



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO



UNIDADE ACADÊMICA ESPECIALIZADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - UAECIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**ASPÉCTOS OPERACIONAIS E CUSTOS DE DOIS SISTEMAS DE
EXPLORAÇÃO DE LENHA NA CAATINGA**

EDUARDO DE ALMEIDA LOPES

Macaíba-RN
Dezembro de 2015

EDUARDO DE ALMEIDA LOPES

**ASPÉCTOS OPERACIONAIS E CUSTOS DE DOIS SISTEMAS DE
EXPLORAÇÃO DE LENHA NA CAATINGA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Lorensi do Canto

Macaíba-RN
Dezembro de 2015

Divisão de Serviços Técnicos

Catálogo da Publicação na Fonte.

Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias Campus Macaíba

Biblioteca Setorial Professor Rodolfo Helinski

Lopes, Eduardo de Almeida.

Aspectos operacionais e custos de dois sistemas de exploração de lenha na caatinga / Eduardo de Almeida Lopes. – Macaíba, RN, 2015.

49 f. -

Orientador (a): Profa. Dra. Juliana Lorensi do Canto

Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Unidade

AGRADECIMENTOS

Humildemente agradeço a todos que me deram forças e acreditaram, mesmo que por um segundo, em minha capacidade, e hoje junto a mim festejam essa conquista e caminham ao meu lado para mais um patamar desconhecido, onde tenho a certeza que também hei de vencer.

Agradeço especialmente:

- A Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pelas oportunidades a todos lançadas.

- Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias - UAECIA e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, pela excelência na realização do programa.

- Ao CNPq pelo recurso financeiro disponibilizado.

- Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais pelo aprendizado e ensinamentos transmitidos. Em especial a Professora Dr^a. Juliana Lorensi do Canto, que excepcionalmente me orientou e proporcionou essa oportunidade, compartilhando seus conhecimentos com paciência e disponibilidade. E ao Professor Dr. José Augusto da Silva Santana pelo apoio na orientação.

- Aos membros da banca examinadora, Professor Dr. José Augusto da Silva Santana e Professor Dr. Lucio Valério Coutinho de Araújo, pelas sugestões.

- Ao colega Romário Felipe de Holanda pelo apoio nas coletas de campo.

- Aos meus Pais Carlos Fernandes Lopes e Ed Almeida, que investiram recursos a minha educação e hoje me tornei reflexo do carinho e atenção por eles proporcionados.

- A Ivana Lorena de Oliveira Nicácio pela força, incentivo e paciência nos momentos de desvio.

- Aos amigos, pela colaboração, paciência e amizade.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CAATINGA.....	2
1.2. A LENHA NA REGIÃO NORDESTE.....	5
1.3. MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL.....	6
1.3.1. ASPECTOS TÉCNICOS	7
1.3.2. ASPECTOS LEGAIS.....	10
1.3.3. ASPECTOS AMBIENTAIS	12
1.4. EXPLORAÇÃO OU COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL.....	15
2. OBJETIVOS	17
2.1. OBJETIVO GERAL	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1. ÁREA COM SISTEMA DE EXPLORAÇÃO MANUAL	18
3.2. ÁREA COM SISTEMA DE EXPLORAÇÃO SEMIMECANIZADO	20
3.3. COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	22
3.4. CUSTOS	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1. EITOS DE TRABALHO	25
4.2. ATIVIDADES OPERACIONAIS	26
4.2.1. CORTE DA LENHA	26
4.2.2. EMETRAMENTO DA LENHA	27
4.2.3. ORGANIZAÇÃO DA LENHA	28
4.2.4. ABERTURA DE BOCA DE RODAGEM	28
4.2.5. CARREGAMENTO.....	29
4.2.6. OUTRAS ATIVIDADES.....	30
4.3. ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS.....	31
4.4. PRODUTIVIDADE	33
4.5. CUSTOS	34
4.5.1. LEGALIZAÇÃO DA EXPLORAÇÃO DE LENHA	34
4.5.2. SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO DE LENHA.....	35
4.5.3. TRANSPORTE DA LENHA	38
4.5.4. CUSTO TOTAL DA LENHA	39
5. CONCLUSÕES.....	41
6. REFERÊNCIAS	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área com sistema de exploração manual.....	18
Figura 2 – Localização da área com sistema de exploração semimecanizado.....	20
Figura 3 – Aferição do estéreo de lenha (esquerda) e pesagem da lenha (direita).....	23
Figura 4 – Eitos individuais de corte.....	25
Figura 5 - Derrubada de árvore com machado (esquerda) e processamento de árvore com foice (direita) no sistema manual.	26
Figura 6 - Derrubada de árvore com motosserra (esquerda) e processamento de árvore com motosserra (direita) no sistema semimecanizado.	27
Figura 7 - Emetramento da lenha para verificação da produção diária, em estéreo.....	27
Figura 8 - Representação da transposição da pilha de lenha para a margem do eito.	28
Figura 9 - Representação da boca de rodagem entre os eitos de corte.	28
Figura 10 - Equipe de carregamento manual dos caminhões.....	29
Figura 11 - Refeição realizada durante a jornada de trabalho.....	30
Figura 12 - Percentual médio do tempo gasto pelos trabalhadores em cada atividade durante a jornada diária de trabalho no sistema manual.	31
Figura 13 - Percentual médio do tempo gasto pelos trabalhadores em cada atividade durante a jornada diária de trabalho no sistema semimecanizado.	31
Figura 14 - Composição percentual do custo total da lenha.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos Planos de Manejo Florestal Sustentável no Nordeste.....	7
Tabela 2 – Componentes para estimativa do custo de transporte.....	24
Tabela 3 – Componentes de custo para legalização da exploração de lenha.....	35
Tabela 4 – Remunerações da exploração manual de lenha em área com PMFS (2014).	35
Tabela 5 – Remunerações da exploração semimecanizada de lenha em área com PMFS (2015).	36
Tabela 6 – Componentes do custo da exploração de lenha dos sistemas avaliados.	37
Tabela 7 – Componentes de custo do transporte de lenha.....	38

RESUMO

O manejo florestal sustentável na Caatinga é de grande importância, sobretudo para atender à principal demanda de insumos energéticos utilizados na região Nordeste. Porém, há poucos estudos para subsidiar o planejamento e o dimensionamento técnico e econômico das atividades de exploração de lenha na Caatinga. Neste contexto, este trabalho objetivou analisar e estimar os custos de dois sistemas de exploração de lenha, um manual (com machado e foice) localizada no município de João Câmara, Região Agreste e outro semimecanizado (com motosserra), localizada no município de Santa Cruz, Região Agreste, ambos no Estado do Rio grande do Norte, onde as áreas estavam submetidas ao Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS). A coleta de dados foi realizada por meio de observações e cronometragem das atividades operacionais (estudo de tempos e movimentos). Foram consideradas como trabalho efetivo as seguintes atividades: corte das árvores (derrubada e traçamento), emetramento da lenha, organização da lenha, abertura de boca de rodagem e carregamento. Em média, a jornada total de trabalho foi de 10,17 horas no sistema manual, com eficiência operacional de 60,5%, e de 7,22 horas no sistema semimecanizado, com eficiência operacional de 67,2%. A produtividade média foi maior no sistema semimecanizado, 6,4 st/homem.dia, ou o equivalente a 1,32 estéreos por hora efetiva (st/he). No sistema manual, foram produzidos, em média, 4,8 st/homem.dia, equivalente a 0,78 st/he. O custo do sistema de exploração manual foi de R\$ 11,17/st (R\$ 8,71/he) enquanto que o do sistema semimecanizado foi de R\$ 14,44/st (R\$ 19,06/he). O custo de transporte referente ao sistema manual foi de R\$ 5,47/st para a distância média de 75 Km. Em relação ao sistema semimecanizado, o custo de transporte foi menor (R\$ 2,54/st) devido à menor distância transportada (20 Km). A exploração foi o componente de maior incidência sobre o custo total da lenha, 66% no sistema manual e 83% no sistema semimecanizado.

Palavras-chave: Energia, Região Nordeste, Transporte Florestal, Custo da Lenha.

OPERATIONAL ASPECTS AND COSTS OF TWO LOGGING SYSTEMS FOR FIREWOOD IN THE CAATINGA, BRAZIL

ABSTRACT

Sustainable forest management in the Caatinga has great importance, especially to meet the main demand of energy inputs used in the Northeast. However, there are few studies to support the planning and the technical and economic design of firewood logging activities in Caatinga. In this context, this study aimed to analyze and estimate the costs of two logging systems, one manual (with ax and sickle), located in the municipality of João Câmara, Agreste Region, and other semi-mechanized (with chainsaw), located in the municipality of Santa Cruz, Agreste Region, in areas with Sustainable Forest Management in the state of Rio Grande do Norte, Brazil. Data collection was based on observation and timing of operating activities (time and motion study). They were considered effective work the following activities: cutting of trees (felling and bucking), piling, firewood organization, and opening truck trail. On average, the total working journey was 10.17 hours in the manual system, with operational efficiency of 60.5%, and 7.22 hours in semi-mechanized system with operational efficiency of 67.2%. The average productivity was higher in semi-mechanized system, 6.4 stereos per man per day, or the equivalent of 1.32 stereos per effective hour. In manual system, were produced, on average, 4.8 stereos per man per day, and equivalent to 0.78 stereos per effective hour. The cost of the manual operating system was R\$ 11.17 per stereo (R\$ 8.71/h) while the semi-mechanized system was R\$ 14.44 per stereo (R\$ 19.06/h). The cost of the transport related to the manual system was R\$ 5.47 per stereo for the average distance of 75 Km. Regarding to the semi-mechanized system, the cost was lower (R\$ 2.54 per stereo) due to the shorter distance transported (20 Km). Logging was the principal component of the total cost of firewood, representing 66% in the manual system and 83% in semi-mechanized system.

Key-words: Energy, Northeast Region of Brazil, Forestry Transport, Firewood Costs.

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um dos principais insumos energéticos utilizados na Região Nordeste do Brasil. O Estado do Rio Grande do Norte possui uma realidade florestal que pode ser extrapolada de maneira geral para toda a Região Nordeste: uma elevada dependência por lenha e carvão vegetal, utilizados como energéticos tanto no setor industrial, quanto no setor domiciliar. Nesse estado, a lenha representa 47,4% da energia consumida no setor industrial e 53,4% da energia consumida no setor residencial (RIO GRANDE DO NORTE, 2006).

A demanda total de lenha em toda a Região Nordeste foi estimada em 34,5 milhões de estéreos e o desmatamento tem sido a principal fonte para este atendimento, pois aproximadamente 80% da lenha e do carvão vegetal produzidos no Nordeste tem origem ilegal (RIEGELHAUPT e PAREYN, 2010).

Portanto, a informalidade do mercado madeireiro no Nordeste é bastante alta. Segundo Pareyn (2010), a abundante oferta ilegal de madeira e carvão vegetal a preços baixos traz uma resistência, por parte dos consumidores, em envolver-se com o manejo florestal. Além disso, os produtores interessados em adotar o manejo como atividade produtiva se deparam com uma série de exigências legais e burocráticas, elevando os custos e tornando os prazos bastante demorados, desestimulando essa prática. Além disso, o abastecimento ilegal aparentemente é ágil, barato e tem oferta suficiente para não forçar as empresas consumidoras a planejar e organizar o suprimento de lenha.

O mesmo também ocorre em outras regiões do país. Como exemplo, um estudo realizado pelo INEA (2009), referente ao valor da madeira em pé no Estado do Pará, concluiu que é mais vantajoso economicamente permanecer na ilegalidade, pois existe a oferta de madeira e os preços da madeira legalizada são quase sempre equivalentes aos valores da madeira ilegal, podendo às vezes ser maior para determinadas espécies provenientes de Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS).

Segundo Arima e Veríssimo (2002), o valor final da madeira é determinado principalmente pelos custos da exploração, uma vez que as atividades de exploração e transporte florestal representam quase a totalidade dos custos. Desta forma, é importante

aprimorar economicamente as atividades legais, pois a farta disponibilidade de madeira ilegal no mercado impede a capacidade de impor preços acima da média de mercado.

Meunier (2014), após realizar análises de rentabilidade econômica de PMFS na região semiárida de Pernambuco, concluiu que os custos da exploração (corte e traçamento das árvores) representou o principal componente de custos no manejo da Caatinga e influenciam diretamente a viabilidade econômica dos empreendimentos.

A autora constatou que o baixo preço da lenha inviabilizaria financeiramente projetos em propriedades menores (150 ha de área manejada) e em propriedades maiores a atividade poderia ser viável, desde que os custos de exploração sejam mais baixos. Mesmo com preços de lenha mais altos, a viabilidade em áreas menores seria garantida se os custos de exploração se encontrassem dentro de determinados limites, e os custos de exploração mais elevados poderiam inviabilizar a atividade mesmo em áreas com maior estoque lenhoso (MEUNIER, 2014).

No Brasil, em virtude da vasta extensão territorial e divergências regionais, existem diferentes estágios de desenvolvimento tecnológico nas atividades de exploração florestal, o que muitas vezes dificulta o aperfeiçoamento e a mecanização dessas atividades, ou seja, a transição do trabalho manual intensivo para situações de um maior investimento na aquisição de máquinas. Em alguns casos, a existência de mão-de-obra abundante e barata limita o investimento em mecanização e impede que novas técnicas sejam estudadas, e como consequência, não há ganho em rendimento operacional (SEIXAS e CAMILO, 2008).

Também se observa uma carência de estudos para subsidiar o planejamento e o dimensionamento técnico e econômico das atividades de exploração sustentável de lenha na Caatinga. Há poucos dados e informações sobre os métodos empregados, a organização do trabalho e a produtividade das atividades.

1.1. CAATINGA

O bioma Caatinga encontra-se nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, sudeste do Piauí, oeste de Alagoas e Sergipe, região norte e central da Bahia e uma faixa estendendo-se ao norte de Minas Gerais. A ilha de

Fernando de Noronha também apresenta vegetação típica da Caatinga (ANDRADE-LIMA, 1981).

A atual nomenclatura da “Caatinga” deriva-se da linguagem indígena Tupi-Guarani e significa “floresta branca”, o que é característica da vegetação quando as folhas caem na época de seca (ALBUQUERQUE e BANDEIRA, 1995).

A maior parte da vegetação da Caatinga no Nordeste Brasileiro é encontrada nas depressões interplanálticas (AB’SABER, 1974), porém, existem exemplos que a vegetação da Caatinga é encontrada também nos planaltos, tais como a chapada baixa do raso da Catarina (Bahia), a faixa da Borborema na Paraíba, ou o platô Apodi no Rio Grande do Norte (ANDRADE-LIMA, 1981).

A Caatinga se revela como um ecossistema complexo, pela capacidade de adaptação de seus seres vivos à acentuada aridez do território (SILANS, SILVA e BARBOSA, 2006). Mesmo estando em boa parte alterada, a Caatinga contém alta diversidade vegetal (GIULIETTI et al., 2004).

A vegetação do bioma Caatinga possui grande variação fisionômica, principalmente quanto à densidade e ao porte das plantas, geralmente devido à disponibilidade hídrica (AMORIM et. al., 2005). Ferraz et al. (1998) ao estudarem a composição florística em diferentes altitudes na Caatinga de Pernambuco, constataram uma maior diversidade de espécies nas regiões mais elevadas, concluindo ser a resposta a maiores taxas de precipitação e umidade relativa e menores temperaturas.

A vegetação se apresenta heterogênea quanto à sua aparência e composição. Em alguns trechos ocorre uma mata rala ou aberta, em outros, o solo aparece quase descoberto, mostrando arbustos isolados (SILANS, SILVA e BARBOSA, 2006).

De modo geral, Mendes (1997) caracteriza a Caatinga como uma vegetação espinhenta, tortuosa, com folhas pequenas e caducas, composta por pequenas árvores, arbustos, com uma cobertura vegetal de poucas gramíneas.

O porte arbóreo da Caatinga é relativamente baixo, atingindo em média 5 metros de altura, e raramente é observado a continuidade do dossel, possuindo troncos e galhos com baixo diâmetro e folhagem decídua na estação seca (QUEIROZ, 2006).

O mapeamento da vegetação nativa lenhosa realizado no Rio Grande do Norte identificou três tipos característicos de vegetação. O Tipo 2, caracterizado por vegetação arbustiva-arbórea aberta, com porte médio de 3 m de altura, baixo índice de cobertura do solo e sub-bosque quase ausente, ocorre em locais com solos rasos, pedregosos e quase sempre com afloramentos rochosos. O Tipo 3, caracterizado por vegetação arbustiva-arbórea fechada, com porte médio de 3 a 4 m de altura, alto grau de cobertura do solo, maior variabilidade fisionômica em função da presença de sub-bosque e da diversidade de espécies lenhosas, ocorre predominantemente em todo estado. E o Tipo 4, caracterizado por vegetação arbórea fechada, com porte médio de 4 a 5 m de altura, com árvores emergentes em número significativo, alto grau de cobertura do solo e presença de sub-bosque, ocorre com maior intensidade no norte do estado e também nas encostas de serras, com exceção daquelas muito rochosas (ISAIA et al., 1992).

Ao estudar a tipologia florestal em projetos de assentamentos no Sertão Norte-Rio-Grandense, Francelino et al. (2003) observaram que as árvores predominantes se encaixam na classe I, ou seja, aquelas que possuem diâmetro na altura do peito (DAP) entre 1,5 cm e 7,5 cm. Em relação ao estrato florestal, os autores encontraram uma predominância de 75% para o arbustivo-arbóreo fechado (Tipo 3).

Já as espécies mais abundantemente encontradas na vegetação da Caatinga, são: *Amburana cearenses* (imburana-de-cheiro), *Anadenanthera colubrina* (angico), *Aspidosperma pyrifolium* (pereiro), *Poincianella bracteosa* (catingueira), *Cnidoscolus phyllacanthus* (faveleira), *Commiphora leptophloeos* (imburana), várias espécies de *Croton* (“marmeleiros” e “velames”) e de *Mimosa* (“calumbies” e “juremas”), *Myracrodruon urundeuva* (aroeira), *Schinopsis brasiliensis* (braúna) e *Tabebuia impetiginosa* (pau d’arco roxo ou ipê roxo) (PRADO, 2003).

1.2. A LENHA NA REGIÃO NORDESTE

Estimativa realizada a partir de dados sobre a exploração dos recursos florestais nativos mostra que a Região Nordeste do Brasil é responsável por 57,3% de toda a produção de lenha nativa no Brasil, o equivalente a mais de 17,5 milhões de metros cúbicos (IBGE, 2015).

A demanda total de lenha no Nordeste, para os setores industrial e comercial, foi estimada em 25,1 milhões de estéreos por ano. Somando-se os 9,4 milhões de estéreos consumidos pelo setor residencial, obtém-se o total de 34,5 milhões de estéreos de lenha comercializados anualmente (RIEGELHAUPT e PAREYN, 2010).

Somente o segmento produtivo de cerâmica vermelha apresenta consumo anual em torno de 8 milhões de estéreos de lenha, liderando o grupo dos principais consumidores deste insumo energético no setor industrial nordestino (BNB, 2010).

Toda essa demanda por lenha poderia ser suprida de forma legal, através de manejo florestal sustentável da Caatinga ou plantio florestal. O plantio de espécies florestais na Caatinga, por sua vez, ainda é um desafio e as áreas plantadas são muito pequenas. Albuquerque e Andrade (2002) ao estudarem os recursos vegetais no Agreste pernambucano, observaram que apenas 3,92% das espécies eram provenientes de plantio florestal.

Algumas das causas do escasso sucesso no plantio de espécies florestais são o déficit hídrico, as condições inadequadas de solo e o alto custo de investimento inicial (RIEGELHAUPT e PAREYN, 2010). A precipitação na região semiárida do Nordeste apresenta variações significativas, tornando o período seco bastante prolongado e com oscilações durante os anos (RODAL e NASCIMENTO, 2006).

Por outro lado, o manejo florestal da Caatinga, além de apresentar bom potencial de produção de lenha, apresenta outras vantagens: tolerância às secas; baixo custo de implantação; possibilidade de complementação e convivência com outros usos do solo; além de benefícios sociais (RIEGELHAUPT e PAREYN, 2010).

1.3. MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL

Manejo Florestal Sustentável é o conjunto de intervenções efetuadas em uma área florestal, visando à obtenção continuada de produtos e serviços da floresta, mantendo sua capacidade produtiva (MMA, 2008). Ou seja, visa à produção racional de produtos e subprodutos florestais, possibilitando o seu uso em regime de rendimento sustentável (IDEMA, 2009).

O novo Código Florestal (Lei 12.651 de 25/05/2012) no Artigo 3º, inciso VII, define o manejo florestal como sendo “*administração da vegetação natural para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras ou não, de múltiplos produtos e subprodutos da flora, bem como a utilização de outros bens e serviços*”.

O manejo florestal sustentável segue três princípios fundamentais: deve ser ecologicamente correto, economicamente viável e socialmente justo (SFB, 2013). Assim, há dois aspectos importantíssimos a considerar no manejo florestal: a existência/disponibilidade de vegetação e a existência de consumo que justifique e viabilize a produção (MMA, 2008).

O Manejo Florestal Sustentável da Caatinga, para fins madeireiros, começou formalmente em 1982, no Rio Grande do Norte, quando uma fábrica de cimento, grande consumidora de carvão vegetal, foi instada pelo então Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), atualmente IBAMA, a estabelecer seu Plano Integrado Floresta-Indústria. Em resposta, a empresa formulou dois planos de manejo para produção de carvão vegetal em fazendas de sua propriedade e estabeleceu também uma área experimental de manejo florestal, com tratamentos de corte raso e seletivo, combinados com o enriquecimento por mudas e por sementes. Poucos anos depois, a fábrica deixou de consumir carvão vegetal (substituído por gás natural), e os planos de manejo foram paralisados (MMA, 2008).

No início da década de 1990, o manejo florestal da Caatinga foi proposto formalmente com a aprovação da Instrução Normativa nº 01, de 25 de fevereiro de 1994, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (APNE, 2008).

Até 2005, a área sob manejo florestal na Caatinga era de 226.186 ha, distribuídos em 336 Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS). Em 2007, a superfície total sob manejo florestal subiu para 309.129 ha e o número de PMFS, para 387 (APNE, 2008). Entretanto, em 2012, a estimativa é de que a área manejada em planos de manejo ativos estivesse um pouco acima de 250.000 hectares (Tabela 1) (APNE/CNIP, 2015).

Tabela 1 – Distribuição dos Planos de Manejo Florestal Sustentável no Nordeste.

PMFS	Estados do Nordeste					Total
	CE	PI	PE	PB	RN	
Área (ha)	119.486,81	87.426,90	10.559,97	18.834,00	20.051,52	256.359,2
Número	211	84	76	48	22	441

Fonte: APNE/CNIP (2015).

O manejo florestal da Caatinga pode ser interessante para produtores rurais, que poderão incrementar e diversificar a produção e a renda de suas propriedades. E além deles, consumidores, comerciantes e transportadores de produtos florestais, que poderão garantir o seu abastecimento através de uma oferta constante, legalizada e isenta da obrigação da reposição florestal (MMA, 2008).

Portanto, o manejo florestal também deve ser considerado como parte do modelo de uso sustentável do bioma, como componente da estratégia de conservação e como elemento para o desenvolvimento sustentável da Região Nordeste (RIEGELHAUPT et al., 2010).

1.3.1. ASPECTOS TÉCNICOS

O Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) é o documento técnico básico que contém diretrizes e procedimentos para a administração da floresta (Art. 2º Decreto nº 5.975/06). Nele estão inseridos todos os dados técnicos e planos de utilização de determinada área florestal. Deve ser elaborado para cada floresta em que se fará exploração florestal e utilização de produtos e serviços. É neste documento que estará disposto como está a floresta, como ela será explorada e quais os passos para que essa exploração ocorra de forma sustentável (SFB, 2013).

O objetivo do plano, exigido pela legislação florestal, é orientar a produção madeireira da floresta, assegurar melhor aproveitamento dos recursos, aumentar a

rentabilidade da atividade, reduzir o impacto da exploração, diminuir os riscos de trabalho e promover a sustentabilidade (FRM BRASIL, 2015).

Na Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente nº 01, de 25 de junho de 2009, os PMFS se classificam nas seguintes categorias: a) PMFS Simplificado; b) PMFS Pleno. Enquadra-se na categoria de PMFS Simplificado, para a produção madeireira, aquele cuja área manejada seja de até 100 hectares, limitado a um PMFS por detentor e enquadra-se na categoria de PMFS Pleno, para a produção madeireira, aquele cuja área seja superior a 100 hectares.

Os principais aspectos técnicos necessários para implementar o manejo florestal são a definição da área a ser manejada, o inventário florestal, a estimativa do crescimento, as técnicas de intervenção, o arranjo da exploração e os tratamentos silviculturais (MMA, 2008).

Somente é possível manejar bem a Caatinga sabendo quais as áreas disponíveis para o manejo e como é constituída a vegetação destas áreas. É necessário conhecer as espécies existentes na propriedade, a quantidade e tamanho das árvores e o volume utilizável (tecnicamente denominado estoque) (MMA, 2008).

Para realizar o manejo é necessário que se conheça a floresta, as espécies, a quantidade e qual a velocidade de crescimento da floresta. Para isso, deve-se realizar o inventário amostral da floresta (SFB, 2013).

Para o inventário são instaladas parcelas amostrais onde são medidas todas as árvores. Essas parcelas são distribuídas na área a ser manejada e oferecem, no seu conjunto, uma boa representação da área total. Estas informações possibilitarão definir o tipo de manejo ou exploração mais adequado para cada propriedade (MMA, 2008).

Na Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente nº 01, de 25 de junho de 2009, o inventário florestal é definido como um levantamento de informações qualitativas e quantitativas sobre as áreas do PMFS em determinada floresta, utilizando-se processo de amostragem.

Conforme a Instrução Normativa (IN) nº 03/2001 do IBAMA, a confiabilidade estatística do inventário florestal para PMFS deve ter erro de amostragem estipulado de 20% para o volume real total, com 90% de probabilidade.

As áreas a serem manejadas devem ser divididas em Unidades de Produção Anual (UPA) ou talhões. O número de talhões é normalmente igual ao ciclo de corte, que é o tempo necessário para a vegetação se recuperar. A área dos talhões será aproximadamente igual se a vegetação for homogênea. Em cada talhão aplica-se o tipo de corte selecionado (MMA, 2008).

As principais técnicas de intervenção de corte baseiam-se normalmente em dois tipos: corte raso ou talhadia simples e corte seletivo ou talhadia seletiva. No corte raso ou talhadia simples cortam-se todas as árvores e arbustos. Tem como vantagens facilitar a retirada dos produtos e maximizar o volume extraído por área, sendo, portanto, comum para produção de lenha. Além disso, permite a obtenção de outros produtos como estacas, mourões, varas, cascas, etc. Também se adapta perfeitamente ao comportamento da regeneração da Caatinga, que ocorre principalmente por rebrota dos tocos e raízes, e, secundariamente, pela germinação de sementes (MMA, 2008).

De forma geral, independentemente da técnica utilizada, os restos da exploração (galhos e folhas) ficam espalhados na área para proteção do solo e da rebrota e para a ciclagem dos nutrientes (MMA, 2008).

De acordo com a Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente nº 01, de 25 de junho de 2009, CAPÍTULO I, Art. 2º, XV - Talhadia Simples: método de corte da vegetação arbórea/arbustiva, em que se cortam todas as árvores e arbustos, independentemente de tamanho e espécie, com exceção daquelas protegidas por lei ou regulamento específico, e na qual a regeneração natural é obtida por meio de brotação.

A técnica no corte seletivo ou talhadia seletiva pode ser realizada de duas maneiras: por diâmetro mínimo ou por diâmetro e espécie. Na técnica por diâmetro mínimo cortam-se todas as árvores acima de um diâmetro pré-determinado em função do produto desejado e conservam-se as menores. É mais utilizada na obtenção de estacas, mourões, toras, etc. Por outro lado, a técnica por diâmetro e espécie tem como objetivo a obtenção de certos produtos de determinadas espécies florestais, como por exemplo: estacas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) ou de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), toras de imburana de cambão (*Commiphora leptophloeos*), mourão de angico (*Anadenanthera colubrina*) (MMA, 2008).

1.3.2. ASPECTOS LEGAIS

Segundo a Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, a exploração de florestas nativas e formações sucessoras, de domínio público ou privado, dependerá da aprovação prévia de Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) que contemple técnicas de condução, exploração, reposição florestal e manejo compatíveis com os variados ecossistemas que a cobertura arbórea forme.

Um Plano de Manejo Florestal Sustentável na Caatinga deve cumprir o estabelecido no Decreto 5.975, de 30 de setembro de 2006, na Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente nº 01, de 25 de junho de 2009, e na Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente nº 04, de 08 de setembro de 2009 (SFB, 2013).

No Nordeste a legislação balizadora dos Planos de Manejo Florestal Sustentável da Caatinga está norteada na Legislação Federal, mais especificamente na Instrução Normativa nº 01, de 25 de julho de 2009, e da Instrução Normativa nº 04, de 08 de setembro de 2009, ambas do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2008).

O Decreto 5.975/06 estabelece que a exploração de florestas e formações sucessoras sob o regime de manejo florestal sustentável, tanto de domínio público como de domínio privado, dependerá de prévia aprovação do Plano de Manejo Florestal Sustentável pelo órgão competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). Para isso, o PMFS deve atender os seguintes fundamentos técnicos e científicos: I - caracterização do meio físico e biológico; II - determinação do estoque existente; III - intensidade de exploração compatível com a capacidade da floresta; IV - ciclo de corte compatível com o tempo de restabelecimento do volume de produto extraído da floresta; V - promoção da regeneração natural da floresta; VI - adoção de sistema silvicultural adequado; VII - adoção de sistema de exploração adequado; VIII - monitoramento do desenvolvimento da floresta remanescente; e IX - adoção de medidas mitigadoras dos impactos ambientais e sociais.

A Instrução Normativa nº 01/09 do MMA dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável da Caatinga.

A Instrução Normativa nº 04/09 do MMA dispõe sobre procedimentos técnicos para a utilização da vegetação da Reserva Legal sob regime de manejo florestal sustentável. Para a utilização da vegetação da Reserva Legal, devem ser adotadas práticas de exploração seletiva que atendam ao manejo sustentável, com fins comerciais ou não. A exploração florestal eventual, incluindo a área de Reserva Legal, independe de autorização dos órgãos competentes, quando tratar-se de lenha para uso doméstico no limite de retirada não superior a quinze metros cúbicos por ano por propriedade ou madeira para construção de benfeitorias e utensílios na posse ou propriedade rural até 20 metros cúbicos a cada três anos. O transporte de lenha explorada eventualmente deverá ser acompanhado de autorização, emitida pelo órgão competente. Na propriedade ou posse do agricultor familiar, do empreendedor familiar rural e dos povos e comunidades tradicionais o manejo florestal madeireiro sustentável da Reserva Legal com propósito comercial direto ou indireto depende de autorização do órgão ambiental competente.

No estado do Rio Grande do Norte, a Lei Complementar nº 272, de 03 de março de 2004, estabelece que a exploração de florestas e formações sucessoras, tanto de domínio público como de domínio privado, dependerá de prévia aprovação pelo órgão estadual competente do Sistema Estadual do Meio Ambiente (SISNEMA), bem como da adoção de técnicas de condução, exploração, reposição florestal e manejo compatíveis com os variados ecossistemas que a cobertura arbórea forme. Assim, nesse estado, a aprovação do PMFS foi transferida para o IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Norte.

O INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) dispõe da Instrução Normativa nº 65, de 27 de dezembro de 2010, que trata sobre a atividade de manejo florestal em áreas de assentamentos, estabelecendo critérios e procedimentos para as atividades de manejo florestal sustentável em Projetos de Assentamentos, entre outras providências.

1.3.3. ASPECTOS AMBIENTAIS

A dinâmica de uso da vegetação sob manejo florestal sustentável é relevante em termos de impactos ambientais, pois somente uma fração da área total manejada será explorada a cada ano, sendo que o restante permanecerá intocado no decorrer de todo o ciclo de corte. Por manter a cobertura florestal, essa dinâmica de exploração contribui significativamente para a conservação da biodiversidade (APNE, 2015).

Segundo Riegelhaupt e Pareyn (2010), os resultados das análises das parcelas permanentes da Rede de Manejo Florestal da Caatinga, em seis áreas experimentais, mostraram que:

- A regeneração mostrou-se mais intensa e abundante, quanto maior for a intensidade de corte, uma vez que o número de fustes aumenta em relação a população original. Também se observou que cortes mais seletivos geram menos fustes e o pastoreio extensivo não exerce influência significativa na regeneração, assim como a destoca e o fogo.

- A intensidade de corte ou o corte seletivo não influencia a velocidade de crescimento da população, assim como o pastoreio, o fogo e a destoca. Estima-se que para ciclos curtos de 10, 15 ou até 20 anos, cerca de 80% do estoque original é recuperado, atingindo maiores valores de produtividade.

- A composição florística não teve modificação significativa, e o número de espécies lenhosas aumentam ou permanecem constante ao longo do tempo nas áreas manejadas, independentes do pastoreio e do uso de fogo ou destoca.

- O corte raso gera povoamentos de diâmetros menores se comparado ao corte seletivo. E a recuperação da estrutura diamétrica original não foi obtida no período estudado.

- A biodiversidade aumentou ou se manteve em relação às espécies arbóreas e herbáceas. Houve um forte impacto inicial na fauna, mas recuperação bastante completa no caso de abelhas nativas, anfíbios e répteis. Porém os impactos sobre mamíferos foram pouco claros.

- Efeitos sobre os solos são pouco detalhados, porém em um dos manejos estudados, houve redução no teor de matéria orgânica no horizonte superficial, contudo não se observou diferenças na fertilidade, pH e porosidade.

É importante frisar que os casos detalhadamente analisados ainda são poucos, porém observa-se que o período úmido exerce forte influência no crescimento e na produtividade da Caatinga manejada (RIEGELHAUPT; PAREYN; GARIGLIO, 2010).

Almeida (2014) ao estudar a riqueza florística em talhões já explorados em área sob manejo florestal em Cuité-PB, observou que as quantidades de espécies encontradas estão dentro dos padrões de outras áreas de Caatinga, e conclui que o manejo não interfere negativamente nas riquezas de espécies e nem na regeneração das áreas estudadas.

Dados da Rede de Manejo Florestal da Caatinga coletados na unidade experimental da fazenda Belo Horizonte, Mossoró-RN, indicam que após 20 anos, as espécies mais abundantes permaneceram as mesmas, e houve recuperação do volume inicial para ambos os tratamentos estudados, sendo eles, (i) corte raso com restrições, onde foram preservadas as imburanas e (ii) corte seletivo, onde todos os indivíduos com DAP superior a 3cm foram cortados. A dinâmica de crescimento mostrou aumento do número de fustes até os 13 anos, e após este tempo, o número de fustes tende a diminuir, porém, a área basal e o volume cilíndrico tendem a continuar crescendo, no mesmo período de tempo (ARAÚJO e SILVA, 2010).

Os mesmos autores também encontraram tendência de crescimento das mesmas variáveis (área basal e volume cilíndrico) nas unidades experimentais da Estação Ecológica do Seridó-RN, mesmo após 15 anos do início dos tratamentos. Concluíram também que no tratamento onde houve pastoreio, o estoque da floresta se recuperou com maior eficiência, em relação à área sem pastoreio, e as interferências do manejo não alteraram o número de espécies encontradas (ARAÚJO e SILVA, 2010).

Na avaliação da regeneração do bioma Caatinga localizada em Lagoa Salgada-RN, Pareyn et al. (2010) implantaram cinco tratamentos: Corte raso, extraindo todas as árvores e arbustos independente de tamanho; Corte seletivo, preservando as árvores com diâmetro na base (DNB) menor que 5cm; Corte seletivo, poupando as árvores com DNB entre 5 cm e 10 cm; Corte seletivo, cortando as árvores com DNB entre 5 cm e 15 cm; E o corte seletivo poupando as matrizes, em princípio maiores de 15 cm. Portanto,

11 anos após os cortes, os autores observaram que a regeneração do estoque lenhoso obteve sucesso, independente do tratamento realizado, e encontraram semelhanças dos tratamentos na área basal e densidade, havendo inclusive aumentado o número de espécies. A densidade de fustes, após 11 anos, ficou entre 100% a 200% da densidade pré-tratamento, enquanto o volume total recuperou entre 40% e 97%. Assim, o manejo não afetou negativamente a diversidade arbórea.

Com relação aos impactos causados no solo das áreas manejadas, Gomes e Alves (2010) ao estudar uma área no município de Pacajus-CE, compararam talhões explorados em diferentes épocas, com o solo da Reserva Legal, e observaram alteração significativa no teor de matéria orgânica no horizonte A, entretanto, esta concentração tende a recuperar-se ao longo do tempo. Contudo, os valores de soma de bases (S) e a capacidade de troca catiônica (CTC) não foram alterados, indicando a ciclagem de nutrientes, sem alteração na fertilidade do solo. Os autores também concluíram que o pH e a densidade aparente não foram alteradas após a exploração da lenha, indicando que as intervenções não causaram a compactação do solo.

Ao comparar a riqueza e abundância de abelhas com sua interação com as plantas nas fazendas Maturi e Formosa, nos municípios de Caucaia e Pacajus, respectivamente, no Estado do Ceará, Moura (2010) observou que a maior riqueza de abelhas foi encontrada em talhões explorados há mais de 10 anos, porém observou elevada diversidade nas áreas de estudo, reforçando a ideia que o manejo florestal contribui de forma significativa na conservação de abelhas nativas.

Em relação à mastofauna, Prado et al. (2010) constataram em áreas sob manejo no Estado do Ceará que a prática sustentável de exploração da Caatinga contribui na redução dos impactos na fauna em geral, e encontraram uma mastofauna bastante diversificada na área em que o manejo vem sendo realizado há aproximadamente 20 anos. Os autores verificaram também a presença de mamíferos de diversos portes e hábitos alimentares, refletindo a riqueza das interações ecológicas existentes nas áreas manejadas.

Já em estudos avaliando o impacto do manejo na herpetofauna, Borges-Nojosa, et al. (2010) descrevem o corte raso como eficiente para a recuperação da diversidade

de anfíbios e répteis, tornando o manejo um colaborador direto na conservação das espécies nas áreas manejadas.

1.4. EXPLORAÇÃO OU COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL

A exploração ou colheita florestal pode ser definida como um conjunto de operações efetuadas para preparar e extrair a madeira da floresta até o local de transporte, fazendo-se o uso de técnicas e padrões estabelecidos (MACHADO, 2002).

Atualmente, entende-se como “colheita florestal” as operações realizadas em florestas plantadas, utilizando-se “exploração florestal” para denominação de atividades realizadas em florestas nativas (SEMINÁRIO..., 2015).

A colheita florestal é composta pelas etapas de corte (derrubada, desgalhamento e processamento ou traçamento da madeira); descascamento, quando executado no campo; extração e carregamento (MACHADO, 2002).

A extração corresponde ao processo de retirada da madeira de dentro da área de corte e sua colocação em locais de armazenagem provisória, como margens de estradas ou carregadores com acesso aos veículos de transporte. Contudo, em certas condições o próprio caminhão que faz o transporte rodoviário da madeira, entra na área de corte para ser carregado (etapa de carregamento), ocorrendo o que se chama de transporte direto. Nesse caso, a etapa de extração é eliminada. Esse método pode apresentar alguma vantagem econômica, mas pode resultar em maior impacto dos caminhões no processo de compactação do solo (SEIXAS, 2002).

Na execução da colheita florestal brasileira são utilizados diversos tipos de sistemas e métodos de trabalho, que variam de região para região, e mesmo dentro de uma única empresa, em função do tipo de povoamento, das condições ambientais (clima, solo, topografia etc.), da finalidade da madeira (tamanho das toras), das máquinas, dos equipamentos e dos recursos disponíveis, dentre outros fatores (LEITE, 2002).

Os primeiros métodos de colheita utilizados na exploração das florestas nativas foram os manuais. Esses métodos caracterizam-se pela rusticidade, exigência de grande esforço físico por parte do trabalhador florestal, além do alto grau de risco de acidentes.

Entretanto, apesar de suas desvantagens, os métodos manuais ainda são muito utilizados (LEITE, 2002). A principal vantagem ao utilizar este método é o baixo custo de aquisição e manutenção dos equipamentos, porém as desvantagens são o esforço físico elevado, a mão de obra pouco qualificada e o rendimento individual baixo (SANT'ANNA, 2008).

Além disso, os trabalhadores ficam expostos a adversidades climáticas. Segundo Minetti et al. (1998) o clima influencia diretamente no rendimento do trabalhador e condições adversas aumentam os riscos de acidentes.

A motosserra é o primeiro passo para a utilização gradual de máquinas na colheita de madeira, pelo baixo investimento inicial. O corte realizado com motosserra permite produtividade individual elevada, menos mão-de-obra, proporciona melhores salários aos trabalhadores, além de ela poder ser utilizada em locais de difícil acesso a máquinas especializadas. Porém, o elevado esforço físico permaneceu, por este motivo ainda é considerado o corte com motosserra como semimecanizado (SANT'ANNA, 2008).

A colheita e o transporte florestal são etapas de grande importância econômica no setor florestal, dada a sua alta participação no custo final do produto (MACHADO e LOPES, 2000). Em alguns casos, o custo da colheita e transporte florestal pode representar mais de 50% dos custos de produção (BAGIO e STOHR, 1978).

As atividades de colheita de madeira e transporte florestal em florestas plantadas são consideradas importantes na definição dos custos da matéria-prima para as fábricas transformadoras de produtos, correspondendo entre 60 e 70% dos custos totais (MALINOVSKI, CAMARGO e MALINOVSKI, 2002).

Cerca de 50% das despesas envolvidas na produção de celulose são com produtos florestais, e destes, por volta de 50% refere-se a custos com colheita e transporte (ANDRADE, 1998).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Este trabalho teve como objetivo geral analisar e estimar os custos de dois sistemas utilizados na exploração de lenha em áreas de Caatinga com Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS).

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar os sistemas e as técnicas de trabalho utilizadas;
- Identificar e analisar os aspectos técnicos e operacionais dos sistemas avaliados;
- Determinar a produtividade e a eficiência operacional das atividades;
- Identificar e analisar as variáveis que afetam os custos de produção;
- Determinar o custo operacional dos sistemas avaliados.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em duas áreas de Caatinga com exploração de lenha sob Manejo Florestal Sustentável, licenciadas pelo IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Norte. Em uma dessas áreas, o sistema de exploração de lenha era manual, ou seja, apenas com o uso de machados e foices. Na outra área, o sistema era semimecanizado, com emprego de motosserras além das ferramentas manuais.

3.1. ÁREA COM SISTEMA DE EXPLORAÇÃO MANUAL

A área com sistema de exploração manual, realizada apenas com uso de machados e foices, está localizada em uma propriedade particular no município de João Câmara, Região Agreste do estado do Rio Grande do Norte (Figura 4). A área total manejada era de 600 ha, com talhões de exploração anual de 40 ha.



Fonte: GOOGLE (2015).

Figura 1 – Localização da área com sistema de exploração manual.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo As', ou seja, tropical chuvoso com verão seco e a estação chuvosa em outono. A temperatura média anual encontra-se em torno de 26 °C, com amplitude de 7 °C. A umidade relativa do ar oscila entre 50 a 80%, com precipitação pluviométrica anual média em torno de 648,6 mm (RIO GRANDE DO NORTE, 2003).

Na área predominam solos do tipo Neossolo Quartzarênico e Vertissolos. O tipo Areias Quartzosas Distróficas apresenta textura arenosa, fertilidade natural baixa, profundo, excessivamente drenado, tendo relevo plano. A classe Vertissolos compreende solos minerais argilosos, em geral com mais de 30% de argila, com elevado conteúdo de minerais de argilas 2:1, fertilidade natural elevada, profundos, mal drenados, tendo relevo suave ondulado. São solos desenvolvidos a partir de sedimentos aluviais argilosos, influenciado por material proveniente de calcário (EMBRAPA, 1971).

O relevo da região é plano, também denominado planalto rebaixado, ligeiramente elevado, com altitude de 100 a 200 metros, localizado entre os Tabuleiros Costeiros e próximo ao litoral. A área apresenta relevo plano em torno de 75% e suave ondulado em torno de 25% da sua área (CARVALHO, 2009).

A cobertura vegetal característica da área é do tipo “Caatinga hipoxerófila”, decorrente do caráter xerófilo menos acentuado de porte arbustivo arbóreo ou arbóreo e mais denso quando relacionado com a Caatinga hiperxerófila. O estrato da vegetação é classificado como Tipo 3, ou seja, vegetação arbustiva arbórea fechada, caracterizada por possuir um porte médio de 3 a 4 m de altura, com alto grau de cobertura do solo, com presença de sub-bosque. Entre as espécies mais comuns encontradas na área tem-se: catingueira (*Poincianella bracteosa*), catanduva (*Piptadenia meniliformes*), imburana (*Commiphora leptophloeos*), João mole (*Guapira tomentosa*), jurema-branca (*Piptadenia stipulacea*), jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), marmeleiro (*Cydonia oblonga*), mofumbo (*Cobretum leprosum*), mororó (*Bauhinia forficata*), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), quixabeira (*Bumelia sartorum*) (ISAIA et al., 1992).

Resultados do inventário da tipologia florestal na região apresentam: densidade de 5.710 árvores/ha, área basal na base de 8,26 m²/ha, área basal no peito de 6,45 m²/ha, volume cilíndrico na base de 32,72 m³/ha, volume cilíndrico no peito de 25,65 m³/ha, peso verde de 44,33 t/ha, peso seco de 27,99 t/ha, volume real de 43,57 m³/ha e volume empilhado de 148,06 st/ha (ISAIA et al., 1992).

Entretanto, o volume médio estimado de lenha na área estudada, por meio do inventário florestal para o plano de manejo, foi de 207,16 st/ha (CARVALHO, 2009).

3.2. ÁREA COM SISTEMA DE EXPLORAÇÃO SEMIMECANIZADO

A área com sistema de exploração semimecanizado, ou seja, com uso de motosserras além de ferramentas manuais, está localizada em propriedade particular no município de Santa Cruz, Região Agreste do estado do Rio Grande do Norte (Figura 5). A área total manejada era de 595 ha, com talhões de exploração anual de 39 ha.



Fonte: GOOGLE (2015).

Figura 2 – Localização da área com sistema de exploração semimecanizado.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima na região é do tipo BSs'h', ou seja, semiárido com precipitação menor que a evaporação e estação chuvosa em outono. Segundo Gaussen, o tipo bioclimático é o 3aTh, mediterrâneo quente ou nordestino com seca acentuada, tendo um índice xerotérmico variando de 150 a 200, com 7 a 8 meses secos (RIO GRANDE DO NORTE, 2003).

A precipitação pluviométrica anual no município de Santa Cruz é de 500 mm normal, a observada 284,3 mm com um desvio 215,7 mm. O período chuvoso corresponde aos meses de março a maio. Ademais, a temperatura máxima é 32 °C, com

média anual em torno dos 25,6 °C e mínima de 21 °C, com umidade relativa média anual em torno dos 70% (CARVALHO, 2012).

O solo na área é do tipo Bruno não cálcico. Este solo ocorre em relevo plano à suave ondulado. Esta classe compreende solos com horizonte B textural não hidromórficos e com argila de atividade alta. São de alta fertilidade natural, com alta saturação e soma de bases, reação moderadamente ácida a, praticamente, neutra, ou mesmo moderadamente alcalina, bem como conteúdo mineralógico que encerra quantidade significativa de minerais primários facilmente decomponíveis, os quais constituem fontes de nutrientes para as plantas (EMBRAPA, 1971).

A cobertura vegetal característica da área é do tipo “Caatinga hiperxerófila”, decorrente do caráter xerófilo da Caatinga na região. O estrato da vegetação é do Tipo 3, ou seja, vegetação arbustiva arbórea fechada, caracterizada por possuir um porte médio de 5,0 m de altura, com alto grau de cobertura do solo, com presença de sub-bosque. Entre as espécies mais comuns encontradas na área tem-se: amorosa (*Piptadenia obliqua*), angico (*Anadenanthera macrocarpa*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), braúna (*Schinopsis brasiliensis*), catingueira (*Poincianella bracteosa*), imburana (*Busera leptophloeos*), jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), marmeleiro (*Cydonia oblonga*), pereiro (*Aspidosperma pyriforme*), pau-leite (*Euphorbia phosphorea*) e quixabeira (*Bumelia sertorum*) (ISAIA et al., 1992).

Os resultados do inventário florestal desta tipologia na região apresentam as seguintes informações: densidade: 2.889 árvores/ha, área basal na base: 18,27 m²/ha, área basal no peito: 10,94 m²/ha, volume cilíndrico na base: 87,94 m³/ha, volume cilíndrico no peito: 55,18 m³/ha, peso verde: 69,21 t/ha, peso seco: 44,32 t/ha, volume real: 64,93 m³/ha (CARVALHO e ZÁKIA, 1994).

Entretanto, o volume médio estimado de lenha na área estudada, por meio do inventário florestal para o plano de manejo, foi de 221,17 st/ha (CARVALHO, 2012).

3.3. COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

A coleta de dados foi realizada por meio de observações visuais das atividades operacionais de exploração de lenha nos dois sistemas avaliados. Posteriormente as atividades de cada sistema foram identificadas e descritas, determinando-se a sequência de trabalho. A partir disso, cada atividade foi cronometrada, utilizando-se cronômetro de mão e anotações em folha em branco. As atividades foram desempenhas de segunda a sexta-feira e foram divididas em (i) trabalho efetivo e (ii) pausas e interrupções.

O número mínimo de trabalhadores observados em cada sistema avaliado 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 por meio da seguinte expressão:

$$n \geq \frac{t^2 + CV^2}{E^2}$$

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, 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.

A produtividade, em estéreos de lenha por hora efetivamente trabalhada, foi determinada pela razão entre a produção (st) e o tempo de trabalho efetivo (he). Para isso, o volume de lenha empilhado foi determinado com uma trena (Figura 3). Além disso, a lenha produzida também foi pesada em porções, utilizando-se uma balança digital de mão com gancho, com precisão de +/- 100 gramas (Figura 3). Para aferição da área explorada por cada trabalhador, utilizou-se GPS Garmim Oregon 450.



Figura 3 – Aferição do estéreo de lenha (esquerda) e pesagem da lenha (direita).

3.4. CUSTOS

Os custos da exploração de lenha foram estimados a partir de valores declarados pelos envolvidos nas atividades e pelo responsável técnico do Plano de Manejo Florestal Sustentável das áreas.

Os valores referentes à legalização da exploração de lenha (licenciamento do Manejo florestal Sustentável) foram obtidos em IDEMA (2015), atualizados para o exercício de 2015, tendo como base o Índice Geral de Preço de Mercado – IGPM (4,96%) acumulado no período de agosto de 2013 a agosto de 2014.

O custo de transporte foi calculado de acordo com a metodologia sugerida por Alvarenga e Novaes (2000). Assim, o custo do capital investido, que representa a depreciação, pois é considerado o custo do investimento menos o custo do valor residual, corrigida pela taxa de juros (custo de oportunidade), e foi estimado conforme a seguinte expressão:

$$C = (I - VR). FRC + VR. j$$

Onde:

C = Custo do capital investido;

I = investimento inicial para adquirir o veículo;

VR = valor residual do veículo;

FRC = fator de recuperação do capital, dado por:

$$FRC = \frac{j \cdot (1 + j)^n}{(1 + j)^n - 1}$$

j = taxa de juros, em decimais;

n = vida útil do veículo, em anos.

Conforme sugerido por Alvarenga e 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 assumindo, pois apesar dos proprietários dos veículos não terem 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. E os preços do combustível foram coletados em postos no mesmo local e na data da coleta de dados.

Tabela 2 – Componentes para estimativa do custo de transporte.

Componentes	Sistema manual	Sistema semimecanizado
Investimento inicial para aquisição do veículo (R\$)	80.000	80.000
Vida útil (anos)	15	15
Valor residual (% do investimento inicial)	15	15
Taxa anual de juros (%)	7,5	7,5
Seguro anual (% do investimento inicial)	3,6	3,6
Manutenção (coeficiente multiplicativo do investimento inicial por km)	1/1000000	1/1000000
Pneus novos (R\$/pneu)	1.200	1.200
Quantidade anual de pneus novos	1,2	1,0
Recapagem (R\$/pneu)	400	400
Quantidade anual de pneus recapados	3,6	3,0
Lubrificação (R\$/10.000 Km)	265	265
Consumo de combustível (Km/litro)	6,0	5,5
Preço do combustível (R\$/litro)	2,46	2,78
Quilometragem média anual (Km)	41.430	14.218
Quantidade de lenha transportada anualmente (st)	8.286	8.886

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 o Decreto Estadual 13.651, de 19 de novembro de 1997.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. EITOS DE TRABALHO

Cada trabalhador realizava o corte da lenha em uma área específica, denominada eito de corte (Figura 4). Isso ocorria para que não houvesse conflito entre os trabalhadores, uma vez que cada um deles realizava o trabalho individualmente e a remuneração era baseada na produtividade individual. Os eitos de trabalho possuíam largura média de cinco metros.

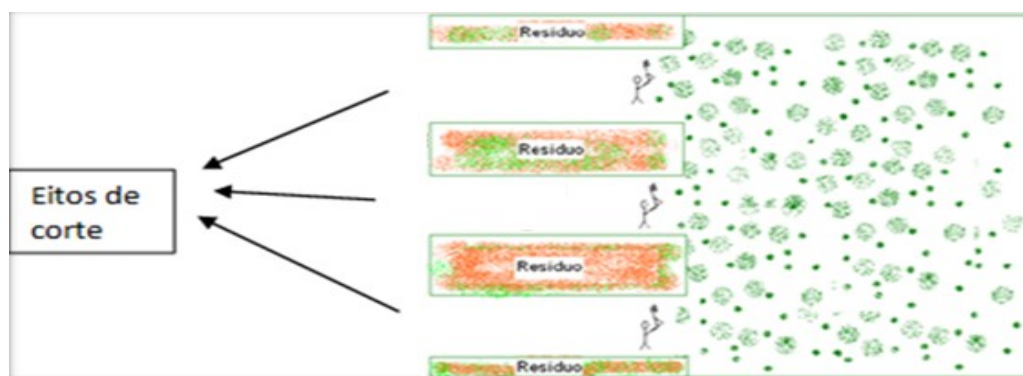


Figura 4 – Eitos individuais de corte.

Entre os eitos eram acumulados os resíduos da exploração, compostos por galhos finos e folhas. Estes eram deixados na área de corte para decomposição, visando o retorno de nutrientes ao solo.

Existe uma relação entre a eficiência nos processos de ciclagem de nutrientes, com a manutenção da produtividade das florestas, tanto naturais como plantadas. Significativas quantidades de nutrientes retornam ao solo através de resíduos vegetais, que se incorporam a serapilheira e sofrem o processo de decomposição. À medida que esses componentes se decompõem, ocorre liberação de nutrientes ao solo, com consequente disponibilização para as plantas (POGGIANI, 1985).

Um dos fatores a ser considerado quando há preocupação com a manutenção da produtividade dos sítios, é a exportação de nutrientes pela colheita, principalmente em solos de baixa fertilidade (BELLOTE, DEDECEK e SILVA, 2008).

4.2. ATIVIDADES OPERACIONAIS

Foram consideradas como trabalho efetivo as atividades de corte da lenha, compreendendo a derrubada de árvores (com machado ou com motosserra) e o traçamento (com foice ou com motosserra); emetramento da lenha; organização da lenha; abertura da boca de rodagem; e carregamento.

4.2.1. CORTE DA LENHA

Compreende-se por corte de lenha a derrubada e o processamento das árvores, realizadas de forma conjugada pelos trabalhadores em seus respectivos eitos de trabalho. A derrubada ou abate das árvores era realizada com machado, no sistema manual, e com motosserra, no semimecanizado.

O processamento de lenha consiste em desgalhar e traçar as árvores abatidas em toretes de lenha de aproximadamente um metro de comprimento. No sistema manual era realizado com foice e machado (Figura 5), enquanto no sistema semimecanizado era realizado com motosserra e foice (Figura 6).



Figura 5 - Derrubada de árvore com machado (esquerda) e processamento de árvore com foice (direita) no sistema manual.



Figura 6 - Derrubada de árvore com motosserra (esquerda) e processamento de árvore com motosserra (direita) no sistema semimecanizado.

4.2.2. EMETRAMENTO DA LENHA

O emetramento consiste em empilhar manualmente a lenha cortada de forma organizada, visando à quantificação da produção, em estéreos, para fins de remuneração do trabalho (Figura 7). As pilhas possuíam aproximadamente um metro de altura, por um metro de largura, com comprimentos variáveis, e eram arrumadas nas margens dos eitos de corte para facilitar o carregamento dos veículos de transporte. A atividade de emetramento da lenha era realizada individualmente por cada trabalhador ao final da jornada diária de trabalho. Esse método de quantificar a lenha para fins de remuneração era realizado nos dois sistemas estudados.



Figura 7 - Emetramento da lenha para verificação da produção diária, em estéreo.

4.2.3. ORGANIZAÇÃO DA LENHA

As árvores que se encontravam localizadas no centro do eito de corte, quando abatidas e processadas, formavam pilhas de lenha distantes das margens dos eitos. Diante disso, para facilitar o emetramento, as pilhas de lenha eram transpostas manualmente e organizadas na margem dos eitos (Figura 8).

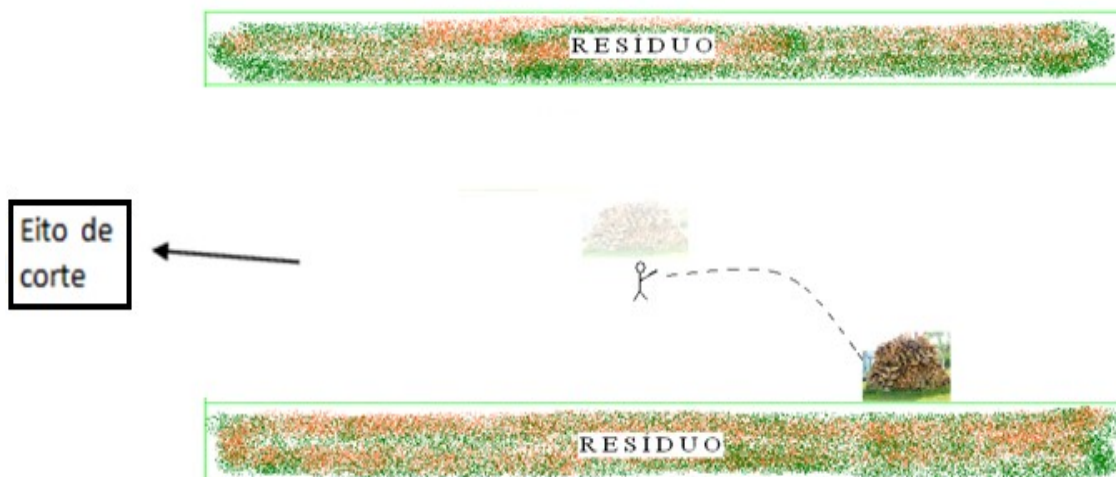


Figura 8 - Representação da transposição da pilha de lenha para a margem do eito.

4.2.4. ABERTURA DE BOCA DE RODAGEM

Eventualmente, quando os eitos de corte ficavam muito extensos no comprimento, era necessário abrir um acesso entre eles para permitir o tráfego e a manobra dos caminhões para o carregamento da lenha (Figura 9).

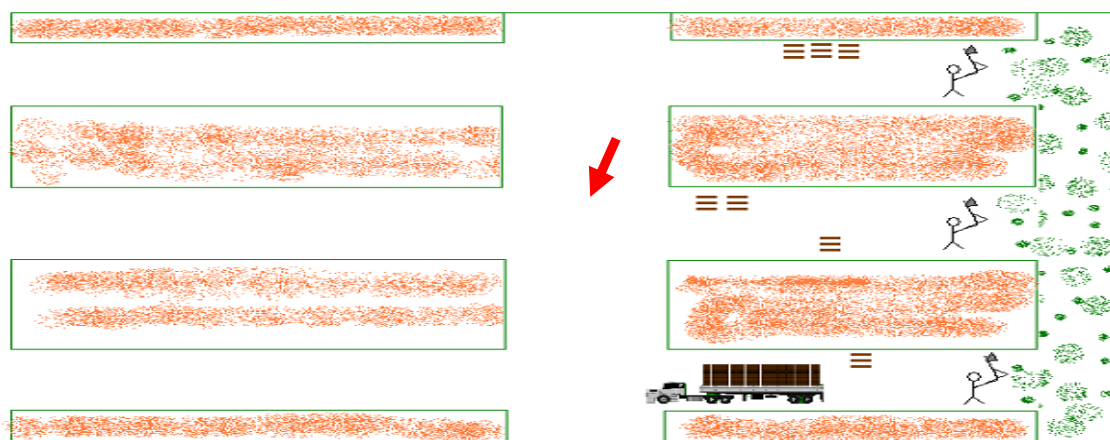


Figura 9 - Representação da boca de rodagem entre os eitos de corte.

4.2.5. CARREGAMENTO

Nos sistemas estudados, a lenha empilhada nas margens dos eitos de corte era carregada diretamente para os caminhões, de forma organizada e na posição transversal, para o transporte até o local de consumo. Para o carregamento, os caminhões entravam na área de corte, ocorrendo o que se chama de transporte direto (Figura 10). A atividade de carregamento era realizada manualmente por uma equipe de quatro carregadores no sistema manual e três carregadores no sistema semimecanizado. Os veículos utilizados para o transporte da lenha, em ambos os sistemas, foram caminhões com tração 4 x 2 (tipo toco, de dois eixos) com capacidade de carga entre 25 e 30 estéreos de lenha. A distância de transporte da área de corte até o local de consumo da lenha era de aproximadamente 75 km no sistema manual e de 20 km no sistema semimecanizado.



Figura 10 - Equipe de carregamento manual dos caminhões.

4.2.6. OUTRAS ATIVIDADES

Além das atividades produtivas de exploração de lenha, houve atividades correspondentes a pausas e interrupções do trabalho. Como pausas e interrupções foram considerados os tempos para: refeições (café da manhã e almoço), reparos ou abastecimento da motosserra, pausas para descanso ou para tomar água e deslocamentos no talhão.

As refeições eram consumidas no interior do talhão (Figura 11) e os alimentos eram de responsabilidade de cada trabalhador. É importante ressaltar que os trabalhadores também realizavam a afiação das ferramentas de trabalho durante as pausas para refeições. Cada afiação levava de 3 a 5 minutos para cada ferramenta (machado, foice ou correntes da motosserra).



Figura 11 - Refeição realizada durante a jornada de trabalho.

4.3. ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS

A distribuição percentual do tempo das atividades realizadas pelos lenhadores durante a jornada diária de trabalho é apresentada na Figura 12 para o sistema manual e na Figura 13 para o sistema semimecanizado.

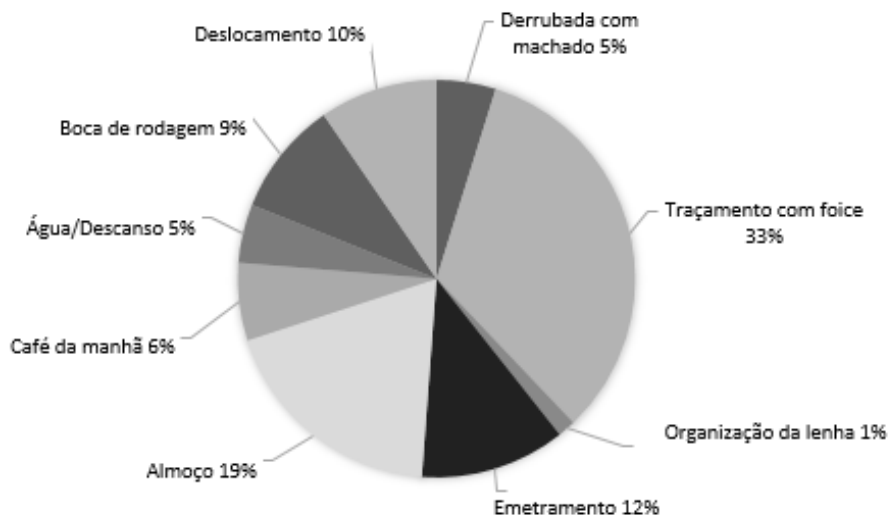


Figura 12 - Percentual médio do tempo gasto pelos trabalhadores em cada atividade durante a jornada diária de trabalho no sistema manual.

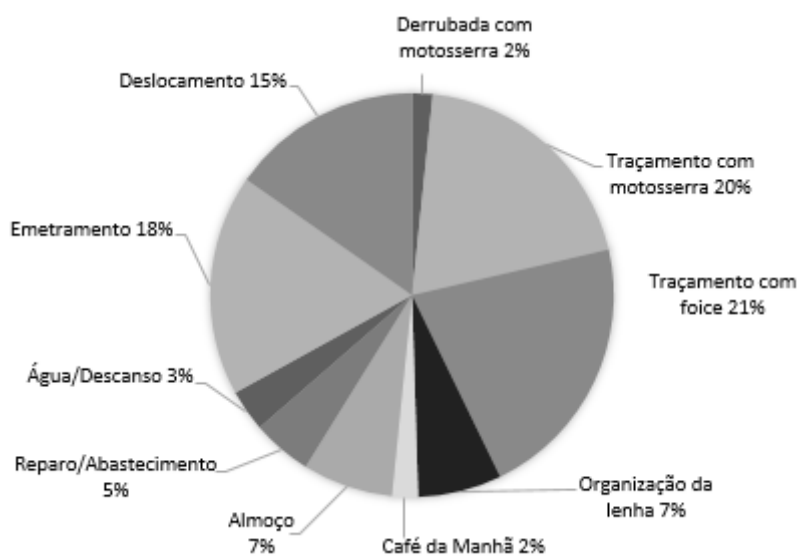


Figura 13 - Percentual médio do tempo gasto pelos trabalhadores em cada atividade durante a jornada diária de trabalho no sistema semimecanizado.

No sistema manual, a jornada de trabalho total média foi de 10,17 horas (ht), das quais 6,15 horas corresponderam ao tempo efetivamente trabalhado (he). Assim, a eficiência operacional foi de 60,5%. No sistema semimecanizado, a jornada de trabalho total média foi menor, 7,22 horas (ht), sendo 4,85 horas de trabalho efetivo (he). Apesar disso, o sistema semimecanizado apresentou maior eficiência operacional, 67,2%. Isso evidencia o que vários autores afirmam, de que as motosserras permitem aumento de produtividade e eficiência operacional (LELLES et. al., 1978; SANT'ANNA, 2008; MACHADO, 2008).

No sistema manual a derrubada das árvores com machado representou 5% da jornada de trabalho (0,51 horas) enquanto que no sistema semimecanizado a derrubada com motosserra demandou apenas 2% da jornada de trabalho (0,14 horas), mais uma vez evidenciando as vantagens do emprego da máquina.

Entre as atividades de trabalho efetivo do sistema manual, o traçamento com foice demandou maior tempo dentro da jornada de trabalho (33% ou 3,36 horas). Da mesma forma, no sistema semimecanizado, o traçamento realizado com foice e com motosserra totalizou 41% da jornada de trabalho (2,96 horas). Mesmo no sistema semimecanizado, a utilização da foice foi imprescindível, pois galhos muito finos e algumas lianas ou *Struthanthus flexicaulis* (ervas de passarinho, muito comum na região) atrapalham o corte com motosserra.

Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Leite et al. (2013) no corte de eucalipto com motosserra, no qual os autores observaram que o traçamento demandou maior percentual de tempo na jornada de trabalho (42%), e estimaram uma eficiência operacional de 70,2% para uma equipe de um operador de motosserra e um ajudante.

No sistema manual o emetramento da lenha representou 12% da jornada de trabalho (1,22 horas), enquanto que no sistema semimecanizado o emetramento representou 18% (1,23 horas). O maior percentual do sistema semimecanizado em relação ao sistema manual é justificado pela maior produção de lenha que deve ser emetrada ao final da jornada diária de trabalho. Da mesma forma, a organização de lenha no sistema manual representou apenas 1% da jornada de trabalho (0,1 horas), enquanto que no sistema semimecanizado representou 7% (0,5 horas).

No sistema manual, a abertura da boca de rotação ocupou 9% da jornada de trabalho (0,92 horas). No sistema semimecanizado esta atividade não foi realizada durante as observações.

As outras atividades não operacionais (refeições, pausas para tomar água e descanso, deslocamento dentro do talhão) corresponderam a 40% da jornada de trabalho (4,02 horas) no sistema manual. No sistema semimecanizado, observa-se que essas mesmas atividades não operacionais corresponderam a um menor tempo (27% ou 1,95 horas), havendo ainda pausas para reparos e abastecimento da motosserra (5% ou 0,36 horas).

4.4. PRODUTIVIDADE

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). Com a motosserra, a produtividade média de corte de lenha foi de 6,4 estéreos por homem por dia, o equivalente a 1,32 st/he.

Sant'anna, Malinovski e Piovesan (2000), estudando a produtividade individual no corte de eucalipto com motosserra em região montanhosa, encontrou produtividade de 7,98 m³/dia a 13 m³/dia, com média de 10,28 m³/dia, para uma jornada diária de trabalho de 8 horas. Entretanto, a produtividade de corte é diretamente proporcional ao volume por árvore e ao comprimento das toras processadas (SANTOS et al., 2000), o que justifica os menores valores de produtividade no corte da lenha na Caatinga.

Da mesma forma, Leite et al. (2014) também estudaram o corte de eucalipto plantado com diferentes espaçamentos e encontraram produtividade média de 5,20 m³/ha para uma equipe de um operador de motosserra mais um ajudante.

Riegelhaupt et al. (2014) avaliaram o corte da algaroba (*Prosopis juliflora*) por uma equipe de um motosserrista e dois limpadores e determinaram a produtividade média diária de 14 estéreos para corte e empilhamento.

No sistema manual foram cortadas, em média, 19 árvores por homem numa jornada diária de trabalho, em uma área estimada de 86 m². A média da massa de um estéreo de lenha mista naquela área, incluindo *Mimosa arenosa*, *Ziziphus joazeiro* e

Cydonia oblonga, com diferentes teores de umidade, foi de 230,82 kg/st. Convertendo-se a produtividade em massa, pode-se afirmar que no sistema manual os trabalhadores cortaram em média 180,03 kg de lenha por hora efetivamente trabalhada (he).

No sistema semimecanizado foram cortadas, em média, 45 árvores por homem numa jornada diária de trabalho, em uma área estimada de 306 m². A média da massa de um estéreo de lenha mista naquela área, incluindo *Ziziphus joazeiro*, *Cydonia oblonga*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Poincianella bracteosa*, com diferentes teores de umidade, foi de 242 kg/st. Portanto, pode-se concluir que no sistema semimecanizado a produtividade média do corte de lenha foi de 319,44 kg/he.

4.5. CUSTOS

4.5.1. LEGALIZAÇÃO DA EXPLORAÇÃO DE LENHA

O valor para elaboração de cada Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) foi de R\$ 20.000,00. Além disso, o responsável técnico recebia um salário mínimo anual (R\$ 788,00) para acompanhamento das atividades referentes ao manejo florestal.

A vistoria prévia para implantação de Plano de Manejo Florestal Sustentável e a vistoria para acompanhamento custaram, 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) custou R\$ 121,55 para áreas manejadas de até 250 hectares, sendo acrescentado R\$ 0,77 a cada hectare excedente e deve ser paga anualmente.

Portanto, considerando que as áreas manejadas possuem ciclo de corte de 15 anos, com exploração anual de apenas 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 (Tabela 3).

Tabela 3 – Componentes de custo para legalização da exploração de lenha.

Componentes de custo	Área com sistema manual		Área com sistema semimecanizado	
	R\$/ano	R\$/st	R\$/ano	R\$/st
Elaboração do PMFS	1.333,33	-	1.333,33	-
Vistoria prévia para implantação	26,07	-	25,81	-
Vistoria para acompanhamento	391,05	-	387,20	-
AUTEX	391,05	-	387,20	-
Consultoria Responsável Técnico	788,00	-	788,00	-
Total	2.929,05	0,35	2.921,54	0,33

4.5.2. SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO DE LENHA

A exploração de lenha nas áreas estudadas ocorria na forma de empreitada, ou seja, o proprietário da área contratava um empreiteiro que se responsabiliza pela execução das atividades de exploração e transporte da lenha e pela contratação da mão-de-obra empregada, composta basicamente por lenhadores, carregadores e motoristas de caminhões. No sistema manual havia, ainda, um encarregado, com a função de supervisionar o trabalho e quantificar a produção de lenha de cada lenhador para fins de remuneração. As remunerações referentes à exploração manual de lenha são apresentadas na Tabela 4 e à exploração semimecanizada são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 4 – Remunerações da exploração manual de lenha em área com PMFS (2014).

Valor (R\$)	Unidade	Recebido pelo	Pago pelo
8,00	Estéreo	Proprietário da área	Empreiteiro
9,00	Estéreo	Lenhador	Empreiteiro
8,00	Carregamento	Carregador	Empreiteiro
200,00	Semana	Motorista	Empreiteiro
Salário mínimo	Mês	Encarregado	Empreiteiro
35,00	Estéreo	Empreiteiro	Comprador final

Tabela 5 – Remunerações da exploração semimecanizada de lenha em área com PMFS (2015).

Valor (R\$)	Unidade	Recebido pelo	Pago pelo
12,00	Estéreo	Proprietário da área	Empreiteiro
13,00	Estéreo	Lenhador	Empreiteiro
12,00	Carregamento	Carregador	Empreiteiro
42,00	Estéreo	Empreiteiro	Comprador final

Os lenhadores e os carregadores recebiam por produtividade. No sistema manual, os lenhadores recebiam R\$ 9,00 por estéreo de lenha cortado e os carregadores recebiam R\$ 8,00 para o carregamento de um caminhão (Tabela 4). No sistema semimecanizado, os lenhadores recebiam R\$ 13,00 por estéreo de lenha e os carregadores recebiam R\$ 12,00 por carregamento (Tabela 5). É importante ressaltar que os carregadores só exerciam a função de carregamento, sendo que o descarregamento do caminhão era de responsabilidade do comprador da lenha. Além disso, apesar dos lenhadores do sistema semimecanizado terem recebido maior remuneração por estéreo de lenha cortado, eles tiveram despesas com as motosserras. Portanto, para comparações neste sentido é necessário descontar esses custos e considerar apenas o lucro obtido por esses lenhadores.

Segundo Murnier (2014) o custo para extração de lenha em áreas com manejo florestal no Estado de Pernambuco variou de R\$ 4,50 a R\$ 9,50 por estéreo. O valor máximo encontrado pela autora aproximou-se da remuneração observada neste estudo. Já Riegelhaupt et al. (2014) encontraram valores pagos na exploração de lenha de algaroba (*Prosopis juliflora*) em Pernambuco de R\$ 6,00/st para o corte com motosserra; R\$ 6,00/st para a limpeza e o empilhamento; R\$ 200,00/carrada ou o equivalente a R\$ 4,50/st.

A média recebida pelos lenhadores por dia trabalhado foi de R\$ 43,20 no sistema manual e de R\$ 83,20 no sistema semimecanizado. Valores semelhantes foram encontrados por Marques, Pareyn e Figueiredo (2011) em análise do manejo florestal em Projetos de Assentamento no Sertão Pernambucano, onde os autores contabilizaram o lucro dos lenhadores, incluindo os custos das taxas e ferramentas, e encontraram o

valor da mão-de-obra entre R\$ 13,33 e R\$ 60,00 por dia trabalhado, com média de R\$ 31,36, considerando as receitas brutas totais.

Após a venda da lenha, o proprietário da área com exploração manual recebia do empreiteiro R\$ 8,00 por estéreo retirado da propriedade (Tabela 4) e o proprietário da área com sistema semimecanizado recebia R\$ 12,00 (Tabela 5).

Na área com sistema manual eram empregados quatro carregadores de lenha. Portanto, o custo de carregamento da lenha era de R\$ 32,00 por caminhão, com capacidade de carga média de 30 estéreos, resultando em um custo de R\$ 1,07 por estéreo de lenha. Já na área com sistema semimecanizado, apenas três homens realizavam o carregamento, totalizando R\$ 36,00 por caminhão, com capacidade estimada de 25 estéreos de lenha, resultando em R\$ 1,44 por estéreo. Em ambos os sistemas, uma média de dois caminhões eram carregados diariamente.

No sistema manual, o motorista recebia R\$ 200,00 por semana e o encarregado recebia um salário mínimo mensal (R\$ 788,00). Como o encarregado tinha vínculo empregatício formal, calcula-se que com os encargos estimados em 68% do salário, o seu custo era de R\$ 1.323,84 por mês, ou o equivalente a R\$ 1,10 por estéreo (Tabela 6). No sistema semimecanizado, o empreiteiro exercia a função de motorista e não havia encarregado.

Tabela 6 – Componentes do custo da exploração de lenha dos sistemas avaliados.

Componentes de custo	Sistema manual		Sistema semimecanizado	
	R\$/st	R\$/he	R\$/st	R\$/he
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

Como a produtividade do sistema manual foi de 0,78 st/he, o custo de exploração foi de aproximadamente R\$ 8,71 por hora efetivamente trabalhada. Já no sistema semimecanizado, a produtividade foi de 1,32 st/he, resultando em um custo por hora efetiva de R\$ 19,06 (Tabela 6).

4.5.3. TRANSPORTE DA LENHA

A Tabela 7 apresenta os custos de transporte da lenha explorada pelos sistemas avaliados. O custo anual de transporte referente ao sistema manual foi de R\$ 45.362,13, considerando a distância anual percorrida de 41.430 km, pois a distância média da área de corte até o consumidor da lenha era de 75 Km. Da mesma forma, o custo anual do transporte referente ao sistema semimecanizado foi de apenas R\$ 22.584,06, uma vez que a distância média anual percorrida era menor, 14.218 km, sendo que o consumidor da lenha se encontrava a apenas 20 Km da área de exploração. Além disso, vale lembrar que não havia contratação de motorista no sistema semimecanizado, pois o empreiteiro (proprietário do caminhão) exercia esta função. Diante disso, observa-se na Tabela 7 que o custo de transporte referente ao sistema semimecanizado foi menor (R\$ 2,54/st) do que o do sistema manual (R\$ 5,47/st).

Tabela 7 – Componentes de custo do transporte de lenha.

Componentes de custo	Sistema manual			Sistema semimecanizado		
	R\$/ano	R\$/st	R\$/st.km	R\$/ano	R\$/st	R\$/st.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	0,06

Considerando que a capacidade de carga do caminhão empregado no sistema manual era de 30 st, o custo do frete para a distância total percorrida foi de R\$ 164,10. Já no sistema semimecanizado, como a capacidade de carga do caminhão era inferior (25 st) e a distância percorrida era menor, o custo do frete foi estimado em R\$ 63,50.

O valor do frete de lenha cobrado pelo proprietário do caminhão que atendeu ao transporte do sistema manual era de R\$ 270,00 para uma distância de 100 Km (incluindo o custo e o lucro do proprietário). Esses valores são bastante inferiores aos

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.

4.5.4. 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/st para o sistema de exploração manual e de R\$ 17,31/st para o sistema semimecanizado. A Figura 14 ilustra a composição percentual do custo total da lenha. Observa-se que a exploração da lenha é a atividade de maior incidência sobre o custo total, 66% no sistema manual e 83% no sistema semimecanizado. Esses resultados evidenciam a conclusão de Meunier (2014), de que os custos da exploração (corte e traçamento das árvores) representou o principal componente de custos no manejo da Caatinga, a partir de análises de rentabilidade econômica de PMFS na região semiárida de Pernambuco.

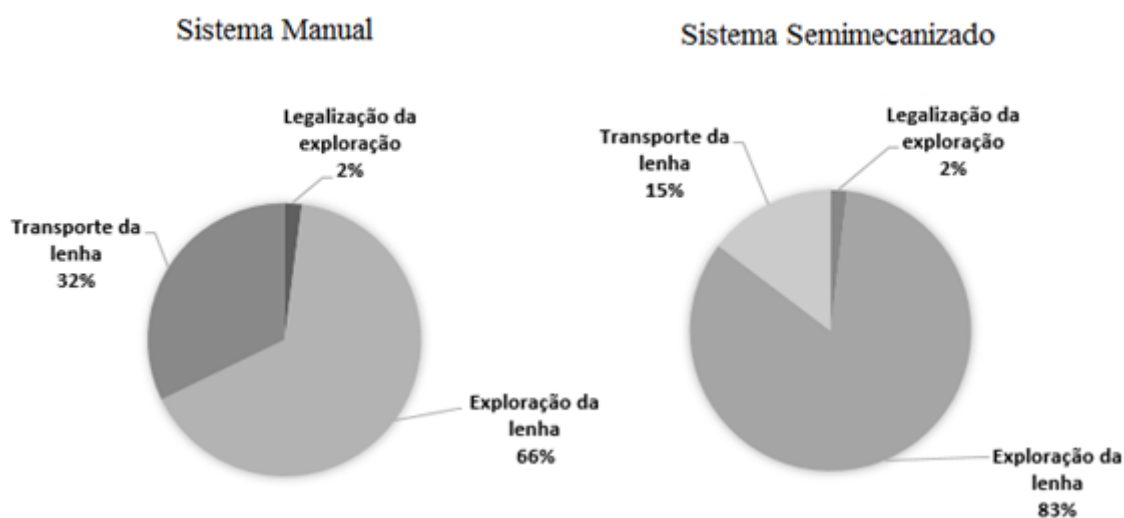


Figura 14 - Composição percentual do custo total da lenha.

Para Marques, Pareyn e Figueiredo (2011), a participação da mão-de-obra na contribuição dos custos no manejo florestal em assentamentos no Sertão de Pernambuco representou em média 93% do custo total. Já Leite et al. (2013) estimaram que no corte de eucalipto com motosserra a mão de obra representa 78% dos custos totais.

Considerando ainda os custos totais e os valores recebidos pela venda do estéreo de lenha, R\$ 35,00 para o sistema manual e R\$ 42,00 para o sistema semimecanizado, estima-se que a distância de transporte máxima viável economicamente seja de 200 km

para o sistema manual e 125 km para o sistema semimecanizado. Essas estimativas corroboram com Riegelhaupt e Pareyn (2010), que afirmaram que demandas localizadas a mais de 200 km ou 300 km não resultam em bom retorno financeiro para os produtores.

Dessa forma, para aumentar o raio econômico viável, seria necessário aumentar o valor da lenha ou reduzir os lucros obtidos pelo proprietário do PMFS e pelo empreiteiro. Reduções no custo de exploração também poderiam incidir no aumento do raio de transporte. Além disso, se os proprietários das áreas com PMFS realizassem a exploração da lenha por conta própria, seu lucro poderia aumentar.

5. CONCLUSÕES

- A sequência de atividades operacionais foi a mesma para os dois sistemas de exploração de lenha estudados.
- O custo de exploração do sistema semimecanizado (com motosserra) foi maior do que o do sistema manual (com machado e foice). Porém, o sistema semimecanizado apresentou maior produtividade e eficiência operacional. Além disso, neste sistema, a jornada de trabalho foi inferior (30%) e o tempo de pausas foi menor (49%).
- Mesmo no sistema semimecanizado, a utilização da foice foi imprescindível.
- As atividades de exploração tiveram maior incidência sobre o custo total da lenha.

6. REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras. **Geomorfologia**, n. 43, p. 1 - 3, 1974.

ALBUQUERQUE, S. G.; BANDEIRA, G. R. L. Effect of thinning and slashing on forage phytomass from a caatinga of Petrolina, Pernambuco, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, p. 885-891, 1995.

ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C. Uso de recursos vegetais da Caatinga: o caso do agreste do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil). **Interciencia**, v. 27, n. 7, p. 336-346, 2002.

ALMEIDA, F. C. P. **Estrutura e regeneração natural em remanescentes de Caatinga sob manejo florestal, Cuité-PB**. 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2014.

ALVARENGA, A. C.; NOVAES, A. G. **Logística aplicada: suprimentos e distribuição física**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2000. 194 p.

AMORIM, I. L.; SAMPAIO E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 19, n. 3, p. 615-623, 2005.

ANDRADE-LIMA, D. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 4, n. 2, p. 149-163, 1981.

ANDRADE, S. C. **Avaliação técnica, social, econômica e ambiental de dois sistemas de colheita florestal no litoral Norte da Bahia**. 1998. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

ARAÚJO, L. V. C.; SILVA, J. A. Unidade Experimental Fazenda Belo Horizonte. In: GARIGLIO, M. A. et al. (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368 p.

ARIMA, E.; VERÍSSIMO, A. **Preços da madeira em pé em polos madeireiros próximos de cinco florestas nacionais da Amazônia**. Brasília: MMA, 2002. 28 p.

APNE – ASSOCIAÇÃO PLANTAS DO NORDESTE. **Estatística florestal da Caatinga 2008**. Natal: MMA e APNE, 2008. 136 p. (Ano 1, Volume 1).

APNE – ASSOCIAÇÃO PLANTAS DO NORDESTE. **Estatística florestal da Caatinga 2015**. Recife: APNE, 2015. 140 p. (Ano 2, Volume 2).

APNE – ASSOCIAÇÃO PLANTAS DO NORDESTE; CNIP – CENTRO NORDESTINO DE INFORMAÇÕES SOBRE PLANTAS. **Planos de Manejo Florestal Sustentado na Caatinga**. Disponível em:

<http://www.cnip.org.br/planos_manejo.html>. Acesso em: 10 out. 2015.

BAGIO, A. J.; STOHR, G. W. D. Resultados preliminares de um levantamento dos sistemas de exploração usados em florestas implantadas no sul do Brasil. **Revista Floresta**, v. 9, n. 2, p. 76-96, 1978.

BNB – BANCO DO NORDESTE. Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste (ETENE). **Informe Setorial: Cerâmica Vermelha**. [S.I.]: BNB, ETENE, 2010. 22 p.

BARNES, R. M. **Estudos de movimentos e de tempos**. Projeto e medida do trabalho. São Paulo: Edgard Blucher, 1977. 648 p.

BELLOTE, A. F. J.; DEDECEK, R. A.; SILVA, H. D. Nutrientes minerais, biomassa e deposição de serapilheira em plantio de Eucalyptus com diferentes sistemas de manejo de resíduos florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 56, p. 31-41, 2008.

BORGES-NOJOSA, D. M.; PRADO, F. M. V.; LEITE, M. J. B.; GURGEL FILHO, N. M.; BACALINI, P. Avaliação do impacto do manejo florestal sustentável na herpetofauna de duas áreas de Caatinga nos municípios de Caucaia e Pacajus no Estado do Ceará. In: GARIGLIO, M. A. et al. (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368 p.

CARVALHO, A. J. E.; ZÁKIA, M. J. B. **Avaliação do estoque madeireiro**: etapa final – inventário florestal do estado do Rio Grande do Norte. Natal: PNUD, FAO, IBAMA, Governo do Rio Grande do Norte, 1994. 85 p. (Documento de campo nº 13) (PROJETO PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007).

CARVALHO, A. J. E. **Plano de Manejo Florestal Sustentável da Fazenda São Pedro**. Natal: FLORESCER PROJETOS E CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA, 2009. 49 p. (Não publicado).

CARVALHO, A. J. E. **Plano de Manejo Florestal Sustentável da Fazenda Riacho do Cabra**. Natal: FLORESCER PROJETOS E CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA, 2012. 61 p. (Não publicado).

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA.
Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte. Recife: EMBRAPA, 1971. 531 p. Disponível em:
<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/73276/1/Bol-tec-21.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2015.

FERRAZ, E. M. N. et al. Composição florística em trechos de vegetação de caatinga e brejo de altitude na região do Vale do Pajeú, Pernambuco. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 21, n. 1, p. 7-15, 1998.

FRANCELINO, M. R. et al. Contribuição da Caatinga na sustentabilidade de projetos de assentamentos no sertão norte-rio-grandense. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 79-86, 2003.

FRM BRASIL. **Florestal Recursos Manejo Brasil**. Disponível em: <http://frm-brasil.com/sobre_nos/>. Acesso em: 05 out. 2015.

GOMES, E. C.; ALVES, E. S. Influência do manejo florestal sobre características físicas e químicas do solo. In: GARIGLIO, M. A. et al. (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368 p.

GOOGLE. **Mapas**. Disponível em: <<http://maps.google.com.br>>. Acesso em: 01 jun. 2015.

GIULIETTI, A. M. et al. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: SILVA, J. M. C. et al. (Eds.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: MMA, 2004. 382 p. p. 47-90.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de Extração Vegetal e da Silvicultura**. Disponível em:

<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pevs/default.asp>>. Acesso em: 22 out. 2015.

IDEMA – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE. **Termo de Referência para Elaboração do Plano de Manejo Florestal Sustentável**. Natal: IDEMA, 2009. Disponível em:

<<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000005854.PDF>>. Acesso em: 05 out. 2013.

IDEMA – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE. **Tabela de preços**. Natal: IDEMA, 2015. Disponível em:

<<http://www.idema.rn.gov.br/>>. Acesso em: 22 out. 2015.

INEA – INSTITUTO DE ESTUDOS INTEGRADOS CIDADÃO DA AMAZÔNIA. **Preços da madeira em pé na vizinhança da Flona Saracá-Taquera**: relatório final. Santarém: INEA, 2009. 178 p. (Relatório de consultoria GTZ – SFB – INEA).

ISAIA, E. M. B. I. et al. **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, A. M. P. **Análise da terceirização na colheita florestal no Brasil**. 2002. 251 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

LEITE, E. S. et al. Avaliação do estudo de tempo e movimentos, produtividade e custo de produção no processo de corte semimecanizado em plantios de eucalipto. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 25, n. 2, p. 84-93, 2013.

LEITE, E. S. et al. Análise técnica e de custos do corte florestal semimecanizado em povoamentos de eucalipto em diferentes espaçamentos. **Cerne**, Lavras-MG, v. 20 n. 3, p. 637-643, 2014.

- LELLES, J. G. et al. Rendimentos e custos no corte de eucaliptos com machado e motosserra. **Arvore**, v. 2, n. 1, p. 20-26, 1978.
- MACHADO, C.C. (Editor). **Colheita Florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2ª ed., 2008. 501 p.
- MACHADO, C. C. O setor florestal brasileiro. In: MACHADO, C.C. (Ed.). **Colheita florestal**. Viçosa: UFV, 2002. Cap. 1, p. 15-32.
- MACHADO, C. C; LOPES, E. S. Análise da influência do comprimento de toras de eucalipto na produtividade e custo da colheita e transporte florestal. **Cerne**, v. 6, n. 2, p. 124-129, 2000.
- MALINOVSKI, J.R.; CAMARGO, C.M.S.; MALINOVSKI, R.A. Sistemas. In: MACHADO, C.C. (Ed.). **Colheita florestal**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. Cap. 6, p. 145-167.
- 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.
- MENDES, B. V. **Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável do Semi-Árido**. Fortaleza: SEMACE, 1997. 108p.
- 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.
- MINETTI, L. J. et al. Análise da influência de fatores climáticos no corte florestal com motosserra. **Árvore**, v. 22, n. 4, p. 527-534, 1998.
- MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Manejo Sustentável dos Recursos Florestais da Caatinga**. Natal: MMA, 2008. 28 p.
- MOURA, D.C. Comunidade de abelhas e plantas como indicadores ambientais em áreas de manejo florestal na Caatinga, Nordeste do Brasil. In: GARIGLIO, M. A. et al.

(Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368 p.

PAREYN, F. G. C. et al. Dinâmica da regeneração da vegetação da Caatinga na unidade experimental PA Recanto III – Lagoa Salgada/RN. In: GARIGLIO, M. A. et al. (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368 p.

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. et al. (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368 p. p. 99-115.

POGGIANI, F. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações florestais de *Eucalyptus* e *Pinus*: implicações silviculturais**. 1985. 229 f. Tese (Livre Docência) – ESALQ – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

PRADO, F. M. V. et al. Mastofauna de duas áreas sob manejo florestal na Caatinga. In: GARIGLIO, M. A. et al. (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368 p.

PRADO, D. E. As caatingas da América do Sul. **Ecologia e conservação da Caatinga**, v. 2, p. 3-74, 2003.

QUEIROZ, L.P. Angiospermas do Semi-árido Brasileiro. In: QUEIROZ, L.P.; RAPINI, A.; GIULIETTI A. M. (Eds). **Rumo ao amplo conhecimento da biodiversidade do Semi-árido Brasileiro**. Brasília: CGEE, 2006. 144 p.

RIEGELHAUPT, E. M. et al. **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. et al. (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368 p. p. 65-75.

RIEGELHAUPT, E. M.; PAREYN, F. G. C.; GARIGLIO, M. A. O manejo florestal como ferramenta para o uso sustentável e conservação da Caatinga. In: GARIGLIO, M. A. et al. (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368 p.

RIO GRANDE DO NORTE (ESTADO). Secretaria Extraordinária de Energia e Secretaria de Desenvolvimento Econômico (SEDEC). **Balanco energético do Estado do Rio Grande do Norte 2006**: Ano Base 2005. Secretaria Extraordinária de Energia e Secretaria de Desenvolvimento Econômico (SEDEC): Natal, 2006. 103 p. (Série Informações Energéticas, 1).

RODAL, M. J. N.; NASCIMENTO, L. M. The Arboreal component of a dry forest in Northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 2, p. 479-491, 2006.

SANT'ANNA, C. M. Corte. In: MACHADO, C.C. (Ed.). **Colheita Florestal**. 2. Ed. Viçosa: UFV, 2008. 501 p.

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**, v. 24, n. 1, p. 73-81, 2000.

SANTOS, S. L. M. et al. Avaliação técnica e econômica do corte florestal semimecanizado em diferentes volumes por árvore e comprimentos de tora. **Árvore**, v. 24, n. 4, p. 417-422, 2000.

SEIXAS, F. Extração. In: MACHADO, C.C. (Ed.). **Colheita florestal**. Viçosa: UFV, 2002. Cap. 4, p. 89-128.

SEIXAS, F.; CAMILO, D. R. **Colheita e transporte florestal**. Notas de aula. Piracicaba: ESALQ/USP, 2008. 241 p. Não Publicado.

SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL. **O Seminário**. Disponível em: <<http://www.expoforest.com.br/seminariodecolheita/>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

SFB – SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Avaliação da demanda por lenha na região Nordeste e alternativas sustentáveis para sua produção.** SFB: Natal, 2013. 6 p. (Nota Técnica, Unidade Regional do Nordeste).

SILANS, A. P., SILVA, F. M.; BARBOSA, F. A. R. Determinação in loco da difusividade térmica num solo da região de caatinga (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 41-48, 2006.