



Produtividade e custos de dois sistemas de exploração e transporte de lenha na Caatinga

Eduardo de Almeida LOPES¹, Juliana Lorensi do CANTO^{1*}

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Escola Agrícola de Jundiá, Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil.

*E-mail: jlcano@terra.com.br

Recebido em março/2017; Aceito em julho/2017.

RESUMO: Os custos da exploração de lenha representam o principal componente de custos no manejo florestal sustentável da Caatinga e influenciam diretamente a viabilidade econômica da atividade. Assim, objetivou-se com este trabalho analisar tecnicamente e estimar os custos de dois sistemas de exploração de lenha da Caatinga no estado do Rio Grande do Norte, um manual (com machado e foice) e outro semimecanizado (com motosserra), e determinar a participação dos custos de exploração no custo total da lenha em áreas com manejo florestal. A coleta de dados foi realizada por meio de estudo de tempos e movimentos, com a cronometragem pelo método de tempo contínuo. No sistema semimecanizado, a jornada de trabalho foi inferior (30%) e o tempo de pausas foi menor (49%) em relação ao manual, evidenciando a vantagem do uso de motosserra para os trabalhadores. A produtividade média também foi maior no sistema semimecanizado (1,32 st.he⁻¹) do que no manual (0,78 st.he⁻¹). Contudo, a exploração semimecanizada resultou num maior custo de produção (R\$ 14,44.st⁻¹) do que a manual (R\$ 11,17.st⁻¹). As atividades de exploração tiveram maior incidência sobre o custo total da lenha, representando 66% no sistema manual e 83% no sistema semimecanizado.

Palavra-chave: energia, manejo florestal sustentável, região Nordeste.

Productivity and costs of two logging systems and firewood transportation in Caatinga dry forest

ABSTRACT: Firewood logging costs represent the highest cost component of sustainable forest management of Caatinga dry forest and they directly influence the economic viability of the activity. Thus, this study aimed to analyze technically and estimate the costs of two firewood logging systems in Caatinga dry forest, one manual (with ax and sickle) and other semi-mechanized (with chain saw), and determine the share of these costs in the total cost of firewood in areas with forest management plan. Data collection was based on time and motion study. In the semi-mechanized system, the working journey was shorter (30%) and the break time was lower (49%), showing the advantage of using chainsaws for workers. The average productivity was also higher in semi-mechanized system (1.32 st.h⁻¹) than the manual (0.78 st.h⁻¹). However, the semi-mechanized logging resulted in higher production costs (R\$ 14.44.st⁻¹) than the manual (R\$ 11.17.st⁻¹). Logging was the principal component of the total cost of firewood, representing 66% in manual system and 83% in semi-mechanized system.

Keywords: energy, sustainable forest management, Northeast region of Brazil.

1. INTRODUÇÃO

A região Nordeste apresenta alta dependência de lenha e carvão vegetal em sua matriz energética. A demanda total de lenha em toda a região foi estimada em 34,5 milhões de estéreos (RIEGELHAUPT; PAREYN, 2010) e, embora não se disponha de um diagnóstico atualizado, as informações indicam que a demanda continua elevada. Dados mais recentes revelam que, em 2015, o Nordeste produziu aproximadamente 22,3 milhões de estéreos de lenha (IBGE, 2017).

As informações disponíveis na literatura também indicam que a vegetação nativa da Caatinga é a principal fornecedora deste volume. Na Paraíba, por exemplo, 70,9% da demanda madeireira têm sido supridas por espécies florestais nativas, sendo 55,8% proveniente do desmatamento ilegal, 1,2% de supressões autorizadas e 13,9% de manejo florestal sustentável (NDAGIJIMANA et al., 2015).

A informalidade do mercado madeireiro no Nordeste é alta, havendo abundante oferta de lenha ilegal a preços baixos (PAREYN, 2010). A falta de fiscalização e licenciamento

ambiental contribui para os baixos preços da lenha, prejudicando os agricultores que praticam o manejo de forma legalizada e desestimulando a adesão ao manejo florestal sustentável (GARLET, 2015).

O baixo preço da lenha proveniente do desmatamento ilegal pode inviabilizar financeiramente planos de manejo florestal sustentável em pequenas propriedades e, em propriedades maiores, a atividade pode ser viável desde que os custos de exploração sejam os mais baixos. Isso porque os custos da exploração (corte das árvores) representam o principal componente de custos no manejo da Caatinga e influenciam diretamente a viabilidade econômica dos empreendimentos (MEUNIER, 2014).

Meunier (2014) realizou análises de rentabilidade econômica de planos de manejo florestal sustentável em Pernambuco e constatou que, mesmo com preços de lenha mais altos, a viabilidade em áreas menores (150 ha manejados) seria garantida se os custos de exploração se encontrassem dentro de determinados limites. Enquanto que

elevados custos de exploração poderiam inviabilizar a atividade, mesmo em áreas com maior estoque lenhoso.

Apesar disso, há carência de estudos para subsidiar o planejamento técnico e econômico das atividades de exploração sustentável de lenha na Caatinga. Observa-se que os sistemas manuais estão sendo substituídos pelos semimecanizados, com emprego de motosserra, mas há poucos dados e informações sobre a produtividade e os custos envolvidos. Assim, objetivou-se com este trabalho analisar e estimar os custos de dois sistemas empregados na exploração de lenha da Caatinga em áreas com plano de manejo florestal sustentável e determinar a participação dos custos de exploração no custo total da lenha.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição dos sistemas avaliados

Foram avaliados dois sistemas de exploração de lenha na Caatinga, um manual e outro semimecanizado. A sequência de atividades operacionais foi a mesma para os dois sistemas.

O corte da lenha compreendia a derrubada e o processamento das árvores. A derrubada era realizada com machado no sistema manual e com motosserra no semimecanizado. O processamento consistia no desganhamento e traçamento das árvores em toretes de lenha de aproximadamente um metro de comprimento (sistema de toras curtas). No sistema manual o processamento era realizado com foice e machado e no semimecanizado era realizado com motosserra e foice. Pois mesmo no sistema semimecanizado, a utilização da foice foi necessária para o corte de galhos muito finos.

Após o corte, ocorria o empilhamento da lenha, regionalmente chamado de “emetramento”, realizado de forma manual. As pilhas de madeira possuíam aproximadamente um metro de altura, um metro de largura, e comprimentos variáveis, e eram arrumadas nas margens dos eitos de corte para facilitar o carregamento dos caminhões. O emetramento facilita a quantificação da produção, em estéreos, para fins de remuneração dos trabalhadores de corte, pois como as pilhas tem um metro de altura e um metro de largura, basta medir o comprimento da pilha para determinar o volume empilhado. A quantificação do volume era realizada individualmente para todos os lenhadores ao final da jornada diária de trabalho.

Após o emetramento, a lenha era diretamente carregada para cima dos caminhões, de forma organizada e na posição transversal. Para o carregamento, os caminhões entravam na área de corte, ocorrendo o que se chama de transporte direto. Eventualmente, quando os eitos de corte eram muito extensos, era necessário abrir um acesso entre eles, denominado boca de rodagem, para permitir o tráfego e a manobra dos caminhões.

O carregamento dos toretes de lenha era realizado manualmente por uma equipe de quatro carregadores no sistema manual e de três carregadores no sistema semimecanizado. Os caminhões utilizados nos dois sistemas eram do tipo “toco” (com dois eixos, tração 4 x 2) com capacidade de carga entre 25 e 30 estéreos de lenha e capacidade máxima – Peso Bruto Total – permitida por lei de 16 toneladas. A distância de transporte da área de corte até o local de consumo da lenha era de aproximadamente 75 Km no sistema manual (Regional A) e de 20 Km no sistema semimecanizado (Regional B).

2.2. Áreas de estudo

O trabalho foi realizado em duas áreas de Caatinga com plano de manejo florestal sustentável, localizadas no estado do Rio Grande do Norte.

A área com sistema de exploração manual (Regional A) localiza-se no município de João Câmara-RN. O clima da região é do tipo semiúmido, com precipitação média anual entre 800 e 1.200 mm (IDEMA, 2010). Predominam solos do tipo Areias Quartzosas Distróficas e Vertissolos, com relevo plano a suave ondulado (EMBRAPA, 1971). A cobertura vegetal característica é do tipo Caatinga hipoxerófila, com estrato da vegetação Tipo 3, ou seja, vegetação arbustiva arbórea fechada, com porte médio de 3 a 4 m de altura, alto grau de cobertura do solo e presença de sub-bosque (ISAIA et al., 1992). A área total manejada era de 600 ha e o volume médio de lenha estimado pelo inventário florestal para o Plano de Manejo era de 207,16 st/ha.

A área com sistema de exploração semimecanizado (Regional B) localiza-se no município de Santa Cruz-RN. O clima na região é semiárido, com precipitação menor que a evaporação, com médias que variam de 400 a 600 milímetros de chuvas por ano (IDEMA, 2010). O solo é do tipo Bruno não cálcico, com relevo plano a suave ondulado (EMBRAPA, 1971). A cobertura vegetal característica é do tipo Caatinga hiperxerófila, com estrato da vegetação Tipo 3, ou seja, vegetação arbustiva arbórea fechada, com porte médio de 5 m de altura, alto grau de cobertura do solo e presença de sub-bosque (ISAIA et al., 1992). A área total manejada era de 595 ha e o volume médio de lenha estimado pelo inventário florestal para o Plano de Manejo era de 221,17 st/ha.

2.3. Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada em 2015 por meio de observações e cronometragem das atividades operacionais (estudo de tempos e movimentos, com cronometragem pelo método de tempo contínuo). O número mínimo de trabalhadores observados em cada sistema foi determinado com base na metodologia proposta por Barnes (1977), a fim de atingir o número necessário de observações para proporcionar um erro de amostragem máximo de 5%. Assim, foi realizado previamente um estudo piloto que compreendeu cinco trabalhadores observados durante uma jornada diária de trabalho e o número de observações foi determinado pela Equação 1.

$$n = (t^2 + CV^2) / E^2 \quad (\text{Equação 1})$$

em que: n = número mínimo de observações necessárias; t = valor tabelado, para o nível de probabilidade desejado e (n-1) graus de liberdade; CV = coeficiente de variação, em percentagem; E = erro admissível, em percentagem.

Portanto, em função da variabilidade dos estudos pilotos, no sistema com exploração manual foram amostrados cinco trabalhadores distintos em cinco jornadas de trabalho e no sistema semimecanizado foram amostrados oito trabalhadores distintos em oito jornadas de trabalho.

2.4. Estimativa dos custos

Os custos foram estimados a partir de valores declarados pelos envolvidos nas atividades (Tabela 1) e pelo responsável técnico do Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS).

Diferenças entre os valores da venda da lenha se devem ao mercado (oferta e demanda). O valor para elaboração de cada PMFS foi de R\$ 20.000,00. Além disso, o responsável técnico recebia um salário mínimo anual (R\$ 788,00), referente ao ano de 2015, para acompanhamento das atividades referentes ao manejo florestal.

Tabela 1. Remunerações da exploração de lenha na Caatinga.
Table 1. Caatinga dry forest fire wood logging payments.

Valores		Recebido	Pago pelo
Sist. Manual	Sist. Semi.	pele	
R\$ 8.st ⁻¹	R\$ 12.st ⁻¹	Proprietário	Empreiteiro
R\$ 9.st ⁻¹	R\$ 13.st ⁻¹	Lenhador	Empreiteiro
R\$ 8.car. ⁻¹	R\$ 12.car. ⁻¹	Carregador	Empreiteiro
R\$ 200.sem. ⁻¹	-	Motorista	Empreiteiro
Salário mín.mês ⁻¹	-	Encarregado	Empreiteiro
R\$ 35.st ⁻¹	R\$ 42.st ⁻¹	Empreiteiro	Comprador

Sist. = Sistema; Semi. = Semimecanizado; car. = carregamento; sem. = semana; mín. = mínimo; st = estêreo. Nota: R\$ 1,00 = US\$ 3,70.

Os valores referentes às taxas de legalização da exploração de lenha (licenciamento do manejo florestal sustentável) foram obtidos em IDEMA (2015), atualizados para o exercício de 2015. A vistoria prévia para implantação do PMFS e a vistoria para acompanhamento custavam, cada uma, R\$ 121,55 para áreas manejadas de até 250 hectares, sendo acrescentado R\$ 0,77 a cada hectare excedente. A autorização para exploração florestal (AUTEX) custava R\$ 121,55 para áreas manejadas de até 250 hectares, sendo acrescentado R\$ 0,77 a cada hectare excedente. Esta taxa deve ser paga anualmente.

Conforme apresentado na Tabela 1, a exploração de lenha nas áreas estudadas ocorria na forma de empreitada. Ou seja, os proprietários das áreas contratavam um empreiteiro que se responsabiliza pela exploração e pelo transporte da lenha e pela contratação da mão-de-obra empregada, composta basicamente por lenhadores, carregadores e motoristas dos caminhões. No sistema manual havia, ainda, um encarregado, com a função de supervisionar o trabalho e quantificar a produção de cada lenhador para fins de remuneração. Este encarregado recebia um salário mínimo mensal (R\$ 788,00), referente ao ano de 2015, com vínculo empregatício formal e encargos estimados em 68% do salário. No sistema semimecanizado não havia encarregado e por isso este custo não foi considerado.

Após a venda da lenha, os proprietários recebiam dos empreiteiros valores previamente fixados para cada estêreo explorado (Tabela 1).

O custo de transporte foi calculado de acordo com a metodologia sugerida por Alvarenga; Novaes (2000). Assim, o custo do capital investido foi estimado conforme a Equação 2.

$$C = (I - VR) * FRC + VR * j \quad (\text{Equação 2})$$

em que: C = custo do capital investido, em R\$; I = investimento inicial para adquirir o veículo, em R\$; VR = valor residual do veículo, em R\$; j = taxa de juros, em decimais; FRC = fator de recuperação do capital, dado pela Equação 3.

$$FRC = [j * (1+j)^n] / [(1+j)^n - 1] \quad (\text{Equação 3})$$

em que: FRC = fator de recuperação do capital; j = taxa de juros, em decimais; n = vida útil do veículo, em anos.

Conforme sugerido por Alvarenga; Novaes (2000), o valor residual do veículo, ao final da vida útil, correspondeu a 15% do valor de investimento inicial para aquisição do veículo. A taxa de juros anual utilizada foi de 7,5%, equivalente ao rendimento médio anual da poupança. O seguro correspondeu ao risco assumido, pois apesar dos proprietários dos veículos não terem uma apólice de seguro, é necessário fazer a previsão deste item, uma vez que eles assumiram o risco em caso de danos. Nesse caso, adotou-se o percentual anual de 3,6% do investimento inicial. Para o custo de manutenção, que engloba despesas com oficina, inclusive mão-de-obra e peças de reposição, utilizou-se o coeficiente multiplicativo de 10⁻⁶ (1/1000000) do valor de investimento inicial, por quilômetro rodado.

Os demais componentes do custo, referentes a pneus, lubrificação e combustível foram estimados a partir de informações obtidas com os proprietários dos veículos, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Componentes para estimativa do custo de transporte.

Table 2. Transportation cost estimation components.

Componentes	Regional	Regional
	A	B
Invest. inicial (R\$)	80.000	80.000
Vida útil (anos)	15	15
Valor residual (% do Invest. inicial)	15	15
Taxa anual de juros (%)	7,5	7,5
Seguro anual (% do Invest. inicial)	3,6	3,6
Manutenção (coeficiente multiplicativo do Invest. Inicial. por km)	1/1000000	1/1000000
Pneus novos (R\$ por pneu)	1.200	1.200
Quantidade anual de pneus novos	1,2	1,0
Recapagem (R\$ por pneu)	400	400
Quantidade anual de pneus recapados	3,6	3,0
Lubrificação (R\$ por 10.000 Km)	265	265
Consumo de combustível (Km por litro)	6,0	5,5
Preço do combustível (R\$ por litro)	2,46	2,78
Quilometragem média anual (Km)	41.430	14.218
Quant. de lenha transportada por ano (st)	8.286	8.886

Sist. = Sistema; Semi. = Semimecanizado; Invest. = investimento.

Os preços do combustível foram coletados no mesmo local e período da coleta de dados (2015). Os custos de impostos referentes ao transporte não foram considerados, pois os caminhões utilizados possuíam mais de 10 anos, estando isentos das taxas de IPVA, conforme Decreto Estadual 13.651/97. O custo com motorista foi R\$ 200 por semana no sistema manual. No sistema semimecanizado, o empreiteiro exercia a função de motorista e, por isso, este custo não foi considerado.

3. RESULTADOS

3.1. Produtividade

No sistema manual, a jornada de trabalho média diária foi de 10,17 horas, com eficiência operacional de 60,5%, devido a pausas e interrupções do trabalho, principalmente para refeições, descanso e ingestão de água (Figura 1). No sistema semimecanizado, a jornada de trabalho total média foi menor, 7,22 horas, mas a eficiência operacional foi maior, 67,2%.

Observa-se na Figura 1 que no sistema manual a derrubada das árvores com machado representou 5% da jornada de trabalho (0,51 hs) enquanto que no sistema semimecanizado a derrubada com motosserra demandou apenas 2% da jornada de trabalho (0,14 hs).

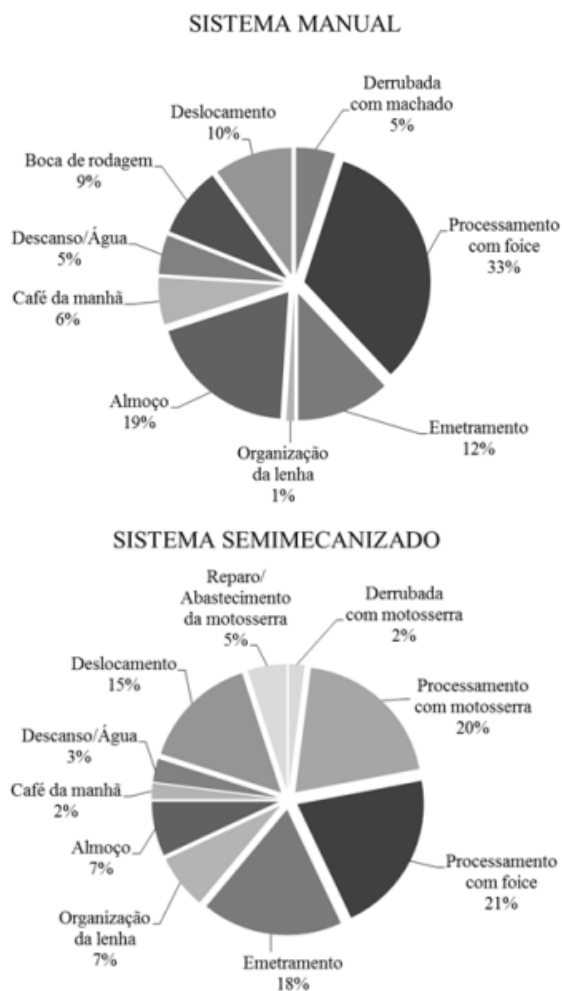


Figura 1. Percentual médio do tempo gasto pelos trabalhadores em cada atividade durante a jornada diária de trabalho nos sistemas de exploração de lenha na Caatinga.

Figure 1. Average percentage of time spent by workers in every activity during the daily work journey in firewood logging systems in Caatinga dry forest.

A produtividade média diária do corte manual de lenha foi de 4,8 estéreos por homem, o que corresponde a 0,78 estéreos por hora efetiva (st.he⁻¹). Com a motosserra, a produtividade média de corte de lenha foi de 6,4 st por homem por dia, o equivalente a 1,32 st.he⁻¹.

3.2. Custos

3.2.1. Legalização da exploração de lenha

Considerando que as áreas manejadas possuíam ciclo de corte de 15 anos, com exploração anual de apenas de um talhão (do total de 15 talhões), o custo anual para a legalização da exploração da lenha totalizou R\$ 2.929,05 para a área com sistema de exploração manual e R\$ 2.921,54 para a área com sistema de exploração semimecanizado. Considerando ainda o estoque lenhoso das áreas, o custo de legalização da lenha foi de R\$ 0,35 por st para a área com sistema de exploração manual e R\$ 0,33 por st para a área com sistema de exploração semimecanizado.

3.2.2. Sistemas de exploração de lenha

Os lenhadores recebiam por produtividade e os valores recebidos por estéreo eram superiores na exploração

semimecanizada, pois havia o custo da motosserra. A média por dia trabalhado foi de R\$ 43,20 no sistema manual e de R\$ 83,20 no semimecanizado.

Da mesma forma, os carregadores recebiam por caminhão carregado. No sistema manual eram empregados quatro carregadores de lenha, resultando em custo de carregamento de R\$ 32,00 por caminhão, com capacidade de carga de 30 st. No sistema semimecanizado, apenas três homens realizavam o carregamento, totalizando R\$ 36,00 por caminhão com capacidade de 25 st. Nos dois sistemas avaliados, em média, dois caminhões eram carregados diariamente. O descarregamento era de responsabilidade do comprador da lenha.

Portanto, conforme apresentado na Tabela 3, o custo de exploração foi de R\$ 11,17 por st no sistema manual e de R\$ 14,44 por st no sistema semimecanizado.

Tabela 3. Custo da exploração da lenha na Caatinga.

Table 3. Firewood logging costs in Caatinga dry forest.

Componentes de custo	Sist. Manual		Sistema Semi.	
	R\$.st ⁻¹	R\$.he ⁻¹	R\$.st ⁻¹	R\$.he ⁻¹
Corte	9,00	7,02	13,00	17,16
Carregamento	1,07	0,83	1,44	1,90
Encarregado	1,10	0,86	-	-
Total	11,17	8,71	14,44	19,06

Sist. = Sistema; Semi. = Semimecanizado; st = estéreo; he = hora efetiva. Nota: R\$ 1,00 = US\$ 3,70.

3.2.3. Transporte da lenha

O custo de transporte da lenha explorada pelo sistema manual (Regional A) foi de R\$ 0,036 por st por km e da explorada pelo sistema semimecanizado (Regional B) foi de R\$ 0,060 por st por km (Tabela 4). Considerando que a capacidade de carga do caminhão empregado no sistema manual (Regional A) era de 30 st, o custo do frete para a distância total percorrida (75 Km) foi de R\$ 162. Já no sistema semimecanizado (Regional B), como a capacidade de carga do caminhão era inferior (25 st) e a distância percorrida era menor (20 Km), o custo do frete foi estimado em R\$ 60.

3.2.4. Custo total da lenha

O custo total da lenha pode ser considerado como a soma dos custos de legalização, exploração e transporte. Dessa forma, o custo da lenha foi de R\$ 16,99 por st para o sistema de exploração manual e de R\$ 17,31 por st para o sistema semimecanizado. A exploração da lenha foi a atividade de maior incidência sobre o custo total, 66% no sistema manual e 83% no sistema semimecanizado. Seguida pelos custos de transporte, 32% na área com sistema manual e 15% na área com sistema semimecanizado. O restante (2%) foi referente ao custo de legalização.

4. DISCUSSÃO

4.1. Produtividade

Comparando-se os dois sistemas de exploração avaliados, observa-se que a jornada de trabalho do semimecanizado foi 30% inferior e o tempo de pausas neste sistema foi menor (49%). Isso porque o trabalho manual requer maior exigência física e os trabalhadores requerem maior tempo para descanso (SANT'ANNA; MALINOVSKI, 2002). Por isso, o intervalo para almoço no sistema manual foi maior (1,9 h) do que no semimecanizado (0,5 h) porque também compreendeu um período de descanso para os trabalhadores.

Diante disso, a eficiência operacional e a produtividade foram maiores na exploração semimecanizada, evidenciando que as motosserras permitem aumento de produtividade e eficiência operacional, conforme já afirmado por outros autores (SANT'ANNA; MALINOVSKI, 2002).

A vantagem do emprego da máquina também pode ser evidenciada na comparação dos tempos de derrubada de árvores nos dois sistemas avaliados. A derrubada das árvores com machado representou 5% da jornada de trabalho (0,51 h) do sistema manual enquanto que a derrubada com motosserra demandou apenas 2% da jornada de trabalho (0,14 h) do sistema semimecanizado (Figura 1).

Nos dois sistemas de exploração avaliados, o processamento demandou maior tempo dentro da jornada de trabalho. Esse resultado é semelhante ao estudo realizado por Leite et al. (2014) no corte de eucalipto com motosserra, no

qual os autores observaram que o processamento demandou maior percentual de tempo na jornada de trabalho (média de 58,9%, dependendo do espaçamento entre árvores).

Sant'anna et al. (2000) estudaram a produtividade individual no corte de eucalipto com motosserra em região montanhosa e encontraram valores de 8 a 13 m³ por dia, com média de 10,28 m³ por dia, para uma jornada diária de trabalho de 8 horas. Entretanto, valores de produtividade encontrados neste estudo não podem ser comparados com estudos realizados em florestas plantadas, pois a produtividade de corte é diretamente proporcional ao comprimento das toras processadas, ao DAP e ao volume por árvore (SANTOS et al., 2000; KOUTSIANITIS; TSIORAS, 2017). Nesse sentido, a vegetação de baixo diâmetro justificaria menores valores de produtividade encontrados no corte da lenha na Caatinga.

Tabela 4. Custo do transporte da lenha na Caatinga.

Table 4. Firewood transportation costs in Caatinga dry forest.

Componentes de custo	Regional A			Regional B		
	R\$ por ano	R\$ por st	R\$ por st por km	R\$ por ano	R\$ por st	R\$ por st por km
Motorista	9.600,00	1,16	-	-	-	-
Custo de capital	8.603,53	1,04	-	8.603,53	0,97	-
Seguro	2.880,00	0,35	-	2.880,00	0,32	-
Pneus	2.880,00	0,35	-	2.400,00	0,27	-
Lubrificação	1.097,90	0,13	-	376,77	0,04	-
Manutenção	3.314,40	0,40	-	1.137,41	0,13	-
Combustível	16.986,30	2,05	-	7.186,35	0,81	-
Total	45.362,13	5,47	0,036	22.584,06	2,54	0,060

st = estéreo; Nota: R\$ 1,00 = US\$ 3,70.

4.2. Custos

Os custos obtidos neste estudo para exploração da lenha em áreas com manejo florestal sustentável na Caatinga do Rio Grande do Norte foram superiores a média levantada por Meunier (2014) em Pernambuco (custos entre R\$ 4,50 por st a R\$ 9,50 por st). Valores inferiores também foram contabilizados por Marques et al. (2011) no manejo florestal em Projetos de Assentamento no sertão Pernambucano, onde a remuneração média da mão de obra foi de R\$ 31,36 por dia trabalhado. Entretanto, deve-se considerar que os estudos foram realizados em diferentes anos.

A exploração da lenha foi a atividade de maior incidência sobre o custo total, representando 66% no sistema manual e 83% no semimecanizado. Esses resultados confirmam a conclusão de Meunier (2014), de que os custos da exploração representam o principal componente de custos no manejo da Caatinga.

Os valores do custo do frete do estéreo de lenha por quilômetro encontrados neste estudo (Tabela 4) são compatíveis com os preços encontrados por Riegelhaupt et al. (2014), de R\$ 1.000 a R\$ 1.200 para o transporte de uma carga de 45 st de algaroba (*Prosopis juliflora*) a distâncias entre 200 e 400 Km.

Mesmo sem considerar o custo com motorista no transporte da lenha cortada com o sistema semimecanizado (Regional B), este foi superior (R\$ 0,060 por st por km) ao da lenha cortada com o sistema manual (Regional A) (R\$ 0,036 por st por km), devido à menor distância transportada.

5. CONCLUSÕES

As atividades de exploração tiveram maior incidência sobre o custo total da lenha nos dois sistemas estudados.

A exploração semimecanizada (com motosserra), apesar de ter apresentado maior produtividade e eficiência operacional, apresentou maior custo de produção do que o sistema de exploração manual (com machado e foice).

Por outro lado, no sistema semimecanizado, a jornada de trabalho foi inferior (30%) e o tempo de pausas foi menor (49%), evidenciando uma vantagem para os trabalhadores.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, pelo recurso financeiro, e ao Engenheiro Florestal Adailton José Epaminondas de Carvalho, da Florescer Projetos e Consultoria Ambiental Ltda., pelo apoio.

7. REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, A. C.; NOVAES, A. G. **Logística aplicada: suprimentos e distribuição física**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2000. 194 p.
- BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos**. Projeto e medida do trabalho. São Paulo: Edgard Blucher, 1977. 648 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte**. Recife: EMBRAPA, 1971. 531 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura – PEVS 2015**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros/brasil/2015>>. Acesso em: 20 mai. 2017.
- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE (IDEMA). **Anuário Estatístico do Rio Grande do Norte 2010**. Natal: IDEMA, 2010. 606 p.

- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE (IDEMA). **Tabela de preços**. Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br/>>. Acesso em: 22 out. 2015.
- GARLET, A. **O manejo florestal comunitário da Caatinga em projetos de assentamentos rurais na Paraíba**. 2015. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2015.
- ISAIA, E. M. B. I.; ISAIA, T.; GARIGLIO, M. A.; VERSLYPE, C. **Avaliação do estoque lenheiro do estado do Rio Grande do Norte**. Primeira Etapa: Estratificação e mapeamento da vegetação nativa lenhosa através de composições coloridas do TM Landsat. Natal: PNUD/FAO/IBAMA, 1992. 23 p. (Documento de campo nº 4 – Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007).
- LEITE, E. S., FERNANDES, H. C.; GUEDES, I. L.; AMARAL, E. J. Análise técnica e de custos do corte florestal semimecanizado em povoamentos de eucalipto em diferentes espaçamentos. *Cerne*, Lavras, v. 20, n. 4, p. 637-643, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/01047760201420041340>
- MARQUES, M. W. C. F.; PAREYN, F. G. C.; FIGUEIREDO, M. A. B. A composição da renda e a contribuição do manejo florestal em dois projetos de assentamento no sertão de Pernambuco. *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 247-258, 2011.
- MEUNIER, I. M. J. **Análises de sustentabilidade de planos de manejo florestal em Pernambuco**. 2014. 135 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.
- NDAGIJIMANA, C.; PAREYN, F. G. C.; RIEGELHAUPT, E. Uso do solo e desmatamento da Caatinga: um estudo de caso na Paraíba e no Ceará - Brasil. *Estatística Florestal da Caatinga*, Recife, v. 2, n. 2, p. 18-29. 2015.
- PAREYN, F. G. C. Os recursos florestais nativos e a sua gestão no estado de Pernambuco – O papel do manejo florestal sustentável. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Eds.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: SFB, 2010. 368 p. p. 99-115.
- RIEGELHAUPT, E.; PAREYN, F. G. C.; CRUZ FILHO, J. L. V.; SILVA NETO, J. R.; GOMES, M. J. S.; BACALINI, P. A. **Manejo racional dos Algarobais espontâneos para o combate à desertificação no sertão de Pernambuco**. Recife: APNE, 2014. 68 p.
- RIEGELHAUPT, E. M.; PAREYN, F. G. C. A questão energética e o manejo florestal da Caatinga. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Eds.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: SFB, 2010. 368 p. p. 65-75.
- SANT'ANNA, C. M.; MALINOVSKI, J. R. Análise de fatores humanos e condições de trabalho de operadores de motosserra de Minas Gerais. *Cerne*, Lavras, v. 8, n. 1, p. 115-121, 2002.
- SANT'ANNA, C. M.; MALINOVSKI, J. R.; PIOVESAN, A. Influência de fatores ergonômicos e antropométricos na produtividade de operadores de motosserra no corte de eucalipto em região montanhosa. *Árvore*, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 73-81, 2000.
- SANTOS, S. L. M.; MACHADO, C. C.; SOUZA, A. P.; LEITE, H. G. Avaliação técnica e econômica do corte florestal semimecanizado em diferentes volumes por árvore e comprimentos de tora. *Árvore*, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 417-422, 2000.
- KOUTSIANITIS, D.; TSIORAS, P.A. Time consumption and production costs of two small-scale wood harvesting systems in Northern Greece. *Small-scale Forestry*, n. 16, 2017. p. 19–35. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11842-016-9340-3>