

DISPÊNDIO ENERGÉTICO NA IMPLANTAÇÃO DE EUCALIPTO

OLIVEIRA JR, Ezer Dias de

FAEF/UNITERRA

KROLL, Lucio Benedicto

FAEF/UNITERRA

RESUMO

A Mecanização das operações tem proporcionado aumento da capacidade operacional, no entanto, poucos trabalhos têm quantificado o dispêndio energético das diversas atividades florestais quanto à utilização de máquinas e ao uso de insumos. Nesta análise energética é contemplado o consumo de energia das operações florestais, sendo o enfoque principal a energia investida na atividade de implantação. Os cálculos de conversão foram realizados pelo método de equações e as entradas classificadas conforme o fluxo, em energia direta e energia indireta. Pela análise energética do sistema quantificou-se o dispêndio de 6.014,1MJ.ha⁻¹ para o preparo do solo, 6.651,4MJ.ha⁻¹ na implantação e 5.330,2MJ.ha⁻¹ no manejo e cultivo. Conclui-se que a maior energia investida foi na operação de plantio, cerca de 37% dos 17.995,6MJ.ha⁻¹ total investido na silvicultura.

Palavras-chave: implantação de eucalipto, análise energética, silvicultura

ABSTRACT

The mechanization of the forestry process has increased the operational capacity, however few studies have focused on the energy consumption in the diverse forest activities regarding machine and inputs utilization in Brazil. This study quantifies the energy consumption in forest operations, evaluating in details, the forest implantation. In this analysis all energy sources involved in the process were classified and quantified, taking into consideration machine productivity and diesel consumption in each operation. Making use of equation methods, the energy sources were classified as direct and indirect flow. The system energy analysis resulted 6,014.1MJ.ha⁻¹ for soil tillage, 6,651.4MJ.ha⁻¹ for planting and 5,330.2MJ.ha⁻¹ for manage. Conclusion is considering the performance and capacity of the machines of all operations, planting demanded the most energy (37%) on the total of 17,995.6MJ.ha⁻¹.

Keywords: soil tillage, energy analysis, forestry operations

1. INTRODUÇÃO

O total de energia necessária para realização da atividade de implantação será diretamente proporcional ao número de operações envolvidas, considerando-se o desempenho e capacidade das máquinas nas diversas operações.

Suiter Filho et al. (1982) computaram os dados de consumo de energia na implantação de floresta de eucalipto para produção de carvão vegetal e concluíram que o balanço de energia era positivo e as operações de transplante e condução do plantio tiveram um consumo médio de 4.138 MJ.ha^{-1} , cerca de 8% do total da atividade.

Segundo Helsel (1993), os pesticidas representam um grande dispêndio energético na fase de condução de uma cultura, pois mesmo aplicados em pequena quantidade em termos absolutos, relativamente há mais energia agregada por esse insumo do que em qualquer outro. Em média os pesticidas requerem de 4 a 5 vezes mais energia por unidade de massa para serem produzidos, se comparado aos fertilizantes nitrogenados.

De acordo com Brito et al. (1979), o balanço de energia na fase de silvicultura pode ser otimizado se considerada a produtividade energética do povoamento florestal em função do espaçamento e da espécie plantada. Segundo Brito, 1983), o maior potencial de produção energética foi do *Eucalyptus urophylla* no espaçamento de $2,0 \times 1,5\text{m}$ com cerca de $321,6\text{GJ.ha}^{-1}\text{.ano}^{-1}$.

Börjesson (1996) estimou o consumo médio dos combustíveis fósseis de acordo com a demanda tecnológica e o custo energético da produção de biomassa para os anos de 1996 e 2015. O resultado da produtividade energética líquida em 1996 para a floresta de *Salix* foi de $172\text{GJ.ha}^{-1}\text{.ano}^{-1}$, cerca de 21 vezes a energia investida. Na estimativa para o ano de 2015 essa produtividade aumentaria para $322\text{GJ.ha}^{-1}\text{.ano}^{-1}$, cerca de 36 mais que o investido na fase silvicultural. Pela análise de sensibilidade, o autor concluiu que a produtividade energética líquida é diretamente proporcional aos ganhos de produtividade da floresta e indiferente ao investimento energético nos insumos. Nesses últimos, a alteração em 50% da entrada de energia alterou apenas de 3 a 4% da produtividade energética líquida da cultura.

O objetivo principal deste trabalho foi analisar o consumo de energia investida na atividade de implantação e também identificar os fatores de maior influência em cada operação em relação às demais atividades silviculturais e o potencial energético existente na madeira produzida ao final da rotação

2. MATERIAL E MÉTODOS

A primeira etapa trata da caracterização dos procedimentos adotados para a atividade de formação da floresta, considerando-se as atividades de preparo do solo, do plantio, e da condução e manejo. Foram utilizados dados coletados em visita a Ripasa parque florestal de Ibiti. Os dados médios referem-se ao ano de 2003, contabilizando a média geral da produtividade das máquinas na região e desempenhos nos diversos tipos de relevo, mas com padrão de floresta semelhante.

2.1 Materiais

Tratores e máquinas foram considerados como produtos manufaturados, que tiveram um consumo de energia para serem construídos, e ao contabilizá-los foram consideradas as horas gastas e a massa do trator utilizado na operação. As atividades silviculturais foram agrupadas em três importantes categorias, sendo:

a) Preparo do solo: A operação é mecanizada com trator de pneus (TP) no preparo e correção do solo, compreendendo também as operações manuais de controle de pragas com utilização de dosador e auxílio de trator com carreta, utilizada para reabastecimento de corretivos.

b) Transplante: considerou-se a operação mecanizada de transplante com utilização do implemento transplantador de linha simples acoplado ao trator de pneus, auxiliado por conjunto trator mais carreta, no reabastecimento das mudas.

c) Manejo: foram consideradas as operações mecanizadas na manutenção de aceiros, na capina química e na adubação de cobertura ao longo dos anos até o corte.

2.2 Métodos

Os cálculos de conversão foram feitos classificando-se o fluxo das entradas de energia direta e energia indireta. Para as atividades de implantação e manejo foram consideradas além de operações mecanizadas, também algumas manuais, sendo os dados expressos em unidades de energia por hectare. As conversões energéticas foram feitas pelo método matemático de equações conforme a metodologia utilizada por Sartori & Basta (1999). Buscou-se com isso validar para o setor florestal, a eficácia da metodologia recomendada pelos autores.

3.RESULTADOS

Os dados utilizados para os cálculos analítico e matricial de dispêndio energético das operações em cada atividade são apresentados na Tabela 1 a seguir, conforme a característica de cada operação, desempenho e consumo de insumos.

Tabela 1. Descrição, consumo e desempenho das operações na atividade silvicultural

Atividade	Operações	Máquinas	T _{Omo} (h.ha ⁻¹)	T _{Omaq} (h.ha ⁻¹)	Diesel (l.ha ⁻¹)	produto	insumos	
							(un.ha ⁻¹)	(un)
Preparo solo	controle de formigas	TP 58kW + carreta dosador	0,5 8,0	0,5	4,0	formicida		4 kg
	subsolação	TP 120kW + escarificador	1,20	1,2	16,8			
	adubação					06:30:06		340 kg
	aplicação herbicida					herbicida		2 l
	subtotal		9,7	1,7	20,8			
Transplante	transplante mecaniz	TP 100kW + transplantadora	8,0	8,0	96,0			
	combate formiga	TP 58kW + carreta dosador	0,5 8,0	0,5	4,0	mudas formicida		1667 un 4 kg
		TP 58kW + carreta	0,5	0,5	4,0			
	irrigação	TP 58kW + carreta	0,2	0,2	1,6	água		1667 l
	transplante 30dias	chucho	8,0			mudas		333 un
TP 58kW + carreta	0,5	0,5	4,0					
subtotal		25,7	9,7	109,6	total mudas		2000 un	
Manejo	aceiros	TP 120kW	0,5	0,5	7,0			
	capina química	TP 100kW	1,2	1,2	14,4	herbicida		2 l
	adubação cobertura	TP 100kW	1,2	1,2	14,4	10:00:10		240 kg
	combate formiga	dosador	8,0			formicida		2 kg
	subtotal		10,9	2,9	35,8			
Total			46,3	14,3	166,2			

Fonte: Ripasa S/A (2003).

T_{Omo} = Tempo operacional com mão de obra
1.ano⁻¹

Produtividade = 50m³.ha⁻¹

T_{Omaq} = Tempo operacional com máquinas

TP = trator de pneus

Na Tabela 2 são apresentados os dispêndios energéticos para as operações dentro da atividade de silvicultura adotando-se plantio mecanizado. As entradas de energia foram classificadas em energia da mão de obra (E_{mo}), das máquinas (E_{ma}), do combustível (E_{comb}) e dos insumos (E_{insumo}) de acordo com os consumos de cada item por hectare.

Tabela 2. Investimento energético das atividades de silvicultura mecanizada

Atividades	E _{mo} (MJ.ha ⁻¹)	E _{ma} (MJ.ha ⁻¹)	E _{comb} (MJ.ha ⁻¹)	E _{insumo} (MJ.ha ⁻¹)	TOTAL (MJ.ha ⁻¹)	(%)
Preparo do solo	21,3	20,9	791,0	5180,9	6014,1	33,4
Transplante	56,5	118,8	4154,4	2321,7	6651,4	37,0
Manejo e cultivo	24,0	35,6	1361,4	3909,2	5330,2	29,6
Total	101,9	175,3	6306,8	11411,7	17995,6	100

E_{mo} = entradas pela mão de obra

E_{ma} = entradas pelas máquinas

E_{comb} = entradas pelo uso de diesel

E_{insumo} = entradas pelo uso de insumos

O resultado final de 17.995,6MJ.ha⁻¹ representou um investimento médio de 2570,8MJ.ha⁻¹.ano⁻¹ na fase silvicultural. 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.

Se consideradas as formas de energia média investida na atividade de silvicultura, verificou-se que a mão de obra representou a menor participação no dispêndio de energia, 0,6% do total, a depreciação energética das máquinas 1,0%, o combustível cerca de 35,0% e os insumos (fertilizantes, herbicidas e formicidas), a grande parte, com 63,4%. Considerando-se a energia agregada pelas mudas como item insumo, estas representaram 60,6% do consumo energético na atividade de transplante.

4 CONCLUSÕES

A maior demanda de energia se dá pelos insumos provenientes da matriz energética, tais como fertilizantes e agroquímicos.

A produtividade das máquinas também é importante na redução da intensidade energética na atividade, associada ao consumo de diesel.

5 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

BORJESSON, P. Energy analysis of biomass production and transportation. **Biomass and bioenergy**, v.11, n.4, p.305 – 318, 1996.

BRITO, J.O.; BARRICHELO, L.E.G.; COUTO, H.T.Z.; FAZZIO, E.C.M.; CORRADINI, L.; CARRARA, M.A.; MIGLIORINI, A.J. Avaliação das características dos resíduos de exploração florestal do eucalipto. **Circular Técnica IPEF**, n.62, p.1-8, ago.1979.

BRITO, J.O. Produtividade energética das populações de *Eucalyptus* aos 2,5 anos de idade implantadas em Jupiá / MS In: SIMPÓSIO ENERGIA DA BIOMASSA FLORESTAL, São Paulo, 1983. São Paulo: CESP, 1983. p.94 – 100. (Relatório Final).

HELSEL, Z.R. **Energy and alternatives for fertilizer and pesticide use**. 1993. <http://www.sarep.ucdavis.edu/NEWSLTR/v5n5/sa-12.htm> (21 out. 2003).

SARTORI, M.M.P.; BASTA, C. Métodos matemáticos para o cálculo energético da produção de cana de açúcar. **Energia na Agricultura**, v.14, n.1, p.52-68, 1999.

SUITER FILHO, W.; REZENDE, G.C.; TONINELLO, S.L.; DABÉS, A.D. Considerações sobre o balanço energético de florestas de eucalipto. **Silvicultura**, v.8, n.28, p.887 – 890, 1982.