



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA FLORESTAL EM CAATINGA, NA REGIÃO SUL DO PIAUÍ

Guilherme Giesel¹
Martha Andreia Martha Brand¹
Nayara Bergamo Casagrande¹
Gisele Paim Ribeiro Domingues Lopes¹
Reny Aldo Henne¹

¹ Universidade do Estado de Santa Catarina

QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA FLORESTAL EM CAATINGA, NA REGIÃO SUL DO PIAUÍ

Resumo: Este trabalho teve o objetivo de quantificar a biomassa produzida na caatinga do sul do Piauí, visando a sua utilização sustentável para a geração de energia elétrica. O trabalho foi desenvolvido em um empreendimento privado, (9°29'03" e 9°53'16" Latitude Sul, 43°51'35" e 44°25'13" Longitude Oeste). Foi quantificada a biomassa, através de pesagem de todas as árvores contidas em dezessete parcelas com dimensões de 20 x 20 m. Foram calculados: a quantidade de biomassa gerada e o potencial de geração de energia elétrica da biomassa na formação florestal. A densidade populacional por unidade de área é alta (4205 árvores/ha). A maior parte dos indivíduos (51,87%) tem entre 02 a 05 cm de diâmetro, representando pequena contribuição para a produção de biomassa. Da biomassa útil para geração de energia, 46,99% dos indivíduos tem entre 6 a 25 cm de diâmetro, representando 76,93% da biomassa disponível para geração de energia. A produção média de biomassa por unidade de área é alta (170 toneladas/ha). A produção anual de biomassa permite a implantação de uma termelétrica com capacidade de geração de 53 MWh de energia elétrica.

Palavras-chave: nordeste brasileiro; manejo sustentável; lenha.

QUANTIFICATION OF FOREST BIOMASS IN CAATINGA VEGETATION, IN SOUTHERN PIAUÍ

Abstract: This study aimed to quantify the biomass produced in the savanna in the south of Piauí, aiming at their sustainable utilization for power generation. The study was conducted in a private development (9 ° 29'03 "and 9 ° 53'16" South Latitude, 43 ° 51'35 "and 44 ° 25'13" West Longitude). In seventeen plots with dimensions of 20 x 20 m, biomass was quantified by weighing all the trees contained in the plots. We calculated the amount of biomass generated and the potential for electricity generation from biomass in the forest formation. The density per unit area is high with 4205 trees / ha. Most patients (51.87%) is between 02 to 05 cm in diameter, representing small contribution to the biomass. Useful for the biomass power generation, 46.99% of individuals have between 6 and 25 cm in diameter, representing 76.93% of the available biomass for power generation. The average yield of biomass per unit area is high (170 t / ha). The annual production of biomass in the analyzed project enables the deployment of a thermoelectric plant with a generation capacity of at least 53 MWh of electricity.

Key words: Brazilian Northeast; sustainable management; firewood.

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga é um mosaico de arbustos espinhosos e de florestas sazonalmente secas, com mais de 2.000 espécies de plantas vasculares, peixes, répteis, anfíbios, aves e mamíferos (LEAL et al., 2005). Rodal; Sampaio (2002) identificaram três características básicas desta formação vegetal: (i) a vegetação que cobre uma área grande e mais ou menos contínua, no Nordeste do Brasil, submetida a um clima semi-árido, bordada por áreas de clima mais úmido; (ii) a vegetação com plantas que apresentam características relacionadas a adaptação a deficiência hídrica (caducifólia, herbáceas anuais, suculência, acúleos e espinhos, predominância de arbustos e árvores de pequeno porte, cobertura descontínua de copas; e (iii) a vegetação com algumas espécies endêmicas a esta área semi-árida e com algumas espécies que ocorrem nesta área e em outras áreas secas mais distantes, mas não nas áreas circunvizinhas.

Com relação as espécies mais utilizadas da caatinga, 70,49% das espécies são utilizadas para construção, 65,57% delas são aplicadas em usos medicinais (SANTOS et

al., 2008), e 54,91% das espécies são usadas como combustível (FRANCELINO et al.; 2003; SANTOS et al., 2008; RAMOS et al., 2008, ALVAREZ, sd). Outra parte da vegetação é usada como pastagem nativa, com os animais consumindo a vegetação herbácea presente na época de chuvas e as folhas de árvores e arbustos que caem ao longo da seca (SCHACHT et al., 1989).

Como combustível, a lenha pode ser utilizada como fonte energética para indústrias, comércio e domicílios, além de ser transformada em carvão vegetal (PAREYN, 2010). A lenha pode ser a finalidade principal da exploração da caatinga, ou obtida a partir da abertura de áreas para plantio no sistema de agricultura itinerante (SCHACHT et al., 1989). Segundo Sampaio (2010), principalmente nas cercanias dos grandes centros consumidores, a produção de lenha que antes era um subproduto da abertura de áreas da agricultura itinerante, passou a ser uma atividade independente.

Sampaio (2010) lembra que a agricultura itinerante deixou um legado de áreas degradadas, principalmente nas encostas, onde a erosão arrastou parte dos solos já originalmente rasos e a retirada de nutrientes, sem reposição, reduziu a capacidade de produção nos anos de boas chuvas. As baixas produtividades têm levado ao abandono gradativo desse tipo de agricultura nas áreas menos favorecidas, cedendo lugar a pecuária e a produção de lenha, que tem se expandido. Estas, por sua vez, são formas de uso mais sustentáveis e a elas se deve a preservação de grande parte do que ainda resta de vegetação nativa. Assim, fica evidente que as práticas de pecuária e de extração de lenha precisam ser melhor estudadas e regulamentadas.

Paupitz (2010) também destaca que a sazonalidade da produção é outra característica da produção agrícola e a incorporação de faixas florestais para a produção de lenha, carvão vegetal, extração de fibras, frutos e ervas medicinais pode permitir a geração de receitas complementares a renda familiar, especialmente durante as estiagens, depois das colheitas e durante os períodos pré-safra, e que segundo Paupitz (1989) garante a sobrevivência de milhares de pequenos produtores rurais, especialmente durante as secas e períodos prolongados de estiagem que afetam a capacidade de produção de alimentos e a sobrevivência do núcleo familiar.

Portanto, o uso alternativo do solo, sem a implantação de planos de manejo florestal que garantam a manutenção da vegetação pode levar ao colapso ambiental do ecossistema. Além das vantagens sócio-ambientais, projetos de uso sustentável são fundamentais para a economia de regiões como o Nordeste.

Conforme a Lei no 11.284 (BRASIL, 2006), é possível viabilizar a exploração florestal em grandes extensões, criando atividades rentáveis para as populações locais e garantindo a gestão sustentável dos recursos. Através da gestão concessionária seria possível a incorporação de grandes áreas florestais para a produção, em escala industrial, de lenha e carvão vegetal, tanto no oeste da Bahia como no sul do Piauí.

Porém, o acompanhamento de iniciativas de implantação de projetos de manejo sustentável revelou grandes dificuldades pelas quais os investidores passaram. Um exemplo disso é a área onde foi desenvolvido o estudo aqui apresentado. Dos 114 mil ha da área total do projeto no qual esta pesquisa foi pautada, 80 mil ha seriam convertidos para plantação de soja, milho e arroz. Por influência direta dos órgãos ambientais federais, o projeto passou a ter um status diferenciado, de manejo florestal sustentável da vegetação da Caatinga para a produção de carvão vegetal.

No entanto, o projeto de manejo sustentável, visando a utilização da madeira para a produção de carvão vegetal gerou grandes discussões sobre a manutenção do ecossistema florestal e outras questões sociais e econômicas, o que inviabilizou a instalação e continuidade do projeto. Com a suspensão do empreendimento, surgiu a oportunidade de estudos para o uso da caatinga, em sistema de manejo sustentável, para a geração de energia elétrica em sistema termelétrico.

Esta mudança de aplicação energética não sofre do preconceito que a sociedade tem em relação ao carvão vegetal. Isto porque trata-se do uso de uma fonte renovável para a geração de energia limpa, contribuindo tanto para a geração de emprego na colheita, tratamento e transporte da biomassa, como na usina de geração, aumentando a renda da população local, gerando também energia elétrica localmente, o que promove, juntamente com outras ações o desenvolvimento regional. Desta forma, projetos desta natureza são capazes de fortalecer o incentivo e aplicação de projetos de manejo em sistemas florestais nativos para a geração de energia limpa.

Por outro lado, muitas das argumentações contrárias ao uso de sistemas nativos para a geração de energia não são embasadas em informações oriundas de trabalhos exaustivos de quantificação e qualificação da biomassa produzida pela floresta, bem como sobre a caracterização e classificação correta do sistema florestal. Assim, estudos desta natureza trarão luz às discussões e determinarão de forma conclusiva a viabilidade de uso de sistemas nativos sob regime sustentável, para o uso na geração de energia.

Além disso, apesar do uso intensivo da caatinga como combustível, pouco se sabe sobre as quantidades de biomassas que são retiradas e recicladas nas partes das plantas utilizadas para este fim (SILVA; SAMPAIO, 2008). Portanto, este trabalho teve o objetivo de quantificar a biomassa produzida na caatinga do sul do Piauí, visando sua utilização sustentável para a geração de energia elétrica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição da área de estudo

O trabalho foi desenvolvido em um empreendimento privado, denominado Condomínio Fazenda Chapada do Gurgúeia, no sul do Piauí. O condomínio pertence a dois municípios: Redenção do Gurgúeia e Morro Cabeça no Tempo, cujas sedes se localizam respectivamente a noroeste e a sudeste da sede da propriedade (9°29'03" e 9°53'16" Latitude Sul, 43°51'35" e 44°25'13" Longitude Oeste) (TONIOLO et al., 2005) (Figura 1).

Segundo Toniolo et al. (2005), o empreendimento tem área total de 114.755 ha, localizada no topo plano de uma chapada sedimentar arenítica (Serra Vermelha). A área do condomínio situa-se integralmente na Grande Unidade de Paisagem das Chapadas Intermediárias e na Unidade Geoambiental das Chapadas do Extremo Sul do Piauí (B2), segundo o Zoneamento Agroecológico do Nordeste do Brasil.

A região situa-se na transição de Tropical Semi-Árido para Tropical Sub-Úmido Seco. A estação seca é do mês de maio a outubro e a chuvosa é de novembro a abril, com precipitação média anual de 850 mm, beneficiando-se, ainda, durante a estação seca, por abundante orvalho e pelas "neblinas". As temperaturas máximas variam de 29,4 °C em fevereiro a 36 °C no mês de setembro. A umidade do ar apresenta médias mensais variando de 43 % no mês de agosto (mais baixa) a 80 % no mês de janeiro.

A vegetação existente dentro do empreendimento pode ser denominada fitogeograficamente como Savana Estépica Florestada (caatinga), segundo a classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1992) constituída por indivíduos micro e ou nanofanerófitos, com média de 5 m, excepcionalmente ultrapassando os 7 m de altura, mais ou menos densos, com grossos troncos e esgalhamento bastante ramificado, em geral providos de espinhos ou acúleos, com total descidualidade na época desfavorável (IBGE, 1992).

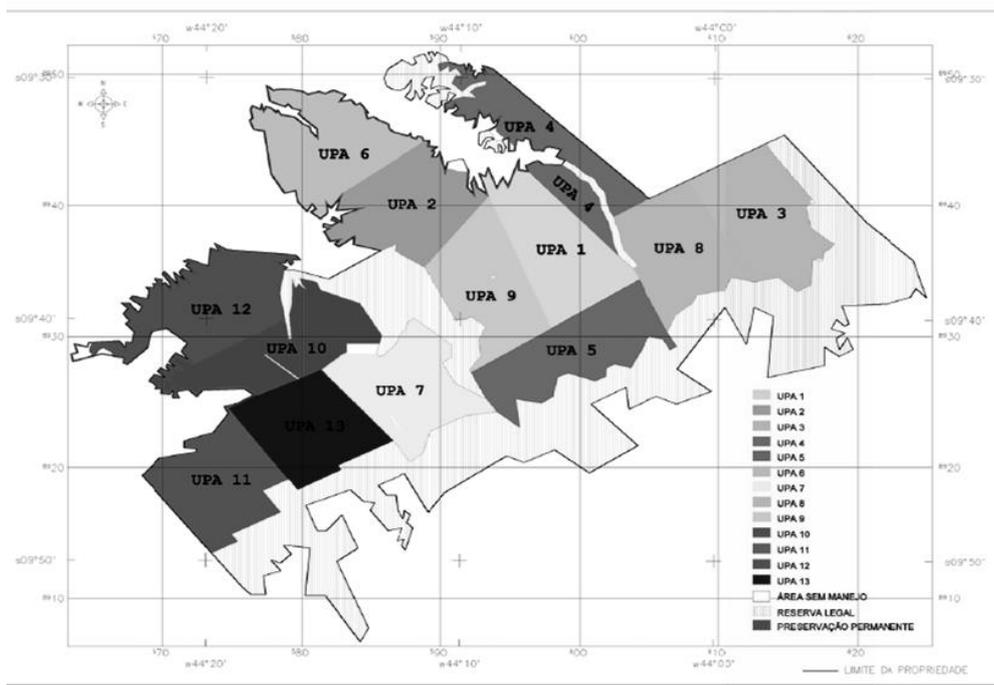


Figura 01 – Área do projeto de Manejo Sustentável da Caatinga - Condomínio Fazenda Chapada do Gurgúeia, na região sul do Piauí (TONIOLO et al., 2005).

Quanto ao levantamento florístico foram identificadas 66 espécies na formação florestal. A vegetação tem 19 espécies com maior abundância, que representam 76% da diversidade. As espécies de maior ocorrência foram: goiaba brava (*Eugenia sp.*), João mole (*Pisonia sp.*), canela de velho (*Cenostigma gardnerianum*), marmela (*Desmodium discolor*), açoita cavalo (*Luehea sp.*), figueirinha da caatinga (não identificada) e pau de casca (não identificada). A vegetação apresenta diversidade florística alta para um bioma com restrição forte ao crescimento como a deficiência hídrica.

2.2. Quantificação da biomassa para geração de energia elétrica

O inventário florestal da área e levantamento quantitativo da biomassa foram realizados em três momentos. O primeiro foi feito pelo órgão de liberação do plano de manejo no Brasil (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA) entre os anos 2005 e 2006, o segundo por Toniolo et al. (2005) que elaboraram o Plano de Manejo Florestal Integrado Sustentável – Projeto Energia Verde (2005). O terceiro levantamento quantitativo da biomassa foi realizado para aferição dos dados do Plano de manejo e análise da potencialidade de uso da biomassa para a geração de energia elétrica, pelos autores deste trabalho, nos anos de 2007 e 2008, cujos resultados serão aqui apresentados. Estes resultados, por sua vez foram comparados com os apresentados por Toniolo et al. (2005).

A quantificação da biomassa foi feita através de amostragem aleatória. As parcelas foram demarcadas no mapa e campo, sem nenhuma tendência ou escolha prévia da categoria de solo, vegetação ou outra característica que pudesse influenciar ou estratificar os dados, baseando-se no PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007- semi-árido.

O trabalho de campo consistiu na demarcação de dezessete parcelas de 20 m x 20 m, a uma distância mínima de 50 metros da bordadura da floresta. As parcelas foram

alocadas dentro das UPA¹s (Tabela 1). Nestas unidades amostrais foram incluídos os galhos na pesagem, além dos troncos. A área das parcelas foi limpa, se retirando os cipós para facilitar a derrubada das árvores.

Todas as parcelas foram alocadas ao lado das parcelas permanentes utilizadas na elaboração do plano de manejo por Toniolo et al. (2005) (Tabela 1). Este procedimento foi adotado para possibilitar a repetibilidade dos dados, comparando-se assim o incremento na produção de biomassa resultante da inclusão dos galhos extraídos da parcela, que não tinham sido mensurados por Toniolo et al. (2005).

Tabela 01 – Descrição e localização das parcelas utilizadas para a avaliação da produção de biomassa em vegetação de caatinga arbórea.

UPA	1	2	2	4	5	5	5	6	6	7	7	7	8	9	9	11	13
Parcela Toniolo et al.(2005)	10	07	08	27	32	31	34	09	24	19	20	21	33	26	06	15	05
Parcela (autores)	07	04	03	08	10	09	11	02	01	13	14	15	12	06	05	17	16

Todas as árvores foram derrubadas e traçadas com comprimento médio de 1 m para posterior pesagem em balança eletrônica rodoviária. Após a coleta da lenha de maior dimensão, foi refeita uma verificação na parcela para o aproveitamento máximo da biomassa, onde foram coletados e pesados também os galhos com diâmetro maior que 2 cm. A biomassa dos galhos coleta nas parcelas também foi depositada em caminhão, pesada em balança eletrônica rodoviária.

A partir da quantificação da biomassa, foi calculado o potencial de geração de energia elétrica a partir da biomassa florestal. Este foi calculado a partir de dados previamente conhecidos, oriundos da experiência do uso da biomassa florestal em um sistema de co-geração instalado na cidade de Lages, em Santa Catarina. Estes dados incluíram: (a) Poder calorífico líquido médio da biomassa de 1550 kcal/kg (valor da biomassa florestal utilizada na co-geradora); (b) a produção de biomassa, por unidade de área, obtida através dos resultados do trabalho; (c) um fator de conversão de 2,2 toneladas de biomassa para a geração de 1 MW/hora de energia elétrica²; e (d) e no consumo médio de 200 KW/hora/mês de energia elétrica de uma residência urbana.

Os dados desta co-geradora, apesar de ficar em uma região geográfica muito distinta da região onde o levantamento foi realizado, pode ser utilizado para a validação do trabalho, pois o poder calorífico superior das madeiras em geral não possui elevada variação e o que determina a redução significativa do poder calorífico líquido é o teor de umidade. Assim, o uso do valor de 1550 kcal/kg para a biomassa utilizada em uma planta de geração de energia é um valor prático que pode ser aplicado independentemente das espécies que compõe a vegetação analisada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

¹ UPA – Unidade de produção anual, com área de 6000 ha, determinada no plano de manejo com a área necessária e ideal para o ciclo de manejo que foi determinado como de 13 anos. Ou seja, a exploração é feita na UPA durante um ano, e após o manejo da regeneração natural, após 13 anos a mesma UPA volta a ser explorada para a produção de biomassa.

² Este valor é baseado em valores de eficiência obtidos na co-geradora de energia na região de estudo.

A Tabela 02 apresenta os valores dendrométricos médios da vegetação, obtidos de Toniolo et al. (2005). A distribuição diamétrica das árvores dá um indicativo da estrutura da floresta, com a distribuição dos indivíduos dentro da formação florestal.

A distribuição das árvores por classe diamétrica é fundamental para projetos onde se prevê o uso da biomassa para geração de energia elétrica. Isso porque a variação de diâmetro, juntamente com a quantidade de biomassa por classe diamétrica é importante para o dimensionamento dos picadores florestais ou industriais utilizados para a conversão das toras em cavacos. Estes cavacos por sua vez são utilizados nas caldeiras das termelétricas para geração de vapor e energia elétrica.

Tabela 02 - Dados dendrométricos da vegetação existente na área do Condomínio Fazenda Chapada do Gurgúeia.

Classe diamétrica (cm)	Número de árvores/ha	Diâmetro médio (cm)	Massa úmida (t/ha)	Massa seca (t/ha)	Volume (m³/ha)
2 a 5	2181	3	6,740	4,539	6,3
6 a 9	991	7	19,276	12,981	18,03
10 a 13	538	10	29,419	19,810	27,51
14 a 17	244	14	29,419	19,811	27,51
18 a 25	203	18	47,719	32,134	44,63
26 a 99	48	30	30,994	20,871	28,99
Total	4205	-	163,568	110,147	152,97

Fonte: Adaptado de Toniolo et al. (2005).

Na área de estudo, o maior parte dos indivíduos (51,87%) teve entre 02 a 05 cm de diâmetro. Em geral, este material deve ficar no campo, pois os custos para o seu recolhimento encarece a colheita, aumenta o tempo de trabalho em campo e o número de trabalhadores envolvidos nesta etapa do processo. Além disso, o volume e a massa de biomassa representada por esta parcela da população é insignificante (4,12%).

Além disso, se o processo de coleta ou colheita for mecanizado, se necessita de garras com menor abertura e que não são aplicáveis para biomassa de maior diâmetro. Na coleta ocorre a contaminação por terra, areia e pedras, causando aumento da porcentagem de cinzas e conseqüentemente mais resíduos no processo de combustão e geração de energia, além de maiores perdas no transporte, por queda do material.

Este material normalmente contém nutrientes em maior quantidade e disponibilidade para o meio, até mesmo pela maior rapidez na biodegradação, devido as menores dimensões. Portanto, a permanência deste material na floresta pode ser desejado, pois pode propiciar cobertura do solo, retenção da umidade e disponibilização de nutrientes para a regeneração da floresta em sistemas de manejo sustentável.

Desta forma, se for considerado que o material entre 2 a 5 cm permaneça no solo ter-se-ia uma disponibilidade média de 157 t/ha de massa úmida, 106 t/ha em massa seca ou 147 m³/ha. Da biomassa útil para geração de energia, 46,99% dos indivíduos tem entre 6 a 25 cm de diâmetro, representando 76,93% da biomassa disponível.

Além disso, em 50% das parcelas analisadas, o maior volume e massa seca de biomassa estão concentrados entre os diâmetros de 18 a 25 cm. Em 23% das parcelas, o maior volume e massa seca de biomassa estão entre 26 a 99 cm, e em 17% delas o maior

volume e peso seco de biomassa se encontra entre os diâmetros de 10 a 13 cm. Esta informação é importante, pois demonstra que a maior quantidade de biomassa disponível para utilização na geração de energia terá diâmetro entre 10 e 99 cm.

No entanto, na formação florestal avaliada os diâmetros extremos próximos de 99 cm foram raros. Os trabalhos de campo demonstraram que as árvores de maior diâmetro em geral são ocas e com cupinzeiros em seu interior, reduzindo a biomassa e aumentando a contaminação com terra e areia. Isso pode representar dificuldades de operação nos picadores florestais e industriais por necessidade de desdobro prévio.

Silva; Sampaio (2008), trabalhando em espécies da caatinga, lembram que nas plantas a partir de 17,5 cm de DAP, cerca de 70% da biomassa era de caules e galhos maiores que 5 cm de diâmetro, 20% de galhos entre 1 e 5 cm, 5% de ramos <1 cm e 5% de folhas. A variável isolada que melhor estimou as biomassas das partes foi o DAP. Esta informação também é importante para o planejamento do aproveitamento da árvore inteira em projetos de geração de energia.

O número médio de indivíduos por hectare indica que a floresta tem densidade alta, com muitos indivíduos por unidade de área, porém com dominância de indivíduos com diâmetro pequeno.

Na Tabela 03 são apresentados os valores de produção de biomassa por unidade de área, obtidos a partir de 17 parcelas medidas para a realização deste estudo. A produção média de biomassa, considerando todas as parcelas avaliadas, foi de 170 t/ha (1.020.000 t/ano para uma área média de exploração de 6.000 ha). Segundo Toniolo et al. (2005), no plano de manejo, foi prevista a exploração de 6.000 ha/ano, prevendo-se um ciclo de 13 anos para a regeneração da floresta, antes de novo corte.

Tabela 03 – Quantidade de biomassa produzida por unidade de área no sul do Piauí.

UPA	Parcela	Massa úmida (kg/parc.)	Parcela (Toniolo et al. (2005))	Massa úmida (kg/parc.) (Toniolo et al. (2005))	Diferença de entre pesagens (kg/ parc.)	Média p/UPA (t/ha)
6	1	6.150	24	-	-	157
6	2	6.380	09	3.435	2.945	
2	3	6.210	08	3.398	2.812	158
2	4	6.390	07	5.229	1.161	
9	5	4.370	06	3.874	496	104
9	6	3.960	26	3.444	516	
1	7	6.850	10	4.324	2.526	171
4	8	6.760	27	-	-	169
5	9	8.430	31	-	-	177
5	10	7.630	32	-	-	
5	11	5.230	34	-	-	
8	12	7.190	33	-	-	180
7	13	7.720	19	4.507	3.213	208
7	14	8.380	20	5.423	2.957	
7	15	8.820	21	4.446	4.374	
13	16	10.220	05	5.029	5.191	256
11	17	4.910	15	3.898	1.012	123
Média		6.800		4.241		170

Em termos de geração de energia elétrica, considerando um fator de conversão da termelétrica de 2,2 t de biomassa/MW de energia elétrica gerada³, para uma área de exploração de 6.000 ha/ano, com produção média de 170 toneladas/ha, seria possível a instalação de uma termelétrica com capacidade de geração de pelo menos 53 MWh.

Conservando uma variação de 20% em relação à média, e excluindo os valores mais elevados de produção pode-se ter, uma produção média de 136 t/ha (817.500 t/ano), ou no caso oposto, excluindo-se os valores mais baixos de produção, seria possível obter uma produção média de 187 t/ha (1.120.731 t/ano).

As parcelas foram alocadas próximas às parcelas utilizadas para a elaboração do plano de manejo para possibilitar a comparação dos resultados. Portanto, a expectativa de que a quantidade de biomassa obtida neste estudo fosse maior que na medição feita para o plano de manejo se confirmou. O aproveitamento feito na quantificação da biomassa para a geração de energia elétrica foi maior que o realizado para a produção de carvão, feita por Toniolo et al. (2005). Isso porque, os galhos grossos e finos foram traçados e coletados, sendo pesados juntamente com as toras retiradas dos troncos das árvores, ficando no campo somente as folhas e galhos muito finos.

A produtividade da biomassa foi intermediária aos resultados observados por Kauffmann et al., (1993), que quantificou a biomassa total da vegetação da caatinga em Serra Talhada (74 t/ha) e De Paula (1993) que encontrou 268 t/ha de madeira seca.

4. CONCLUSÕES

A densidade populacional por unidade de área é alta, com 4205 árvores/ha.

A maior parte dos indivíduos (51,87%) tem entre 02 a 05 cm de diâmetro, representando pequena contribuição para a produção de biomassa.

A biomassa de pequena dimensão deve ser deixada no campo para propiciar cobertura do solo, retenção da umidade e disponibilização de nutrientes.

Da biomassa útil para geração de energia, 46,99% dos indivíduos tem entre 6 a 25 cm de diâmetro, representando 76,93% da biomassa para geração de energia.

A produção média de biomassa por unidade de área foi alta (170 t/ha).

A produção anual de biomassa no projeto analisado permite a implantação de uma termelétrica com capacidade de geração de pelo menos 53 MWh de energia elétrica.

5. AGRADECIMENTOS

A empresa Tractebel Energia S.A. pelo apoio financeiro através do projeto “Análise da potencialidade de uso de biomassa oriunda de florestas nativas sob manejo sustentável para a geração de energia” (ANEEL 0403-001/2007), ciclo 2006-2007; à empresa JB Carbon S.A pelo à Fazenda Chapada do Gurguéia; à Universidade do Planalto Catarinense pelo apoio financeiro.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

³ Este valor é baseado em valores de eficiência obtidos na co-geradora de Energia da empresa Tratebel Energia S.A – UCLA Lages, em operação desde 2005.

ALVAREZ, I. A.; OLIVEIRA, A. R. DE OLIVEIRA, V. M. DO N., GARRIDO, M. A. Potencial energético de área conservada de caatinga em Petrolina – PE. Petrolina: Embrapa Semi-Árido. Sem Data.

BRASIL. Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/legislacao/legislacao-1/leis-ordinarias/legislacao-1/leis-ordinarias/2006#content>> Acesso em: 17 mai. 2012.

DE PAULA, J.E. Madeiras da caatinga úteis para a geração de energia. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Colombo, v.28, n. 2, p. 153-165. 1993.

FRANCELINO, M. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; RESENDE, LEITE, H. G. Contribuição da caatinga na sustentabilidade de projetos de assentamentos no sertão Norte-Rio-Grandense. *Árvore*, Viçosa, v.27, n.1, p.79-86, 2003.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Manual técnico de Vegetação brasileira. Rio de Janeiro. 1992.

KAUFFMAN, J. B.; SANFORD JR., R. L.; CUMMINGS, D. L.; SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. Biomass and nutrient dynamics associated with slash fires in neotropical dry forests. *Ecology*, v. 74, n. 1, p. 140-151, 1993.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C. DA; TABARELLI, M.; LACHER JR., T. E. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, julho, 2005.

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.], organizadores. *Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga*. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p 99-112.

PAUPITZ, J. Elementos da estrutura fundiária e uso da terra no semi-árido brasileiro. In: GARIGLIO, M. A.[et al.], organizadores. *Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga*. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010.p 49-62.

PAUPITZ. J. Considerações sobre a extensão florestal: perspectivas e objetivos. Natal: Projeto PNUD/FAO/BRA/87/007, 1989.8 p.(Circular Técnica, 02).

RAMOS, M. A.; MEDEIROS, P. M. DE, ALMEIDA, A. L. S. DE; FELICIANO, A. L. P.; ALBUQUERQUE, U. P. DE. Use and knowledge of fuelwood in an area of Caatinga vegetation in NE Brazil. *Biomass and Bioenergy*, v.32, p. 510–517, 2008.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B. A vegetação do bioma caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGINIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. (Ed.). Vegetação e flora da caatinga. Recife: PNE/CNIP, 2002. p. 11-24.

SAMPAIO, E. V. DE S. B. Caracterização do bioma caatinga – Características e potencialidades. In: GARIGLIO, M. A.[et al.], organizadores. Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p 29-42.

SANTOS, J.P., ARAÚJO, E.L., ALBUQUERQUE, U.P. Richness and distribution of useful woody plants in the semi-arid region of northeastern Brazil. *Journal of Arid Environments*, v. 72, p 652–663, 2008.

SCHACHT, W. H.; MESQUITA, R. C. M.; MALECHEK, J. C.; KIRMSE, R. D. Response of caatinga vegetation to decreasing levels of canopy cover. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 24, n. 11, p. 1421-1426, 1989.

SILVA, G.C. e SAMPAIO, E.V.S.B. Biomassas de partes aéreas em plantas da caatinga. *Árvore*, Viçosa, v.32, n.3, p.567-575, 2008.

TONIOLO, E.R. LEAL JUNIOR, G., CAMPELLO, R.C.B. Plano de Manejo Florestal Integrado Sustentável – Projeto Energia Verde. Plano de Manejo Florestal sustentável. Redenção do Gurguéia, Piauí. 2005. 66 p.