,14
agricultor "29"	41	59	160	1399,77	5,86
agricultor "30"	22	65	170	1661,09	6,95
agricultor "31"	18	67	185	1790,71	7,50
agricultor "32"	29	79	174	1826,13	7,65
agricultor "33"	18	58	162	1551,96	6,50
agricultor "34"	38	81	173	1787,61	7,48
agricultor "35"	44	80	173	1733,18	7,26
agricultor "36"	28	59	162	1497,91	6,27
agricultor "37"	22	71	175	1768,59	7,40
agricultor "38"	35	60	180	1554,2	6,51
agricultor "39"	48	73	165	1569,81	6,57
agricultor "40"	23	72	170	1750,56	7,33

Capina química na linha

agricultor "10"	28	73	168	1720,41	7,20
agricultor "14"	44	59	164	1399,43	5,86
agricultor "19"	23	60	165	1560,56	6,53
agricultor "24"	57	55	158	1226,29	5,13
agricultor "25"	24	75	175	1810,03	7,58
agricultor "26"	21	56	160	1494,12	6,26
agricultor "27"	21	76	187	1904,12	7,97
agricultor "28"	23	86	170	1943,06	8,14
agricultor "29"	41	59	160	1399,77	5,86
agricultor "30"	22	65	170	1661,09	6,95

Continuação da Tabela API

agricultor "31"	18	67	185	1790,71	7,50
agricultor "32"	29	79	174	1826,13	7,65
agricultor "33"	18	58	162	1551,96	6,50
agricultor "34"	38	81	173	1787,61	7,48
agricultor "35"	37	90	175	1928,14	8,07
agricultor "36"	31	70	165	1643,82	6,88
agricultor "37"	22	71	175	1768,59	7,40
agricultor "38"	35	60	180	1554,2	6,51
agricultor "39"	48	73	165	1569,81	6,57
agricultor "40"	23	72	170	1750,56	7,33
Capina química pré-emergente					
agricultor "08"	18	58	180	1641,96	6,87
agricultor "10"	28	73	168	1720,41	7,20
agricultor "19"	23	60	165	1560,56	6,53
agricultor "21"	20	73	169	1779,65	7,45
agricultor "24"	57	55	158	1226,29	5,13
agricultor "25"	24	75	175	1810,03	7,58
agricultor "26"	21	56	160	1494,12	6,26
agricultor "27"	21	76	187	1904,12	7,97
agricultor "28"	23	86	170	1943,06	8,14
agricultor "29"	41	59	160	1399,77	5,86
agricultor "30"	22	65	170	1661,09	6,95
agricultor "33"	18	58	162	1551,96	6,50
agricultor "34"	38	81	173	1787,61	7,48
agricultor "35"	44	80	173	1733,18	7,26
Controle formiga pré-plantio					
agricultor "04"	37	71	165	1616,89	6,77
agricultor "05"	31	97	168	2030,07	8,50
agricultor "06"	35	70	175	1666,7	6,98
agricultor "07"	48	71	163	1532,31	6,42
agricultor "08"	18	58	180	1641,96	6,87
agricultor "09"	20	58	165	1553,4	6,50
agricultor "11"	43	95	160	1881,21	7,88
agricultor "13"	44	73	161	1576,93	6,60
agricultor "17"	32	61	160	1488,29	6,23
agricultor "20"	21	100	175	2174,12	9,10
agricultor "32"	29	79	174	1826,13	7,65
agricultor "36"	31	70	165	1643,82	6,88
Controle formiga pós-plantio					
agricultor "06"	35	70	175	1666,7	6,98
agricultor "07"	48	71	163	1532,31	6,42
agricultor "08"	18	58	180	1641,96	6,87
agricultor "11"	43	95	160	1881,21	7,88
agricultor "12"	39	72	160	1592,08	6,67
agricultor "13"	44	73	161	1576,93	6,60
agricultor "14"	44	59	164	1399,43	5,86
agricultor "15"	32	60	168	1514,54	6,34
agricultor "16"	32	45	163	1283,29	5,37

Continuação da Tabela API

agricultor "18"	19	78	179	1905,18	7,98
agricultor "22"	48	62	170	1443,56	6,04
Coroamento					
agricultor "06"	35	70	175	1666,7	6,98
agricultor "07"	48	71	163	1532,31	6,42
agricultor "09"	20	58	165	1553,4	6,50
agricultor "11"	43	95	160	1881,21	7,88
agricultor "12"	39	72	160	1592,08	6,67
agricultor "13"	44	73	161	1576,93	6,60
agricultor "14"	44	59	164	1399,43	5,86
agricultor "15"	32	60	168	1514,54	6,34
agricultor "16"	32	45	163	1283,29	5,37
agricultor "17"	32	61	160	1488,29	6,23
agricultor "18"	19	78	179	1905,18	7,98
agricultor "20"	21	100	175	2174,12	9,10
agricultor "21"	20	73	169	1779,65	7,45
agricultor "22"	48	62	170	1443,56	6,04
agricultor "23"	27	67	154	1574,69	6,59
agricultor "25"	24	75	175	1810,03	7,58
agricultor "26"	21	56	160	1494,12	6,26
agricultor "27"	21	76	187	1904,12	7,97
agricultor "28"	23	86	170	1943,06	8,14
agricultor "29"	41	59	160	1399,77	5,86
agricultor "30"	22	65	170	1661,09	6,95
agricultor "31"	18	67	185	1790,71	7,50
agricultor "32"	29	79	174	1826,13	7,65
agricultor "33"	18	58	162	1551,96	6,50
agricultor "34"	38	81	173	1787,61	7,48
agricultor "35"	37	90	175	1928,14	8,07
agricultor "36"	31	70	165	1643,82	6,88
agricultor "37"	22	71	175	1768,59	7,40
agricultor "38"	35	60	180	1554,2	6,51
agricultor "39"	48	73	165	1569,81	6,57
agricultor "40"	23	72	170	1750,56	7,33
Irrigação					
agricultor "29"	41	59	160	1399,77	5,86
agricultor "30"	22	65	170	1661,09	6,95
agricultor "31"	18	67	185	1790,71	7,50
agricultor "32"	29	79	174	1826,13	7,65
agricultor "33"	18	58	162	1551,96	6,50
agricultor "34"	38	81	173	1787,61	7,48
agricultor "35"	37	90	175	1928,14	8,07
agricultor "36"	31	70	165	1643,82	6,88
agricultor "37"	22	71	175	1768,59	7,40
agricultor "38"	35	60	180	1554,2	6,51
agricultor "39"	48	73	165	1569,81	6,57
agricultor "40"	23	72	170	1750,56	7,33
agricultor "01" (tratorista / motorista)	42	90	165	1844,24	7,72

Continuação da Tabela AP2

Irrigação com gel					
agricultor "01" (tratorista / motorista)	42	90	165	1844,24	7,72
agricultor "37"	22	71	175	1768,59	7,40
agricultor "38"	35	60	180	1554,2	6,51
agricultor "39"	48	73	165	1569,81	6,57
agricultor "40"	23	72	170	1750,56	7,33
Plantio					
agricultor "10"	28	73	168	1720,41	7,20
agricultor "11"	43	95	160	1881,21	7,88
agricultor "12"	39	72	160	1592,08	6,67
agricultor "13"	44	73	161	1576,93	6,60
agricultor "14"	44	59	164	1399,43	5,86
agricultor "15"	32	60	168	1514,54	6,34
agricultor "16"	32	45	163	1283,29	5,37
agricultor "17"	32	61	160	1488,29	6,23
agricultor "18"	19	78	179	1905,18	7,98
agricultor "19"	23	60	165	1560,56	6,53
agricultor "20"	21	100	175	2174,12	9,10
agricultor "21"	20	73	169	1779,65	7,45
agricultor "22"	48	62	170	1443,56	6,04
agricultor "23"	27	67	154	1574,69	6,59
agricultor "24"	57	55	158	1226,29	5,13
agricultor "25"	24	75	175	1810,03	7,58
agricultor "26"	21	56	160	1494,12	6,26
agricultor "27"	21	76	187	1904,12	7,97
agricultor "28"	23	86	170	1943,06	8,14
Roçada					
agricultor "11"	43	95	160	1881,21	7,88
agricultor "12"	39	72	160	1592,08	6,67
agricultor "15"	32	60	168	1514,54	6,34
agricultor "16"	32	45	163	1283,29	5,37
agricultor "17"	32	61	160	1488,29	6,23
agricultor "18"	19	78	179	1905,18	7,98
agricultor "20"	21	100	175	2174,12	9,10
agricultor "21"	20	73	169	1779,65	7,45
agricultor "22"	48	62	170	1443,56	6,04
agricultor "23"	27	67	154	1574,69	6,59
agricultor "31"	18	67	185	1790,71	7,50
Replântio					
agricultor "12"	39	72	160	1592,08	6,67
agricultor "13"	44	73	161	1576,93	6,60
agricultor "14"	44	59	164	1399,43	5,86
agricultor "15"	32	60	168	1514,54	6,34
agricultor "25"	24	75	175	1810,03	7,58
Diária					
agricultor "04"	37	71	165	1616,89	6,77
agricultor "05"	31	97	168	2030,07	8,50
agricultor "06"	35	70	175	1666,7	6,98

Continuação da Tabela AP2

agricultor "07"	48	71	163	1532,31	6,42
agricultor "08"	18	58	180	1641,96	6,87
agricultor "09"	20	58	165	1553,4	6,50
agricultor "11"	43	95	160	1881,21	7,88
agricultor "13"	44	73	161	1576,93	6,60
agricultor "17"	32	61	160	1488,29	6,23
agricultor "20"	21	100	175	2174,12	9,10
agricultor "32"	29	79	174	1826,13	7,65
agricultor "36"	31	70	165	1643,82	6,88

Tabela AP3. Cálculo de necessidades calóricas referentes a 24 horas para cada agricultor estudado.

Ocupação (Tratorista)	Horas x dia ⁻¹	MJ x 8 horas ⁻¹	MJ x dia ⁻¹	MJ x h ⁻¹	MJ x ha ⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,57	0,11	0,02
Trabalho					
Transporte de insumo	8	3/6 GER (*) 24h	3,86	0,16	0,04
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,86	0,16	0,04
Total	24		10,29	0,43	0,09

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 7,72 MJ

0,09

Ocupação (Tratorista)	Horas x dia ⁻¹	MJ x 8 horas ⁻¹	MJ x dia ⁻¹	MJ x h ⁻¹	MJ x ha ⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,57	0,11	0,05
Trabalho					
TPL	8	3/6 GER (*) 24h	3,86	0,16	0,07
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,86	0,16	0,07
Total	24		10,29	0,43	0,18

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 7,72 MJ

0,18

Ocupação (Tratorista)	Horas x dia ⁻¹	MJ x 8 horas ⁻¹	MJ x dia ⁻¹	MJ x h ⁻¹	MJ x ha ⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,57	0,11	0,06
Trabalho					
Calagem	8	5/6 GER (*) 24h	6,43	0,27	0,14
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,86	0,16	0,08
Total	24		12,87	0,54	0,28

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 7,72 MJ

Ocupação (Ajudante)	Horas x dia ⁻¹	MJ x 8 horas ⁻¹	MJ x dia ⁻¹	MJ x h ⁻¹	MJ x ha ⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,26	0,09	0,05
Trabalho					
Calagem	8	6/6 GER (*) 24h	6,77	0,28	0,15
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,39	0,14	0,07
Total	24		12,41	0,52	0,27

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 6,77 MJ

0,55

Ocupação (Tratorista)	Horas x dia ⁻¹	MJ x 8 horas ⁻¹	MJ x dia ⁻¹	MJ x h ⁻¹	MJ x ha ⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,57	0,11	0,06
Trabalho					
2º Adubação	8	5/6 GER (*) 24h	6,43	0,27	0,16
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,86	0,16	0,09
Total	24		12,87	0,54	0,32

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 7,72 MJ

Continuação da Tabela AP2

Ocupação (Ajudante)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,83	0,12	0,07
Trabalho					
2º Adubação	8	6/6 GER (*) 24h	8,50	0,35	0,21
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	4,25	0,18	0,10
Total	24		15,58	0,65	0,38

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 8,5 MJ

0,70

Ocupação (Tratorista)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,57	0,11	0,06
Trabalho					
3º Adubação	8	5/6 GER (*) 24h	6,43	0,27	0,16
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,86	0,16	0,09
Total	24		12,87	0,54	0,32

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 7,72 MJ

Ocupação (Ajudante)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,26	0,09	0,06
Trabalho					
3º Adubação	8	6/6 GER (*) 24h	6,77	0,28	0,17
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,39	0,14	0,08
Total	24		12,41	0,52	0,30

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 6,77 MJ

0,62

Ocupação (Tratorista)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,87	0,12	0,35
Trabalho					
Limpa trilho	8	5/6 GER (*) 24h	7,17	0,30	0,88
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	4,30	0,18	0,53
Total	24		14,33	0,60	1,76

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 8,6 MJ

1,76

Ocupação (Tratorista)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,87	0,12	0,17
Trabalho					
Subsolagem	8	5/6 GER (*) 24h	7,17	0,30	0,43
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	4,30	0,18	0,26
Total	24		14,33	0,60	0,85

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 8,6 MJ

Continuação da Tabela AP3

Ocupação (Ajudante)	Horas x dia ⁻¹	MJ x 8 horas ⁻¹	MJ x dia ⁻¹	MJ x h ⁻¹	MJ x ha ⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,14	0,09	0,13
Trabalho					
Subsolagem	8	6/6 GER (*) 24h	6,42	0,27	0,38
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,21	0,13	0,19
Total	24		11,77	0,49	0,70

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 6,42 MJ

1,55

Ocupação (Tratorista)	Horas x dia ⁻¹	MJ x 8 horas ⁻¹	MJ x dia ⁻¹	MJ x h ⁻¹	MJ x ha ⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,31	0,10	0,06
Trabalho					
Capina pré-plantio	8	5/6 GER (*) 24h	5,77	0,24	0,14
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,46	0,14	0,08
Total	24		11,53	0,48	0,28

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 6,92 MJ

Ocupação (Ajudante)	Horas x dia ⁻¹	MJ x 8 horas ⁻¹	MJ x dia ⁻¹	MJ x h ⁻¹	MJ x ha ⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,29	0,10	0,06
Trabalho					
Capina pré-plantio	8	6/6 GER (*) 24h	6,87	0,29	0,17
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,44	0,14	0,08
Total	24		12,60	0,52	0,31

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 6,87 MJ

0,59

Ocupação (Tratorista)	Horas x dia ⁻¹	MJ x 8 horas ⁻¹	MJ x dia ⁻¹	MJ x h ⁻¹	MJ x ha ⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,31	0,10	0,06
Trabalho					
Capina pré-emergente	8	5/6 GER (*) 24h	5,77	0,24	0,14
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,46	0,14	0,08
Total	24		11,53	0,48	0,28

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 6,92 MJ

Ocupação (Ajudante)	Horas x dia ⁻¹	MJ x 8 horas ⁻¹	MJ x dia ⁻¹	MJ x h ⁻¹	MJ x ha ⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,29	0,10	0,06
Trabalho					
Capina pré-emergente	8	6/6 GER (*) 24h	6,87	0,29	0,17
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,44	0,14	0,08
Total	24		12,60	0,52	0,31

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 6,87 MJ

0,59

Continuação da Tabela AP3

Ocupação (Ajudante)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,29	0,10	0,53
Trabalho					
1º Adubação	8	7/6 GER (*) 24h	8,02	0,33	1,86
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,44	0,14	0,80
Total	24		13,74	0,57	3,18

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 6,87 MJ

3,18

Ocupação (Ajudante)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,27	0,09	0,73
Trabalho					
Adubação coveta lateral	8	8/6 GER (*) 24h	9,08	0,38	2,91
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,41	0,14	1,09
Total	24		14,76	0,61	4,73

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 6,81 MJ

4,73

Ocupação (Ajudante)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,30	0,10	0,34
Trabalho					
Capina química na entrelinha (3x)	8	8/6 GER (*) 24h	9,20	0,38	1,37
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,45	0,14	0,51
Total	24		14,95	0,62	2,22

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 6,90 MJ

6,67

Ocupação (Ajudante)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,32	0,10	0,36
Trabalho					
Capina química na linha (2x)	8	8/6 GER (*) 24h	9,29	0,39	1,43
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,49	0,15	0,54
Total	24		15,10	0,63	2,33

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 6,97 MJ

4,66

Ocupação (Ajudante)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,31	0,10	0,48
Trabalho					
Capina pré-emergente	8	8/6 GER (*) 24h	9,25	0,39	1,93
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,47	0,14	0,72
Total	24		15,04	0,63	3,13

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 6,94 MJ

3,13

Continuação da Tabela AP3

Ocupação (Ajudante)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,40	0,10	0,20
Trabalho					
Controle formiga pré-plantio	8	7/6 GER (*) 24h	8,40	0,35	0,70
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,60	0,15	0,30
Total	24		14,40	0,60	1,20

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 7,2 MJ

1,20

Ocupação (Ajudante)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,21	0,09	0,14
Trabalho					
Controle formiga pós-plantio (2x)	8	7/6 GER (*) 24h	7,75	0,32	0,47
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,32	0,14	0,20
Total	24		13,28	0,55	0,81

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 6,64 MJ

1,63

Ocupação (Ajudante)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,33	0,10	1,62
Trabalho					
Coroamento (0,21 x)	8	14/6 GER (*) 24h	16,31	0,68	11,33
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,50	0,15	2,43
Total	24		22,14	0,92	15,37

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 6,99 MJ

3,23

Ocupação (Tratorista)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,57	0,11	0,09
Trabalho					
Irrigação	8	5/6 GER (*) 24h	6,43	0,27	0,24
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,86	0,16	0,14
Total	24		12,87	0,54	0,47

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 7,72 MJ

Ocupação (Ajudante)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,35	0,10	0,09
Trabalho					
Irrigação	8	6/6 GER (*) 24h	7,06	0,29	0,26
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,53	0,15	0,13
Total	24		12,94	0,54	0,48

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 7,06 MJ

0,95

Continuação da Tabela AP3

Ocupação (Tratorista)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,57	0,11	0,36
Trabalho					
Irrigação com gel	8	5/6 GER (*) 24h	6,43	0,27	0,89
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,86	0,16	0,54
Total	24		12,87	0,54	1,79

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 7,72 MJ

Ocupação (Ajudante)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,32	0,10	0,32
Trabalho					
Irrigação com gel	8	6/6 GER (*) 24h	6,95	0,29	0,97
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,48	0,14	0,48
Total	24		12,74	0,53	1,77

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 6,95 MJ

3,56

Ocupação (Ajudante)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,30	0,10	1,06
Trabalho					
Plantio	8	8/6 GER (*) 24h	9,19	0,38	4,25
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,45	0,14	1,59
Total	24		14,93	0,62	6,91

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 6,89 MJ

6,91

Ocupação (Ajudante)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,34	0,10	0,70
Trabalho					
Roçada	8	9/6 GER (*) 24h	10,52	0,44	3,13
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,51	0,15	1,04
Total	24		16,36	0,68	4,87

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 7,01 MJ

4,87

Ocupação (Ajudante)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,20	0,09	0,20
Trabalho					
Replântio	8	7/6 GER (*) 24h	7,70	0,32	0,71
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,30	0,14	0,31
Total	24		13,20	0,55	1,22

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 6,60 MJ

1,22

Continuação da Tabela AP3

Ocupação (Ajudante)	Horas x dia⁻¹	MJ x 8 horas⁻¹	MJ x dia⁻¹	MJ x h⁻¹	MJ x ha⁻¹
Tempo de sono	8	2/6 GER (*) 24h	2,40	0,10	0,80
Trabalho					
Diária	8	8/6 GER (*) 24h	9,60	0,40	3,20
Ocupações não profissionais	8	3/6 GER (*) 24h	3,60	0,15	1,20
Total	24		15,60	0,65	5,20

Fonte: Dados da pesquisa de campo

(*) Igual a 7,20 MJ

5,20

Tabela AP4. Determinação do consumo de óleo diesel, lubrificante e graxa para a implantação de eucalipto analisado.

ÓLEO DIESEL				
Operação	Máquina	Quantidade (l . ha⁻¹)	Coefficiente Energético (MJ . kg⁻¹)	Resultado (MJ . ha⁻¹)
Transporte de insumo	Caminhão	2,28	40,48	92,09
TPL	Trator 78 cv	2,94	40,48	119,01
Calagem	Trator 78 cv	3,71	40,48	150,18
2° Adubação	Trator 78 cv	4,13	40,48	167,18
3° Adubação	Trator 78 cv	4,13	40,48	167,18
Limpa trilho	Trator 110 cv	26,46	40,48	1.071,10
Subsolagem	Trator 145 cv	18,59	40,48	752,52
Capina química pré-plantio	Trator 110 cv	5,31	40,48	214,95
Capina química pré-emergente	Trator 110 cv	5,31	40,48	214,95
Irrigação	Trator 78 cv	6,16	40,48	249,36
Irrigação com gel	Trator 78 cv	23,31	40,48	943,59

ÓLEO LUBRIFICANTE				
Operação	Máquina	Quantidade (l . ha⁻¹)	Coefficiente Energético (MJ . kg⁻¹)	Resultado (MJ . ha⁻¹)
Transporte de insumo	Caminhão	0,03	37,28	1,12
TPL	Trator 78 cv	0,06	37,28	2,30
Calagem	Trator 78 cv	0,08	37,28	2,90
2° Adubação	Trator 78 cv	0,09	37,28	3,23
3° Adubação	Trator 78 cv	0,09	37,28	3,23
Limpa trilho	Trator 110 cv	0,55	37,28	20,46
Subsolagem	Trator 145 cv	0,38	37,28	14,30
Capina química pré-plantio	Trator 110 cv	0,11	37,28	4,11
Capina química pré-emergente	Trator 110 cv	0,11	37,28	4,11
Irrigação	Trator 78 cv	0,13	37,28	4,81
Irrigação com gel	Trator 78 cv	0,49	37,28	18,21

GRAXA				
Operação	Máquina	Quantidade (kg . ha⁻¹)	Coefficiente Energético (MJ . kg⁻¹)	Resultado (MJ . ha⁻¹)
Transporte de insumo	Caminhão	0,005	42,70	0,192
TPL	Trator 78 cv	0,006	42,70	0,269
Calagem	Trator 78 cv	0,013	42,70	0,553
2° Adubação	Trator 78 cv	0,012	42,70	0,506
3° Adubação	Trator 78 cv	0,012	42,70	0,523
Limpa trilho	Trator 110 cv	0,059	42,70	2,500
Subsolagem	Trator 145 cv	0,036	42,70	1,535
Capina química pré-plantio	Trator 110 cv	0,017	42,70	0,740
Capina química pré-emergente	Trator 110 cv	0,017	42,70	0,737
Irrigação	Trator 78 cv	0,028	42,70	1,200
Irrigação com gel	Trator 78 cv	0,065	42,70	2,773

Tabela AP5. Valor calórico total por hectare dos insumos utilizados no sistema de implantação de eucalipto. Itatinga-SP, 2008/2009.

Insumo	(Quantidade . ha ⁻¹) (a)	(MJ . ha ⁻¹) (b)	(c)	(MJ . ha ⁻¹) (d)	(MJ . ha ⁻¹) (e)
Mudas	1.416,00	1.090,32			1.090,32
Calcário	1.598,38	271,55			271,55
Herbicida	9,59				
Fordor (2x)	0,10	36,18			36,18
Glifosato (6x)	9,49	3.299,98			3.299,98
Formicida	4,39				
Isca granulada (3x)	4,39	391,89			391,89
Super Absorvente	2,64				
	2,64	60,16			60,16
Fertilizante	451,21				
Fosfato natural reativo	153,41	1.994,33	0,7939	60,90	2.055,22
Formulado	150,08				
(06.30.06)					
N	9,00	657,35	0,7334	3,30	660,65
P ₂ O ₅	45,02	585,31	0,3833	8,63	593,94
K ₂ O	9,00	81,04	0,8347	3,76	84,80
Formulado	252,46				
(18.00.18)					
N	45,44	3.317,26	0,7334	16,66	3.333,92
P ₂ O ₅	0	0	0,3833	0,00	0,00
K ₂ O	45,44	408,98	0,8347	18,97	427,94
Formulado	300,04				
(00.00.54)					
N	0	0	0,7334	0,00	0,00
P ₂ O ₅	0	0	0,3833	0,00	0,00
K ₂ O	162,02	1.458,19	0,8347	67,62	1.525,80
Formulado	349,78				
(10.00.30)					
N	34,98	2.553,38	0,7334	12,83	2.566,21
P ₂ O ₅	0	0	0,3833	0,00	0,00
K ₂ O	104,93	944,40	0,8347	43,79	988,19

(a) "inputs" totais

(b) Subtotal calórico de "inputs"

(c) Taxa média da quantidade importada

(d) Valor energético do transporte marítimo ["c" x "a" x (0,50 MJ . kg⁻¹)]

(e) Total calórico dos "inputs" ("b" + "d")

Fonte: ANDA (2009) e dados da pesquisa de campo (2008/2009).

Tabela AP6. Peso de embarque dos tratores e pesos dos implementos e pneus utilizados na implantação de eucalipto. Itatinga/SP.

Máquina, implemento e pneus	Peso (kg)
Calagem	
Trator New Holland - TL 75 Exitus - 78 cv	3.260
2 pneus dianteiros 14.9 - 24 (53,97 kg cada)	108
2 pneus traseiros 18.4 - 30 (97,59 kg cada)	195
Distribuidor de calcário Jumil Lider - JM LD 2050 TTD	1.300
2 pneus - 7.5 - 16 (17,77 kg cada)	36

Fonte: Fabricantes (New Holland, e Jumil), revendedor (Campneus) e dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Máquina, implemento e pneus	Peso (kg)
2º Adubação	
Trator New Holland - TL 75 Exitus - 78 cv	3.260
2 pneus dianteiros 14.9 - 24 (53,97 kg cada)	108
2 pneus traseiros 18.4 - 30 (97,59 kg cada)	195
Adubadeira Vicon - TDS 1150	300

Fonte: Fabricantes (New Holland, e Vicon), revendedor (Campneus) e dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Máquina, implemento e pneus	Peso (kg)
3º Adubação	
Trator New Holland - TL 75 Exitus - 78 cv	3.260
2 pneus dianteiros 14.9 - 24 (53,97 kg cada)	108
2 pneus traseiros 18.4 - 30 (97,59 kg cada)	195
Adubadeira Vicon - TDS 1150	300

Fonte: Fabricantes (New Holland e Vicon), revendedor (Campneus) e dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Máquina, implemento e pneus	Peso (kg)
Capina química pré-plantio	
Trator Valtra - BM 110 - 110 cv	5.245
2 pneus dianteiros 14.9 - 24 (53,97 kg cada)	108
2 pneus traseiros 18.4 - 30 (97,59 kg cada)	195
Pulverizador Jacto - PJ 6001	300

Fonte: Fabricantes (Valtra do Brasil e Jacto), revendedor (Campneus) e dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Máquina, implemento e pneus	Peso (kg)
Limpa trilho	
Trator Valtra - BM 110 - 110 cv	5.245
2 pneus dianteiros 14.9 - 24 (53,97 kg cada)	108
2 pneus traseiros 18.4 - 30 (97,59 kg cada)	195
Limpa trilho - fabricação própria	650

Fonte: Fabricantes (Valtra do Brasil e Iciadec), revendedor (Campneus) e dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Continuação da Tabela AP6

Máquina, implemento e pneus	Peso (kg)
Subsolagem	
Trator Valtra - BH 145 - 145 cv	5.285
2 pneus dianteiros 18.4 - 26 (86,69 kg cada)	173
2 pneus traseiros 24.5 - 32 (196,30 kg cada)	393
Subsolador - Fabricação Própria	1.200
2 pneus 7.5 - 16 (17,77 kg cada)	36
Fonte: Fabricantes (Valtra do Brasil e Iciadec), revendedor (Campneus) e dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).	

Máquina, implemento e pneus	Peso (kg)
Capina química pré-plantio M1	
Trator Valtra - BM 110 - 110 cv	5.245
2 pneus dianteiros 14.9 - 24 (53,97 kg cada)	108
2 pneus traseiros 18.4 - 30 (97,59 kg cada)	195
Pulverizador Jacto - PJ 600I	300
Fonte: Fabricantes (Valtra do Brasil e Jacto), revendedor (Campneus) e dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).	

Máquina, implemento e pneus	Peso (kg)
Irrigação	
Trator New Holland - TL 75 Exitus - 78 cv	3.260
2 pneus dianteiros 14.9 - 24 (53,97 kg cada)	108
2 pneus traseiros 18.4 - 30 (97,59 kg cada)	195
Tanque 6000 litros	1.900
4 pneus - 7.5 - 16 (17,77 kg cada)	71
Fonte: Fabricantes (Valtra do Brasil e JFI), revendedor (Campneus) e dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).	

Máquina, implemento e pneus	Peso (kg)
Irrigação com gel	
Trator New Holland - TL 75 Exitus - 78 cv	3.260
2 pneus dianteiros 14.9 - 24 (53,97 kg cada)	108
2 pneus traseiros 18.4 - 30 (97,59 kg cada)	195
Tanque 6000 litros	1.900
4 pneus - 7.5 - 16 (17,77 kg cada)	71
Fonte: Fabricantes (Valtra do Brasil e JFI), revendedor (Campneus) e dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).	

Máquina, implemento e pneus	Peso (kg)
Transporte de insumo	
Caminhão Ford - Cargo 1717 e	4.910
6 pneus 10.00 - 20 (44 kg cada)	264
Fonte: Fabricantes (Ford), revendedor (Campneus) e dados da pesquisa e campo (2008/ 2009).	

Continuação da Tabela AP6

Máquina, implemento e pneus	Peso (kg)
TPL	
Trator New Holland - TL 75 Exitus - 78 cv	3.260
2 pneus dianteiros 14.9 - 24 (53,97 kg cada)	108
2 pneus traseiros 18.4 - 30 (97,59 kg cada)	195
Carretinha	800
4 pneus 7.5 - 16 (17,77 kg cada)	71

Fonte: Fabricantes (New Holland e Nogueira), revendedor (Campneus) e dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Tabela AP7. Massa dos contrapesos.

Tratores	Número total	Localização	Massa Unitária (kg)	Massa total (kg)
Trator New Holland - TL 75	4	Rodas traseiras	50	200
	6	Frontal	40	240
	1	Suporte	50	50
Trator Valtra BM 110	8	Rodas traseiras	50	400
	-	Frontal	40	240
	1	Suporte	60	80
Trator Valtra BH 145	8	Rodas traseiras	50	400
	6	Frontal	50	300
	1	Suporte	60	80

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Tabela AP8: Locais de lubrificação, volume utilizado, especificação do lubrificante e momento de troca por trator utilizado no itinerário técnico do agroecossistema eucalipto. Itatinga/SP, implantação 2008/2009.

Tratores	Local	Volume (litro)	Especificação	Momento (horas)
Trator New Holland - TL 75	Carter do motor	9	15W 40	300
	Transmissão	12	THF 11	600
	Diferencial, câmbio, hidráulico.	49	THF 11	600
Trator Valtra BM 110	Carter do motor	13	15W 40	300
	Transmissão	7	SAE 90	600
	Diferencial, câmbio, hidráulico	66	THF 11	600
Trator Valtra BH 145	Carter do motor	20	15W 40	300
	Transmissão	11	SAE 90	600
	Diferencial, câmbio	55	SAE 90	600
	Hidráulico	35	SH 68	600

Fonte: Dados da pesquisa de campo (2008/ 2009).

Tabela AP9. Vida útil e horas por ano de máquinas e implementos agrícolas.

Máquinas e implementos	Vida útil (ano)	Horas uso (ano)
Trator rodas	10	1000
Caminhão	7	1600
Adubadeira	10	320
Adubadeira manual	10	480
Carretinha	10	600
Distribuidor de calcário	10	300
Dosador	10	300
Enxada/ foice	5	400
Limpa trilho	10	480
Plantadeira	10	480
Pulverizador	10	480
Pulverizador costal	10	300
Subsolador	7	480
Tanque	10	480

Fonte: Instituto de Economia Agrícola – Informações Econômicas, 2009.

Tabela AP10. Matriz de coeficiente técnico. Custos operacionais.

Custo				
Trator e Implemento	Horas uso anual (h)	Valor inicial (R\$)	Valor final (R\$)*	Depreciação (R\$)
Trator rodas BM - 2001	1000	60.000,00	6.000,00	54,00
Trator rodas BH - 2006	1000	95.000,00	9.500,00	85,50
Trator rodas NH - 2007	1000	61.500,00	6.150,00	55,35
Caminhão - 2008	1600	139.000,00	13.900,00	78,19
Adubadeira	320	6.630,00	663,00	18,65
Adubadeira manual	480	236,50	23,65	0,44
Carretinha	600	6.680,00	668,00	10,02
Distribuidor de calcário	300	12.800,00	1.280,00	38,40
Dosador	300	260,00	26,00	0,78
Enxada/ foice	400	12,00	1,20	0,03
Limpa trilho	480	15.000,00	1.500,00	28,13
Plantadeira	480	236,50	23,65	0,44
Pulverizador	480	9.800,00	980,00	18,38
Pulverizador costal	300	198,90	19,89	0,60
Subsolador	480	28.000,00	2.800,00	52,50
Tanque	480	9.500,00	950,00	17,81

Fonte: Dados de pesquisa de campo (2008/2009) e IEA (2010).

*Valor Final 10% Valor Inicial

Continuação da Tabela AP10.

Custo maquinários e implementos

Descrição	Conjunto	Uso (h/ ha)	Custo horário máquinas (R\$/ ha)	Custo total máquinas (R\$/ ha)	Custo horário implemento (R\$/h)	Custo total implemento (R\$/ ha)	Custo total (R\$/ ha)
Operações mecanizadas							
Calagem	Trator + distrib. calc.	0,53	55,35	29,13	38,40	20,21	49,34
2° Adubação	Trator + adubadeira	0,59	55,35	32,56	18,65	10,97	43,53
3° Adubação	Trator + adubadeira	0,59	55,35	32,56	18,65	10,97	43,53
TPL	Trator + carretinha	0,43	55,35	23,80	10,02	4,31	28,11
Irrigação	Trator + tanque	1,76	55,35	97,42	17,81	31,35	128,76
Irrigação com gel	Trator + tanque	3,33	55,35	184,50	17,81	59,37	243,86
Capina Pré Emergente M1	Trator + pulverizador	0,59	54,00	31,76	18,38	10,81	42,58
Capina pré plantio	Trator + pulverizador	0,59	54,00	31,76	18,38	10,81	42,58
Limpa Trilho	Trator + limpa trilho	2,94	54,00	158,82	28,13	82,74	241,56
Subsolagem	Trator + subsolador	1,43	85,50	122,14	52,50	75,00	197,14
Transporte de insumo	Caminhão	0,35	78,19	27,37	0,00	0,00	27,37
Operações manuais							
Adubação Coveta Lateral	Adubadeira manual	8,33	0,00	0,00	0,44	3,67	3,67
Capina Química Entrelinha	Pulverizador costal	18,20	0,00	0,00	0,60	10,92	10,92
Capina Química Linha	Pulverizador costal	9,60	0,00	0,00	0,60	5,76	5,76
Capina Pré Emergente	Pulverizador costal	5,88	0,00	0,00	0,60	3,53	3,53
Controle Formiga Pré Plantio	Dosador	2,00	0,00	0,00	0,78	1,56	1,56
Controle Formiga Pós Plantio	Dosador	6,35	0,00	0,00	0,78	4,95	4,95
Coroamento	Enxada	3,33	0,00	0,00	0,03	0,10	0,10
Plantio	Plantadeira	11,11	0,00	0,00	0,44	4,89	4,89
Roçada	Foice	8,21	0,00	0,00	0,03	0,25	0,25
Replantio	Plantadeira	4,53	0,00	0,00	0,44	1,99	1,99
TOTAL				771,83		354,15	1.125,97

Fonte: Pesquisa de campo (2008/2009).

Continuação da Tabela AP10.

Custo mão-de-obra				
Operações manuais	Trabalhadores	homens (h/ ha)	Custo horário trabalhador (R\$/ ha)*	Total (R\$/ ha)
<u>Operações manuais</u>				
Calagem	Tratorista + ajudante	0,53	8,29	4,39
2º Adubação	Tratorista + ajudante	0,59	8,29	4,88
3º Adubação	Tratorista + ajudante	0,59	8,29	4,88
Capina química pré-plantio	Tratorista + ajudante	0,59	8,29	4,88
Subsolagem	Tratorista + ajudante	1,43	8,29	11,84
Capina química pré-emergente	Tratorista + ajudante	0,59	8,29	4,88
Irrigação	Tratorista + ajudante	1,76	8,29	14,59
Irrigação com gel	Tratorista + ajudante	3,33	8,29	27,63
Limpa trilho	Tratorista	2,94	4,54	13,35
TPL	Tratorista	0,43	4,54	1,95
Transporte de insumo	Tratorista	0,35	4,54	1,59
<u>Operações mecanizadas</u>				
1º Adubação	Ajudante	6,67	3,75	25,01
Adubação coveta lateral	Ajudante	8,33	3,75	31,24
Capina química entrelinha	Ajudante	18,20	3,75	68,25
Capina química entrelinha	Ajudante	9,60	3,75	36,00
Capina química pré-emergente	Ajudante	5,88	3,75	22,05
Controle formiga pré-plantio	Ajudante	2,00	3,75	7,50
Controle formiga pós-plantio	Ajudante	6,35	3,75	23,81
Coroamento	Ajudante	3,33	3,75	12,50
Eliminação de brotação	Ajudante	7,14	3,75	26,78
Plantio	Ajudante	11,11	3,75	41,66
Roçada	Ajudante	8,21	3,75	30,79
Diária	Ajudante	8,00	3,75	30,00
Replantio	Ajudante	4,53	3,75	16,98
TOTAL				467,43

Fonte: Dados de pesquisa de campo (2008/2009) e IEA (2009).

Continuação da Tabela AP10.

Custo – Insumos Utilizados					
Insumos utilizados	Unidade	Quantidade/ ha	Valor Unitário (R\$)	Unid.	Custo (R\$/ha)
Calcário	kg	1.597,38	0,06	R\$/kg	87,86
Fosfato natural reativo	kg	451,21	0,45	R\$/kg	203,04
Fordor	kg	0,10	625,12	R\$/kg	65,01
Hidrogel	kg	2,64	12,30	R\$/kg	32,50
Isca granulada	kg	4,39	4,30	R\$/kg	18,86
Muda	unid	1.416,00	0,13	R\$/unid	184,08
Glifosato	l	9,49	6,90	R\$/l	65,45
NPK 063006	kg	150,08	0,94	R\$/kg	141,07
NPK 180018	kg	252,46	1,17	R\$/kg	295,37
NPK 000054	kg	300,04	1,74	R\$/kg	522,06
NPK 100030	kg	349,78	0,73	R\$/kg	255,34
Custo total variável do insumo consumido para a implantação de eucalipto (1 hectare)					1.870,65

Fonte: Pesquisa de campo (2008/ 2009).