



# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

## OTIMIZAÇÃO DO USO DE RESÍDUOS EM FLORESTAS DE Pinus sp. PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA

Nayara Bergamo Casagrande<sup>1</sup>  
Martha Andreia Martha Brand<sup>1</sup>  
Gisele Paim Ribeiro Domingues Lopes<sup>1</sup>  
Reny Aldo Henne<sup>1</sup>  
Guilherme Giesel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade do Estado de Santa Catarina



## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

### QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS EM FLORESTAS DE *Pinus taeda* L. PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA

**Resumo:** O presente estudo teve por objetivo a quantificação da biomassa acima do solo, bem como definir a sua distribuição percentual, em um povoamento de *Pinus taeda* L., com 16 anos de idade. Foi realizado um inventário florestal para que as classes diamétricas fossem estabelecidas, e posteriormente a árvore dg de cada classe foi determinada, em seguida foram colhidas sete árvores distribuídas por toda a amplitude diamétrica da floresta, as quais tiveram seus componentes separados e posteriormente pesados no campo. Para determinação do teor de umidade retiraram-se amostras do fuste a 0%, 50% e 95% da altura comercial da árvore, para a ponteira retirou-se um disco próximo aos 10% de altura da mesma, para os galhos obteve-se uma amostra homogênea e por fim, uma amostra de acículas. Para o presente estudo se for aproveitado um diâmetro mínimo até 8 cm, a biomassa do resíduo gerado apresentará um total de 53,8 t/ha, sendo que 39,2 t/ha destes são provenientes dos galhos, 9,7 t/ha das acículas e 4,9 t/ha da ponteira. O povoamento estudado apresenta um total de 640 t de resíduos florestais. A distribuição da biomassa nos componentes da árvore segue a seguinte disposição: 88% da biomassa concentra-se no fuste, 9% nos galhos, 2% nas acículas e 1% na ponteira. Os galhos foram considerados o melhor material para geração de energia, pois apresentaram o menor teor de umidade.

**Palavras-chave:** biomassa, resíduo, energia.

### QUANTIFICATION OF RESIDUES IN PLANTED FORESTS OF *Pinus taeda* L. FOR ENERGY GENERATION

**Abstract:** The objective of the present study was to quantify the biomass above the soil, as well as to define its percentage distribution, in a stand of *Pinus taeda* L., with 16 years of age. A forest inventory was made so that the diametric classes were established, and later the QMD tree (tree of quadratic mean diameter) of each class was determined, then seven trees distributed along the diametric range of the forest were harvested, they had their components separated and later weighed in the field. To determine the moisture content, samples were taken from the stem at 0%, 50% and 95% of the commercial height of the tree, for the tip, a disk near the 10% height was removed, a homogeneous sample was obtained for the branches and, finally, a sample of needles. For the present study, if a minimum diameter of up to 8 cm is used, the biomass of the residue generated will present a total of 53,8t/ha, where 39,2t/ha of these are from the branches, 9,7t/ha from the needles and 4,9t/ha from the tip. The stand presents a total of 640t of forest residues. The distribution of the biomass in the components of the tree follows the present order: 88% of the biomass is concentrated in the stem, 9% in the branches, 2% in the needles and 1% in the tip. The branches were considered the best material for energy generation, since they presented the lowest moisture content.

**Keywords:** biomass, residue, energy.

## 1. INTRODUÇÃO

Vários países vêm promovendo mudanças em suas matrizes energéticas, cenário onde as energias renováveis ganham destaque e importância. Estas

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

mudanças estão baseadas na necessidade de redução do uso de derivados do petróleo e, na busca pela independência em relação aos países exportadores de tal combustível fóssil (FERNANDES et al., 2012). Devido a este crescente interesse pela busca de novas fontes de energia, estima-se que em 2050 as energias renováveis poderão chegar a suprir cerca de 80% das demandas globais (OLIVEIRA, 2011).

O uso intenso de energias não renováveis apresenta-se como uma das principais causas das alterações climáticas. Frente a este problema e a redução considerável das reservas de combustíveis não renováveis, a biomassa vegetal é vista como uma excelente alternativa para estar suprimindo determinada demanda e solucionando tais problemas (SETTE JUNIOR et al., 2004).

Segundo Foelkel (2007) boa parte dos resíduos florestais, provenientes da colheita da madeira para celulose, já estão sendo utilizados na geração de energia para abastecimento das próprias fábricas de celulose e papel, conferindo uma redução no custo do sistema e melhor aproveitamento deste material. De acordo com Sanquetta (2005), estes resíduos podem apresentar-se como um problema, à medida que significam desperdício e baixa eficiência no aproveitamento do material lenhoso.

Para que haja um controle efetivo sobre a geração e aproveitamento dos resíduos florestais, é necessário quantificar, avaliar e monitorar a geração destes por meio de técnicas específicas (SANQUETTA, 2005). Para a quantificação da biomassa florestal as metodologias utilizadas consistem nos métodos diretos ou indiretos. A primeira refere-se à medição real da biomassa, ou seja, pesagem dos componentes (SETTE JUNIOR et al., 2004). Já a segunda, obtém os dados de biomassa por meio de regressões ou ainda de relações quantitativas e matemáticas, correlacionando dados do inventário florestal (DAP, altura e volume), não necessitando destruir o material vegetal (SANQUETTA, 2002).

Segundo Sanquetta (2002) e Miranda (2008), os métodos diretos podem ser classificados em duas categorias: método da árvore individual, que utiliza árvores-amostras para o levantamento; e o método da parcela, no qual se determina a biomassa em uma determinada unidade de área, através do corte total ou então pela amostragem em múltiplo estágio.

Segundo Pardé (1980) o método da árvore individual é feito mediante a seleção de uma árvore média (*mean tree method*), a qual será estabelecida a partir da realização de um inventário florestal piloto. Esse autor afirma que é comum o emprego da árvore de área seccional média ou “*dg*”. Após determinada esta árvore, realiza-se a quantificação da biomassa de um determinado número de indivíduos com esta característica. Florestas com estrutura mais complexa se faz necessário realizar uma distribuição diamétrica, para que possam ser amostradas árvores em todas as classes.

O método da parcela é realizado cortando-se e pesando-se toda a biomassa de uma área pré-definida. Este método pode ser realizado através do corte total (*harvest method*), o qual consiste em determinar toda a biomassa da floresta, ou então, pode ser realizado pela amostragem em múltiplos estágios (*multi-stage sampling*), que consiste no corte de todos os indivíduos presentes na parcela e pesagem do caule dos mesmos. Sendo mais difícil de separar e pesar as demais frações, a determinação é realizada apenas para alguns indivíduos contidos na parcela (PARDÉ, 1980).

Há duas maneiras de se realizar a pesagem da biomassa, a primeira consiste em apenas pesar o indivíduo integralmente (com ou sem raízes), procedimento este chamado de *simples pesagem*. Já a segunda, compreende a separação da biomassa em caules, raízes, galhos e ramos, folhagem e miscelâneas, neste caso chama-se de *simples separação* (CAMPOS, 1991, SANQUETTA, 2002).

Os métodos indiretos caracterizam-se pelo uso de modelos matemáticos como uma das formas de obter estimativas a respeito da biomassa florestal. Uma variedade

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

de modelos de regressão vem sendo utilizadas para essas estimativas, seja para árvores, seja para seus componentes separadamente (MIRANDA, 2008).

Sanquetta (2002) e Vismara (2009) afirmam que os métodos indiretos não podem ser utilizados sem o ajuste e a calibragem prévia das equações. Eles devem ser baseados nos dados produzidos no processo de determinação da biomassa em pequenas áreas, onde a precisão destas estimativas depende, dentre outros fatores, da precisão do método direto usado para determinação da biomassa.

De acordo com Higuchi et al. (1998), Couto et al. (2004) e Silveira et al. (2008), há vários objetivos para se realizar a estimativa de biomassa, dentre os quais destaca-se a finalidade para geração de energia, quantificação da ciclagem de nutrientes, e também compreendem a base para os estudos de quantificação do estoque de carbono.

Pode-se relacionar vários fatores que afetam a produção de biomassa, entre eles: a área basal, o volume, o número de árvores por hectare, o sítio florestal Watzlawick et al. (2005), a idade do povoamento, sendo que o aumento desta resulta em uma maior produção de galhos e diminui a produção de folhas e copas (Brand et al., 2014), as condições climáticas, a variabilidade genética, a nutrição, e até mesmo a altitude. Portanto, em razão destas inúmeras características que podem estar interferindo na produtividade da biomassa, é necessário conceder certa atenção para que a amostragem seja representativa.

A utilização da biomassa proveniente de formações florestais além de conferir uma maior sustentabilidade ao sistema, também pode ajudar a diminuir as dificuldades na implantação florestal da rotação seguinte, da mesma maneira que a redução do material combustível no campo faz com que o risco de incêndio e o ataque de pragas e doenças sejam reduzidos.

Muitas indústrias do setor florestal vêm buscando conhecer a real produção da sua floresta, para que um melhor aproveitamento seja conferido ao seu material em razão do seu custo-benefício, e ainda para que haja um monitoramento efetivo e eficaz perante a sua produtividade. Conhecendo a quantidade de biomassa produzida, bem como em que proporções ela se encontra distribuída, é possível trabalhar com perspectivas de venda e de utilização da mesma, otimizando o sistema.

Dentro deste contexto, Brand (2010) em estudo realizado sobre o percentual de distribuição dos componentes da biomassa gerada em diferentes idades e manejos silviculturais em plantios de *Pinus taeda* L., observa que à medida que a idade aumenta diminui a porcentagem de copa, e aumenta a quantidade de acículas e galhos, maximizando seu potencial energético.

Ceconi et al. (2004) analisando *Pinus elliottii* Engelm. com 20 anos de idade e Brand et al. (2013) analisando *Pinus taeda* L. com 16 anos concluíram que a produção de biomassa residual segue a seguinte ordem galhos > acículas > copa.

Segundo Watzlawick et al. (2005), para *Pinus taeda* L. com 21 anos, a produção de biomassa acima do solo é maior na madeira do fuste > galhos vivos > casca > galhos mortos > acículas,. Wojciechowski et al. (2003), para *Pinus elliottii* Engelm. com 19 anos, enfatizam que a maior quantidade de massa seca encontra-se na madeira > casca > galhos > acículas. Já, Witschoreck (2008), para *Pinus taeda* L. com 17 anos, encontrou a seguinte sequência de acúmulo de biomassa: madeira do tronco > raiz > galho vivo > casca do tronco > acícula > galho seco.

Para um povoamento de *Pinus taeda* L. com 9 anos de idade, Londero et al. (2011), afirmam que a produção de biomassa tem a sequência: madeira > galhos vivos > acículas vivas > casca > galhos mortos > ponteira > acículas mortas.

Mediante todas as considerações encontradas referentes à quantificação da biomassa florestal, fica clara a importância de se dimensionar o potencial de biomassa

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

produzido e quais componentes tem maior potencial para o uso em sistemas de geração de energia.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo quantificar a produção de biomassa acima do solo, bem como definir a sua distribuição percentual, em um povoamento de *Pinus taeda* L., com 16 anos de idade, visando o seu posterior uso na geração de energia.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em área pertencente à empresa norte-americana MWV Rigesa. A área florestal estudada situa-se especificamente no município de Mafra – SC, coordenadas geográficas 26° 06' 42,14" S e 50° 08' 44" W, altitude de 816 metros e conta com uma área de 11,9 ha. O povoamento é de *Pinus taeda* L. com 16 anos de idade, espaçamento 2,5 m x 2,5 m.

O clima da região segundo a classificação climática de Thornthwaite (1955) varia de Mesotérmico B4B'2ra' a Megatérmico AB'3ra' (SILVEIRA JÚNIOR, 2009). Segundo os dados do relatório diário de meteorologia da Divisão Florestal da MWV Rigesa, a umidade relativa do ar possui uma média de 66%, precipitação anual total variando de 1.086 a 1.842 mm, com número de dias de chuva anual entre 100 a 150 dias, temperatura média anual variando de 23,4 a 24,6 °C (temperatura média em janeiro entre 26,1 e 29,3 °C e em julho entre 17,5 e 21,8 °C).

Realizou-se um inventário florestal na área de estudo, o qual contou com 5 unidades amostrais circulares, com 8,5 m de diâmetro cada. A distribuição das parcelas foi de forma sistemática para as 4 primeiras e aleatória para a última parcela, sendo esta incorporada para que o banco de dados apresentasse mais consistência e confiabilidade. O inventário foi realizado com a finalidade de se obter as classes diamétricas do povoamento, para que a árvore *dg* (diâmetro quadrático médio) de cada classe fosse determinada (Tabela 1) e o levantamento de biomassa realizado.

Tabela 1 – Árvore de diâmetro quadrático médio (*dg*) para cada classe diamétrica

Classes Diamétricas (cm)	16,1-19,0	19,1-22,0	22,1-25,0	25,1-28,0	28,1-31,0	31,1-34,0	34,1-37,0
Dg (cm)	17,8	20,7	23,6	26,6	29,6	32,3	34,2

A determinação da biomassa do fuste, dos galhos, das acículas e da ponteira, ocorreu através do método destrutivo, pela técnica gravimétrica, que consiste na pesagem dos compartimentos do indivíduo. Determinou-se a árvore *dg* para cada classe diamétrica, após derrubadas mensurou-se a altura total e comercial de cada uma (até 8 cm de diâmetro). Os galhos foram separados do fuste, da mesma forma que a ponteira (material abaixo de 8 cm de diâmetro sem galhos) e as acículas foram retiradas dos galhos. Depois de separados, todos os compartimentos, foram pesados para a obtenção do peso úmido: acículas, galhos, ponteira e fuste, sendo os últimos três com casca.

Para a determinação do teor de umidade na base úmida foram retiradas amostras de cada componente. Para o fuste retirou-se um disco a 0%, 50% e 95% da altura comercial; para a ponteira retirou-se um disco próximo aos 10% de altura da mesma; para os galhos e acículas se obteve uma amostra representativa de cada material.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

O teor de umidade foi determinado através de diferença de pesagem (peso úmido e seco) das amostras secadas em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de  $103 \pm 2$  °C, até a estabilização da massa de matéria seca.

Após a obtenção da biomassa aérea para cada árvore de diâmetro quadrático médio, calculou-se a média das amostras e a partir desta extrapolou-se este valor, para todo o povoamento, utilizando os dados obtidos pelo inventário florestal, tendo em vista o total de 11,9 ha do povoamento, e por consequência 19.040 árvores.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os resultados por árvore e por área referentes à determinação da massa verde e seca da biomassa, e teor de umidade de cada árvore derrubada do povoamento de *Pinus taeda* L. com 16 anos de idade.

Tabela 2 - Massa úmida total, massa seca total (biomassa) e teor de umidade por indivíduo e área amostrados

Árvore	Massa úmida (Kg)	Massa seca (Kg)	Teor de umidade (%)
Árvore 1 (dg=17,8)	295,15	130,13	55,62
Árvore 2 (dg=20,7)	441,10	196,19	54,49
Árvore 3 (dg=23,6)	491,80	203,44	58,58
Árvore 4 (dg=26,6)	593,80	277,39	53,93
Árvore 5 (dg=29,6)	862,40	358,36	59,74
Árvore 6 (dg=32,3)	1067,50	434,52	61,02
Árvore 7 (dg=34,2)	752,80	376,15	56,22
<b>Média/árvore (kg)</b>	<b>643,51</b>	<b>282,31</b>	<b>57,09</b>
<b>Hectare (t)</b>	<b>1029,62</b>	<b>451,70</b>	-
<b>Povoamento (t)</b>	<b>12.252,43</b>	<b>5.375,24</b>	-

Na análise dos dados se percebe que ocorre o aumento gradativo da quantidade de biomassa verde e seca com o aumento do diâmetro das árvores, com exceção da última árvore (dg = 34,2 cm).

O teor de umidade é alto, indicando a necessidade de tratamento prévio da biomassa antes da utilização desta para a geração de energia.

Nas Tabelas 3 e 4 é possível observar a biomassa úmida e seca de cada componente (fuste, galhos, acículas e ponteira) separadamente, o total de biomassa por árvore e o total de resíduos gerado por árvore e por área.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

Tabela 3 - Distribuição da biomassa úmida de cada componente e a produção total de resíduos de *Pinus taeda* L.

Biomassa úmida (Kg)						
Árvore	Fuste	Galhos	Acículas	Ponteira	Total	Total resíduos
Árvore 1 (dg=17,8)	251,90	12,60	5,15	25,50	<b>295,15</b>	<b>43,25</b>
Árvore 2 (dg=20,7)	387,90	31,40	12,80	9,00	<b>441,10</b>	<b>53,20</b>
Árvore 3 (dg=23,6)	451,80	30,60	6,40	3,00	<b>491,80</b>	<b>40,00</b>
Árvore 4 (dg=26,6)	533,20	39,60	11,80	9,20	<b>593,80</b>	<b>60,60</b>
Árvore 5 (dg=29,6)	787,00	53,00	15,20	7,20	<b>862,40</b>	<b>75,40</b>
Árvore 6 (dg=32,3)	914,80	111,90	35,20	5,60	<b>1067,50</b>	<b>152,70</b>
Árvore 7 (dg=34,2)	665,40	70,40	14,00	3,00	<b>752,80</b>	<b>87,40</b>
Média/árvore (kg)	<b>570,29</b>	<b>49,93</b>	<b>14,36</b>	<b>8,93</b>	<b>643,51</b>	<b>73,22</b>
Hectare (t)	<b>912,46</b>	<b>79,89</b>	<b>22,98</b>	<b>14,29</b>	<b>1.029,62</b>	<b>171,15</b>
Povoamento (t)	<b>10.858,25</b>	<b>950,65</b>	<b>273,49</b>	<b>170,01</b>	<b>12.252,43</b>	<b>1.394,11</b>

Tabela 4 - Distribuição da biomassa seca de cada componente e a produção total de resíduos de *Pinus taeda* L.

Biomassa seca (Kg)						
Árvore	Fuste	Galhos	Acículas	Ponteira	Total	Total resíduos
Árvore 1 (dg=17,8)	111,60	7,09	2,07	9,38	<b>130,13</b>	<b>18,54</b>
Árvore 2 (dg=20,7)	168,69	18,70	5,70	3,10	<b>196,19</b>	<b>27,50</b>
Árvore 3 (dg=23,6)	184,87	14,83	2,73	1,01	<b>203,44</b>	<b>18,57</b>
Árvore 4 (dg=26,6)	245,15	23,90	5,32	3,02	<b>277,39</b>	<b>32,24</b>
Árvore 5 (dg=29,6)	326,79	22,38	6,89	2,30	<b>358,36</b>	<b>31,57</b>
Árvore 6 (dg=32,3)	368,85	50,06	13,86	1,76	<b>434,52</b>	<b>65,68</b>
Árvore 7 (dg=34,2)	334,95	34,37	5,79	1,04	<b>376,15</b>	<b>41,20</b>
Média/árvore (kg)	<b>248,70</b>	<b>24,48</b>	<b>6,05</b>	<b>3,09</b>	<b>282,31</b>	<b>33,61</b>
Hectare (t)	<b>397,92</b>	<b>39,17</b>	<b>9,68</b>	<b>4,94</b>	<b>451,70</b>	<b>53,78</b>
Povoamento (t)	<b>4.735,25</b>	<b>466,10</b>	<b>115,19</b>	<b>58,83</b>	<b>5.375,24</b>	<b>640,01</b>

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

No estudo realizado por Brand et al. (2014), em plantios de *Pinus taeda* com 16 anos, onde o DAP médio das árvores era de 26 cm, e o número de indivíduos por hectare era de 800, o valor de biomassa úmida obtido por indivíduo foi de 88 kg/árvore, superior ao valor de 60,60 kg/árvore obtidos para a árvore Dg de 26,6 cm, neste trabalho. Esta diferença é devida ao porte dos indivíduos, que em função do menor número de árvores por unidade de área tinham maior proporção de copa em comparação com o presente estudo. O maior número de árvores neste trabalho proporcionou uma produção de 96,96 t/ha (árvore dg= 26,6 cm), superior às 35 t/ha (400 árvores do desbaste) ou 70,4 t/ha se fosse considerada a retirada dos 800 indivíduos, no trabalho de Brand et al. (2014).

Considerando a produção de biomassa nas árvores a quantidade de biomassa obedece a seguinte sequência: fuste (madeira) > galhos > acículas > ponteira, concordando com o observado por Ceconi et al. (2004), Watzlawick et al. (2005), Witschoreck (2008), Londero et al. (2011), Brand et al. (2014) e Wojciechowski et al. (2003).

Avaliando a distribuição média da biomassa seca das sete árvores amostradas, observa-se que em torno de 88,09% da biomassa concentra-se na madeira, 8,67% nos galhos, 2,14% nas acículas e 1,09% na ponteira, resultando em 11,91% de massa seca residual, que apresenta potencial para geração de energia.

Considerando a biomassa úmida, o valor percentual da biomassa residual diminui para 11,38%. Destes, 72,81% referem-se a biomassa proveniente dos galhos, 18,00% das acículas e 9,19% da ponteira, assemelhando-se aos dados encontrados por Brand et al. (2014) em seu estudo com *Pinus taeda* L., de 65%, 20% e 15% para galhos, acículas e ponteira, respectivamente. Condiz também com os resultados encontrados por Ceconi et al. (2004), de 64% para galhos, 26% para acículas e 10% para a ponteira.

Correlacionando os dados encontrados com os resultados obtidos através de equações da empresa ajustadas para a estimativa de peso por árvore individual, é possível observar que os valores de massa verde, e de ponteira encontrados são bastante próximos, conferindo confiabilidade tanto das equações quanto do levantamento realizado. Sendo que com o auxílio da equação utilizada pela empresa chega-se ao valor de 641,76 Kg/árvore de massa verde, e para o levantamento realizado um valor de 643,51 Kg/árvore.

Para a ponteira o valor apresentado pela equação da empresa é de 16,63 Kg/árvore, já para o levantamento realizado o valor encontrado foi de 8,929 Kg/árvore. Esta variação na quantidade de biomassa pode ser explicada pelo fator de forma das árvores que por sua vez é explicado pelo índice de sítio e pelas equações, sendo estas ajustadas quando a empresa ainda exercia práticas de manejo diferentes das atuais.

A Tabela 5 apresenta dados de literatura relacionados aos resultados obtidos neste trabalho. Contextualizando as Tabelas 3 e 4 com a Tabela 5 é possível observar que os valores encontrados estão bastante próximos dos resultados obtidos por Ceconi et al. (2004) em estudo realizado com *Pinus elliotii* Engelm.; e não, dos valores encontrados em estudo conduzido por Wojciechowski et al. (2003) para a mesma espécie.

Em estudos realizados com a espécie de *Pinus taeda* L. os resultados apresentaram-se um pouco distantes dos encontrados por Witschoreck (2008) e Watzlawick et al. (2005), com exceção dos dados obtidos para as acículas deste último. Os valores de galhos e acículas de Brand et al. (2014) são um pouco menores do que os encontrados neste estudo. Isso pode ser explicado pela variação de material genético, de sítio, de clima, condições de manejo e densidade do

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

povoamento, porém os valores de biomassa obtidos para a ponteira são praticamente iguais.

Tabela 5 - Resultados de biomassa florestal separados por componente, encontrados na literatura

Autor/Ano	Fuste (ton/ha)	Galhos (ton/ha)	Acículas (ton/ha)	Ponteira (ton/ha)	Espécie	Idade
Londero <i>et al.</i> , 2011	31,91	7,3	4,72	1,56	<i>Pinus taeda</i> L.	9 anos
Brand <i>et al.</i> , 2014	-	22,6	7,02	5,24	<i>Pinus taeda</i> L.	16 anos
Witschoreck, 2008	177,08	29,82	12,23	-	<i>Pinus taeda</i> L.	17 anos
Watzlawick, Sanquetta e Caldeira, 2005	220,57	44,71	8,06	-	<i>Pinus taeda</i> L.	21 anos
Wojciechowski <i>et al.</i> (2003)	214,71	22,65	10,97	-	<i>Pinus elliotii</i> Engelman	19 anos
Ceconi <i>et al.</i> , 2004	-	33,07	13,6	4,97	<i>Pinus elliotii</i> Engelman	20 anos

Já os dados levantados por Londero *et al.* (2011), são bastante inferiores. Com certeza isso se deve ao fato do povoamento apresentar apenas 9 anos de idade, comprovando a afirmação de Brand *et al.* (2014), de que quanto maior a idade da árvore, maior a quantidade de biomassa que será produzida. Estes autores ainda mencionam que o aumento da idade proporciona maior produção de galhos e junto à redução da biomassa foliar e ponteira. Árvores mais velhas tendem a diminuir o seu crescimento em altura e aumentar a produção de galhos.

O estudo demonstra que o melhor material para geração de energia é o galho, pois este apresenta o menor teor de umidade, 48,51%, enquanto que as acículas e a ponteira apresentaram os maiores valores. Brand *et al.* (2014), também encontrou em seu estudo um menor teor de umidade para o galho, evidenciando o seu potencial para geração de energia.

#### 4. CONCLUSÕES

A produção de biomassa florestal por árvore é influenciada pelo diâmetro a altura do peito e idade da árvore

Para o presente estudo se for aproveitado um diâmetro mínimo até 8 cm, a biomassa do resíduo gerado apresentará um total de 53,8 t/ha, sendo que 39,2 t/ha destes são provenientes dos galhos, 9,7 t/ha das acículas e 4,9 t/ha da ponteira, evidenciando o potencial de utilização dos resíduos de *Pinus taeda* L. para geração de energia. Dentro deste contexto, os galhos foram considerados o melhor material para geração de energia, pois apresentaram o menor teor de umidade.

#### 5. AGRADECIMENTOS

À MWV Rigesa por permitir o acesso à seu povoamento, pelo apoio financeiro e técnico para a realização das atividades do projeto.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAND, M. A.; FURTADO, T. S.; FERREIRA, J. C.; NEVES, M. D. Produção de biomassa para geração de energia em povoamentos de *Pinus taeda* L. com diferentes idades. Revista Árvore, v. 38, n. 2, p. 353-360, 2014.

BRAND, M. A. Energia de Biomassa Florestal. Editora Interciência. 2010, 114 p.

CAMPOS, M. A. S. Balanço de biomassa e nutrientes em povoamentos de *Ilex paraguariensis*. Avaliação na safra e na safrinha. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1991, 107 p.

CECONI, D. E.; SCHUMACHER, M. V.; POLETTO, I.; WAPPLER, D.; PADILHA, D.; GIRELLI, D.; OLIVEIRA, D.; LAZARETTI, D.; ALVES, E.; POELKING, E. Quantificação da biomassa e do carbono nos resíduos da colheita de uma floresta de *Pinus elliottii* Engelm. aos 20 anos de idade. In: 3º Simpósio Latino-Americano sobre Manejo Florestal. Anais... 2004, p. 396-402.

COUTO, L.C.; COUTO, L.; WATZLAWICK, L. F.; CÂMARA, D. Vias de Valorização Energética da Biomassa. Biomassa & Energia, v. 1, n. 1, p. 71–92, 2004.

FERNANDES, D. M.; SUZUKI, A. B. P.; VIEIRA, A.C.; ARAÚJO, I. R. C.; COSTANZI, R. N.; FARIA, R. A. P.; EDWIGES, T. Biomassa como fonte alternativa de energia. Revista da Madeira, Ano 22, n. 129, p. 38-42, 2012.

FOELKEL, C. Gestão eficiente dos resíduos florestais lenhosos de eucaliptocultura. Eucalyptus Online Book & Newsletter. 2007. Disponível em: < [http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT07\\_residuoslenhosos.pdf](http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT07_residuoslenhosos.pdf) >. Acesso em: 16 out. 2012.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; MINETTE, L.; BIOT, Y. Biomassa da parte aérea da vegetação de florestal tropical úmida de terra-firme da Amazônia Brasileira. Acta Amazônica, Manaus, n. 28, p. 153-165, 1998.

LONDERO, E. K.; SCHUMACHER, M. V.; SZYMCZAK, D. A.; VIERA, M. Exportação e reposição nutricional no primeiro desbaste de um povoamento de *Pinus taeda* L. em área de segunda rotação. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 21, n. 3, p. 487–497, jul./set. 2011.

MIRANDA, D. L. C. Modelos matemáticos de estoque de biomassa e carbono em áreas de restauração florestal no sudoeste paulista. 2008. 114 p. Tese de doutorado – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

OLIVEIRA, C. Futuro da Biomassa e Bioenergia – Brasil. Informativo Madeira Total. Press Comunicação e Marketing Ltda. Ano V. Edição 16. Novembro, 2011, p. 8 - 9.

PARDÉ, J. Forestry Abstract Review Article. Forest Biomass, (S.1), v. 41, n. 8, p. 343-362, 1980.

SANQUETTA, C. R. As florestas e o carbono. Editora UFPR. 2002, 264 p.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

SANQUETTA, C. R. Relatório técnico: Utilização, Quantificação e Mensuração de Resíduos da Colheita de Madeira no Preparo do Solo, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. 2005.

SETTE JUNIOR, C. R.; GEROMINI, M. P.; NAKAJIMA, N. Y. Quantificação de biomassa do tronco de *Pinus taeda* em plantios com diferentes idades na região de Rio-Negrinho – SC. Biomassa & Energia, v. 1, n. 4, p. 343–346, 2004.

SILVEIRA JUNIOR, P. J. Relatório de Auditoria: Manejo florestal – princípios, critérios e indicadores para plantações florestais. Rio de Janeiro: Bureau Veritas Certification, 2009, 54 p.

SILVEIRA, P.; KOEHLER, H.S.; SANQUETTA, C.R.; ARCE, J.E. O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. Floresta, Curitiba, PR, v. 38, n. 1, jan./mar. 2008.

THORNTON, C. W.; HARE, F. Kenneth. Climatic classification in forestry. Unasylva, v. 9, n. 2, p. 51-59, 1955.

VISMARA, E.S. Mensuração da biomassa e construção de modelos para construção de equações de biomassa. 2009. 102 p. Dissertação de mestrado – Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, SP, 2009.

WATZLAWICK, L. F.; SANQUETTA, C. R.; CALDEIRA, M. V. W. Estoque de carbono orgânico e biomassa em *Pinus taeda* L. Biomassa & Energia, v. 2, n. 1, p. 7–17, 2005.

WITSCHORECK, R. Biomassa e nutrientes no corte raso de um povoamento de *Pinus taeda* L. de 17 anos de idade no município de Cambará do Sul – RS. 2008. 80 p. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2008.

WOJCIECHOWSKI, J. C.; SCHUMACHER, M. V.; SILVA, P. A.; KRIEGER, J.; FANTONELLI, M.; GOULART, M. C.; CALEGARI, L.; ALBERTI, L. F.; MACHADO, A. A. Biomassa em uma floresta de *Pinus elliottii* Engelman aos 19 anos de idade, em Santa Maria, RS. In: 9 Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul, 2003, Nova Prata. 9 Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul, 2003.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO

