



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

## QUANTIFICAÇÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL EM PLANTIOS FLORESTAIS E EM REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA NO BREJO DA PARAIBA, BRASIL

Patrícia Carneiro Souto<sup>1</sup>; José Edimar V. Costa Júnior<sup>2</sup>; Felipe Carlos P. de Almeida<sup>3</sup>;  
Sócrates Martins<sup>4</sup>; Isaías Ezequiel L. de Araújo<sup>5</sup>; Jacob Silva Souto<sup>6</sup>

---

### RESUMO

Estudos sobre o acúmulo de material combustível em florestas nativas e principalmente em povoamentos constituem importante ferramenta para a estimativa de risco de incêndios florestais. O presente estudo teve como objetivo determinar a quantidade de material combustível em povoamentos florestais e em remanescente de Mata Atlântica localizados no município de Areia, no Brejo da Paraíba. A coleta do material combustível foi realizada em parcelas de 1m<sup>2</sup>, distribuídas aleatoriamente nas áreas selecionadas. Os combustíveis acumulados nas diferentes áreas foram classificados de acordo com o estado fisiológico em vivo e morto. A maior quantidade de material combustível foi obtida na área de Mata Atlântica com 19,47 Mg ha<sup>-1</sup>. A quantidade de material combustível vivo não diferiu entre as áreas estudadas.

**Palavras-chave:** biomassa, combustível florestal, proteção florestal.

### SURFACE FUELS QUANTIFICATION IN FOREST PLANTATIONS AND REMAINING OF ATLANTIC FOREST IN THE “BREJO” REGION IN PARAÍBA STATE, BRAZIL”

### ABSTRACT

Studies on the accumulation of combustible material in native forests and plantations are mainly important tool for estimating the risk of forest fires. This study aimed to determine the amount of combustible material in forest stands and in the remaining rain forest located in the municipality of Areia, in Brejo of Paraíba. The collection of combustible material was carried out in plots of 1m<sup>2</sup>, randomly selected areas. The fuel accumulated in the different areas were classified according to the physiological state of alive and dead. The largest amount of combustible material was obtained in the area of the Atlantic with 19.47 Mg ha<sup>-1</sup>. The amount of combustible material alive did not differ between the studied areas.

**Key-words:** biomass, forest fuel, forest protection

---

Trabalho recebido em 13/09/2009 e aceito para publicação em 04/12/2009.

---

<sup>1,6</sup>Professores Doutores da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos, PB. Av. Universitária, sn, CEP 58708-110, Patos-PB. E-mail: pcarneirosouto@yahoo.com.br

<sup>2-5</sup>Graduandos do Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos, PB

## 1. INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais constituem a maior ameaça às florestas e/ou povoamentos florestais do planeta. A qualidade das informações relacionadas ao comportamento do fogo é de suma importância para garantir a eficiência das operações de combate, cujo planejamento depende fundamentalmente dos dados relativos à quantidade de material combustível. Esta informação é também indispensável para a prescrição de queimadas controladas em áreas florestais, sejam para a redução do risco de ocorrência de incêndios ou para se atingir outros objetivos previstos no plano de manejo florestal (SOUZA et al., 2003).

Beutling et al. (2005) salientam que devido ao seu alto poder de destruição, os incêndios florestais são responsáveis por prejuízos muitas vezes incalculáveis, principalmente quando incidem sobre plantios comerciais. Comprova-se a cada dia que a melhor forma de controlar os incêndios florestais reside nas ações de prevenção, através de planos de prevenção e combate eficientes. Entretanto, a eficiência desses planos depende da qualidade de informações relacionadas ao comportamento do fogo, que pode ser estimado mediante a caracterização do material combustível, da topografia do terreno e das condições climáticas respectivas à região.

Soares (1979) afirma que o material combustível componente do triângulo do fogo, é fator fundamental para a ocorrência e propagação dos incêndios florestais, onde na sua ausência não poderia haver fogo. A quantidade de material combustível em uma floresta varia bastante, dependendo principalmente do tipo e idade da floresta e outros parâmetros relacionados com o sítio. A estimativa da quantidade de combustível é fator importante em planos de prevenção e controle de incêndios, pois dela depende a intensidade do fogo.

Os materiais combustíveis ocorrem em inúmeras combinações de tipo, quantidade, tamanho, forma, posição e arranjo. Várias pesquisas têm comprovado o fato de que combustíveis de diferentes tamanhos respondem distintamente ao clima e que o comportamento do fogo e os seus danos são diretamente afetados pelo conteúdo de umidade destes combustíveis (FOSBERG et al., 1981).

Segundo Yebra et al. (2006), o conhecimento da umidade dos materiais combustíveis é imprescindível para a estimativa de parâmetros ligados ao comportamento do fogo, tais como intensidade e velocidade de propagação, além de ser fator decisivo na obtenção de bons resultados com a queima controlada. É também um dos mais importantes fatores a serem analisados para a estimativa do risco de incêndios florestais.

Soares & Batista (2007) salientam que o conteúdo de umidade é a mais importante propriedade que controla a inflamabilidade dos combustíveis vivos e mortos. A umidade do material combustível é o reflexo do clima e das condições atmosféricas e pode variar rapidamente. Os combustíveis vivos e mortos têm diferentes mecanismos de retenção de água e diferentes respostas às variações do clima.

A intensidade do fogo é diretamente proporcional à quantidade de material disponível e, portanto, a quantidade de material disponível é diretamente proporcional à intensidade do fogo. O conteúdo de umidade do material combustível disponível e, portanto, a quantidade de material disponível é diretamente proporcional à intensidade do fogo. O conteúdo de umidade do material combustível disponível e, portanto, a quantidade de material disponível é diretamente proporcional à intensidade do fogo.

Isso é ratificado por Alves et al. (2009), onde pesaram os materiais em umidade constante, quando são novamente pesadas, determinando-se assim o teor de umidade da amostra avaliada.

Assim, o trabalho desenvolvido teve como objetivo quantificar o material combustível superficial existente em povoamentos florestais e em remanescente

de Mata Atlântica na Microrregião do Brejo Paraibano.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em povoamentos de *Pinus* spp com mais de 25 anos, e teca (*Tectona grandis*) com mais de 15 anos, além de um fragmento de Mata Atlântica (Mata do Pau Ferro), situados na Microrregião do Brejo Paraibano, a oeste do município de Areia (6°58'10"S e 42°15'W). O tipo climático que domina a região, de acordo com a classificação de Köppen, é "As" – quente e úmido com chuvas de outono e inverno (PARAÍBA, 1985). A precipitação anual oscila entre 800 e 1600 mm, concentrada nos meses de junho a agosto e temperaturas anuais máximas e mínimas de 26°C e 18°C, respectivamente. O relevo caracteriza-se como ondulado (com declives de 8 a 20%) a fortemente ondulado (com declives de 20 a 45%) (BRASIL, 1972).

As áreas com os plantios florestais foram instaladas no município de Areia, no Estado da Paraíba, campus de Areia, que foram instaladas com o objetivo de apoiar as atividades de ensino e pesquisa. A coleta do material combustível foi realizada no dia 05 de maio de 2009, sendo nas referidas áreas, instaladas 8 parcelas de 1m<sup>2</sup>, com distribuição aleatória (Figura 1). Os combustíveis acumulados nas

diferentes áreas florestais foram classificados de acordo com o estado fisiológico nas seguintes classes:

1. **Material combustível vivo:** constituído pelo material herbáceo e pequenos arbustos

onde foi realizado o corte do material existente no perímetro do gabarito;

2. **Material combustível morto:** constituído pelo material morto acamado sobre a superfície do povoamento.



**Figura 1.** Instalação das parcelas de 1m<sup>2</sup> para amostragem do material combustível. Souto, 2009.

Após a instalação da parcela, todo o material combustível nela circunscrito foi coletado e separado de acordo com a classe fisiológica pré-estabelecida (vivo e morto), sendo posteriormente colocado em sacos devidamente etiquetados e transportados para o Laboratório de Nutrição de Mineral de Plantas da Universidade Federal de Campina Grande, campus de Patos, onde foram realizadas as determinações.

No laboratório, o material combustível foi pesado em balança digital para determinação do peso úmido e colocado para secagem em estufa de circulação e renovação de ar a uma temperatura de 75°C até atingirem peso

constante (cerca de 72 horas). Em seguida procedeu-se a separação do material combustível de cada área em duas classes: A- folhosa (folhas e acículas) e lenhosa (galhos de todas as dimensões mais casca).

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o programa estatístico ASSISTAT versão 7.5 beta sendo aplicado o Teste t para comparação de médias a 95% de confiabilidade. Para melhor comparação com outros estudos, os valores obtidos foram transformados em Mg ha<sup>-1</sup>.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da quantidade de material combustível vivo, morto e a carga total, são apresentados na Tabela 1. Verifica-se que a maior quantidade de material combustível foi obtida na área de

Mata Atlântica com  $19,5 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$  cuja carga total foi formada principalmente pelos combustíveis mortos, sendo os valores estatisticamente iguais aos do povoamento com pinus.

**Tabela 1.** Quantidade de massa seca nas diferentes classes de material combustível de acordo com o estado fisiológico (base peso de matéria seca em  $\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )

| Estado fisiológico | Áreas Florestais    |                      |                |
|--------------------|---------------------|----------------------|----------------|
|                    | Povoamento com teca | Povoamento com pinus | Mata Atlântica |
| Total vivo         | 1,8 aA              | 0,2 aB               | 0,1aB          |
| Total morto        | 0,6cA               | 12,1 bA              | 19,4aA         |
| <b>Carga Total</b> | <b>2,4</b>          | <b>12,3</b>          | <b>19,5</b>    |

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste t ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas comparação entre colunas e letras maiúsculas comparação entre linhas

As áreas de pinus e mata foram as que apresentaram menor quantidade de material combustível vivo, deferindo estatisticamente da área de teca. É provável que a pouca luminosidade incidente sobre o piso florestal da área de mata tenha contribuído para um baixo desenvolvimento dos estratos herbáceo e arbustivo. Souza et al. (2003) ao avaliar o material combustível em plantações de *Pinus taeda* em Santa Catarina verificaram que a vegetação viva nos povoamentos com 3 anos de idade foi mais expressiva e que essa proporção entre combustível vivo e morto se inverteu, caindo de maneira expressiva na idade subsequente. A partir dos 9 anos a quantidade de combustível

vivo atingiu o valor zero, mantendo-se praticamente neste nível até o final da rotação. A maior quantidade de luz incidente sobre o piso dos talhões nas idades mais jovens certamente favoreceu o desenvolvimento da vegetação herbácea, arbustiva e até mesmo de alguns indivíduos oriundos de regeneração natural de plantações mais velhas existentes nas proximidades.

Em relação a isso Soares (1979) explica que quanto mais velha e densa a floresta menos quantidade de luz chega ao solo e, conseqüentemente, menos favorável se torna o local para o crescimento de ervas e arbustos. A quantidade de acículas caídas aumenta com a idade, formando uma camada sobre o solo, dificultando o

crescimento do sub-bosque em plantios de pinus.

A presença efetiva do material combustível morto sob a floresta nativa pode ser atribuída à grande diversidade de espécies florestais existentes na área que depositam nas mais diversas formas, posições e arranjos, diferentes tipos e quantidades de material orgânico na superfície do solo. Com isso, o processo de decomposição é mais lento favorecendo o acúmulo. No povoamento com pinus, a quantidade de acícula depositada é grande e devido a sua composição química mais lignificada, favorece a lenta decomposição com conseqüente aumento no acúmulo de material combustível morto.

Já a maior quantidade de material combustível vivo foi obtida na área com povoamento de teca (*Tectona grandis*) onde nesse povoamento, a presença do estrato herbáceo representado principalmente pelas gramíneas foi responsável pela elevada carga dos combustíveis vivos.

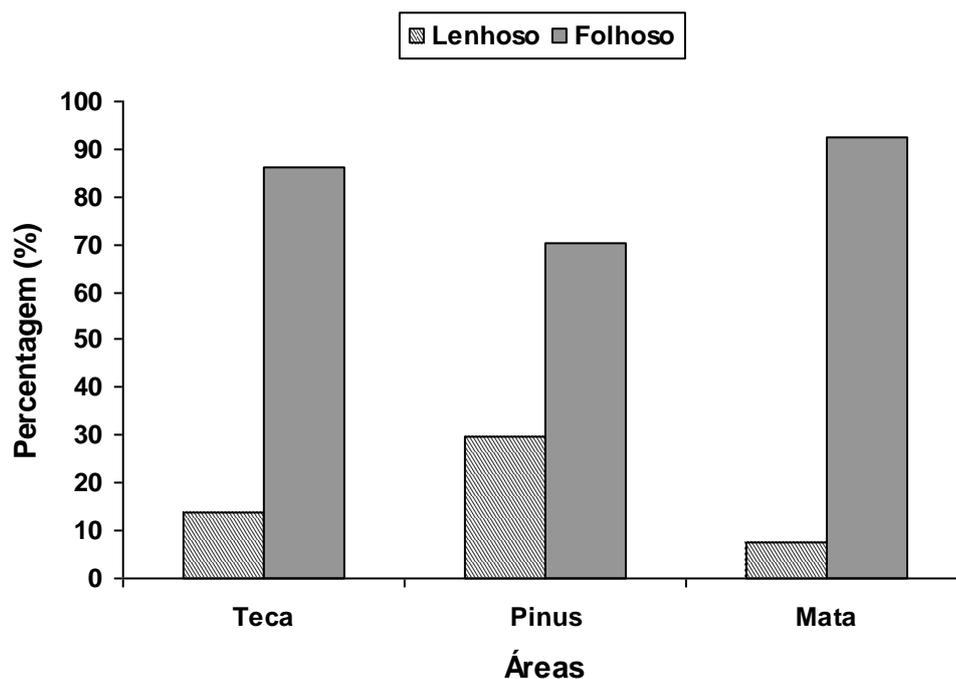
De acordo com Batista & Soares (1995), os materiais vegetais, vivos ou mortos, têm diferentes mecanismos de retenção de água e diferentes respostas ao clima, sendo o material vivo mais estável do que o morto. Desse modo, o material morto é mais seco e responde mais rapidamente às mudanças climáticas sendo,

portanto, o principal responsável pela propagação do incêndio.

Beutling et al. (2005) salientam que essas informações tornam-se muito úteis sob o ponto de vista da prevenção dos incêndios florestais, pois conhecer a quantidade e o estado fisiológico dos combustíveis florestais existentes em campo permite a realização de estimativas sobre o risco de incêndio e o comportamento do fogo.

Quanto à classificação de materiais combustíveis em lenhoso e folhoso (Figura 2) verifica-se que a maior contribuição na formação do material combustível superficial foi do material folhoso com maior percentual na área de mata e em seguida a área com povoamento de teca.

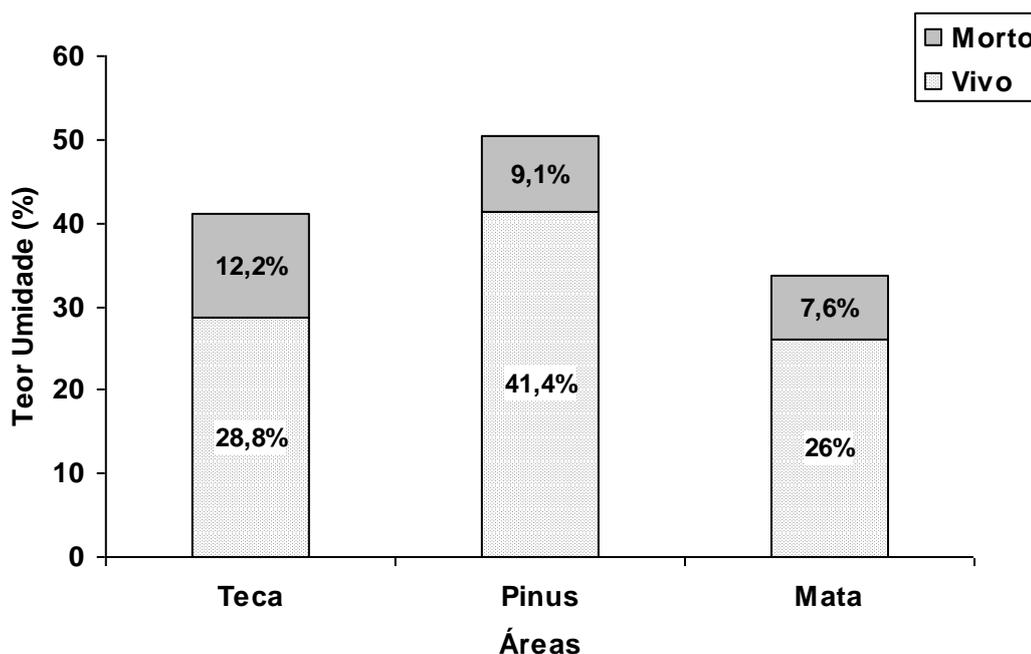
Em relação ao povoamento com pinus, o percentual de contribuição do material lenhoso foi bem superior às demais áreas e esses resultados permitem afirmar a presença das acículas juntamente com uma grande quantidade de material lenhoso constituem um ambiente ideal para a propagação de incêndios de maior intensidade. Segundo Batista & Soares (1995), o acúmulo do material combustível sob povoamento de pinus ao longo dos anos aumenta drasticamente o risco de incêndios.



**Figura 2.** Porcentagem de cada tipo de material combustível coletado nas áreas estudadas

Em termos percentuais, o teor de umidade nos materiais combustíveis das áreas estudadas pode ser visualizado na Figura 3. O material combustível vivo nas três áreas apresentou teor de umidade

superior a 20% com destaque para a área de pinus que registrou valor superior a 40%.



**Figura 3.** Teor de umidade do material combustível em cada estado fisiológico

Para Fenner & Lima (1992), quando os teores de umidade dos materiais combustíveis florestais encontram-se na faixa de 25 a 30% são considerados perigosos, pois nessa faixa há uma alta probabilidade de ignição. De acordo com os dados obtidos nesse estudo, a classe de material combustível vivo nas áreas de teca e mata se encontram nessa faixa de perigosos. Porém, se considerarmos a categoria de material combustível morto os riscos de ignição são elevados, principalmente nas áreas de pinus e mata, com teor de umidade de 9,1% e 7,6%, respectivamente.

#### 4. CONCLUSÕES

A quantidade de material combustível vivo não diferiu entre as áreas estudadas;

A maior quantidade de material combustível total na área de Mata Atlântica aumentaria os riscos e a dificuldade de controle de um incêndio florestal;

O material combustível sob o povoamento de pinus apresentou certo equilíbrio entre as frações tendo a fração lenhosa se destacado das demais áreas estudadas, indicando a necessidade de reduzir a quantidade de material combustível nesse povoamento de modo a

diminuir o risco e/ou o potencial de danos dos incêndios florestais.

#### 5. REFERÊNCIAS

- ALVES, M.V.G.; BATISTA, A.C.; SOARES, R.V.; KOEHLER, H.S.; PEREIRA, J.F. Modelagem de umidade do material combustível, baseada em variáveis meteorológicas. **Revista Floresta**, v. 39, p. 167-174, 2009.
- BATISTA, A.C.; SOARES, R.V. Uso de indicadores na determinação de umidade do material combustível sob povoamento de *Pinus taeda*. **Revista Floresta**, v.16, p. 19-25, 1986.
- BATISTA, A.C.; SOARES, R.V. Avaliação do comportamento do fogo em queimas controladas sob povoamentos de *Pinus taeda* no norte do Paraná. **Revista Floresta**, v.25, p. 31-42, 1995.
- BEUTLING, A.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V.; VITORINO, M. D. Quantificação de material combustível superficial em reflorestamentos de *Araucaria Angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Revista Floresta**, v. 35, p. 465-472, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Pesquisa e

- Experimentação. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. Estado da Paraíba. I. **Interpretação para uso agrícola dos solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro, 1972 (Boletim Técnico, 15; SUDENE. Série Pedologia).
- FENNER, P. T. & LIMA, G. S. **Características e modelagem de materiais combustíveis florestais**. In: I Encontro sobre incêndios florestais. Botucatu: UNESP, 1992. p. 87 – 96.
- FOSBERG, M.A.; ROTHERMEL, R.C.; ANDREWS, P.I. Moisture calculations for 1000 hour timelag fuels. **For Sci.**, 27, p. 19-26, 1981.
- PARAÍBA. Secretaria da Educação. Universidade Federal da Paraíba. **Atlas Geográfico da Paraíba**. João Pessoa: GRAFSET, 1985.
- SOARES, R.V. Determinação da quantidade de material combustível acumulado em plantios de *Pinus* spp na região de Sacramento (MG). **Revista Floresta**, v.10, p. 48-62, 1979.
- SOUZA, L.J.B.; SOARES, R.V.; BATISTA, A.C. Modelagem do material combustível superficial em povoamentos de *Eucalyptus dunnii*, em Três Barras, SC. **Cerne**, v.9, p. 231-245, 2003.
- SOARES, R.V.; BATISTA, A.C. **Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo**. Curitiba:FUPEF. 2007. 264p.
- YEBRA, M.; CHUVIECO, E.; RIAÑO, D. Investigation of a method to estimate live fuel moisture content from satellite measurements in fire risk assessment. **Forest Ecology and Management**, v. 234, p. 12-32, 2006.